

Georges BUSSON  
Paris, 2 Décembre 1992

Réunion spécialisée  
A.S.F.-S.G.F.

ALTERNANCES  
MARNES-CALCAIRES  
ORIGINELLES ET  
DIAGENETIQUES

LIVRE DES RÉSUMÉS

DES  ASSOCIATION  
SEDIMENTOLOGISTES  
FRANÇAIS



REUNION SPECIALISEE A.S.F. - S.G.F.

ALTERNANCES MARNES-CALCAIRES  
ORIGINELLES ET DIAGENETIQUES

Paris, le 2 Décembre 1992

Organisateur : Georges BUSSON



## AVANT - PROPOS

Georges BUSSON

Parmi les “périodites”, les alternances calcaires-marnes représentent un phénomène sédimentaire particulièrement développé, tout spécialement en milieu hémipélagique, aussi bien sur les aires et bassins épicontinentaux qu’en domaine océanique. Nombre de ces alternances calcaires-marnes ont tous les caractères de “rythmites”. A ce titre, elles sont particulièrement précieuses dans une tentative de reconstitution environnementale. L’interprétation de rythmites s’accommoderait difficilement de l’intervention de plusieurs facteurs différents qui auraient dû être et demeurer miraculeusement en phase. Or, dans la mesure où ces phénomènes mettent en jeu le battement d’un seul facteur génétique (parmi les facteurs habituellement invoqués - climatique, eustatique, tectonique, etc.-), les autres restant temporairement bloqués, ce sont là des conditions tout à fait privilégiées pour mieux comprendre les mécanismes de la sédimentation.

L’échelle du phénomène s’avère d’une grande diversité. Elle va de laminites marno-calcaires infra-millimétriques à des superpositions répétées de masses importantes de calcaires et de marnes ; en passant par les classiques alternances de pas décimétrique ou métrique.

Les mécanismes invoqués par les auteurs ne sont pas moins variés. On a ainsi interprété les couches alternantes comme le témoignage de phénomènes originels, nés dans la tranche d’eau, en privilégiant souvent le paroxysme répétitif d’une des deux phases se superposant au bruit de fond de l’autre. D’autres auteurs, au contraire, ont privilégié les mécanismes diagénétiques, récusant presque totalement les différenciations originelles.

L’expression comparée de ces phénomènes alternants respectivement en domaine de bassin et en domaine de plate-forme, rejoint les thèmes très en vogue des enchainements verticaux et latéraux de séquences.

L’approche de ces phénomènes relève des disciplines et des méthodes les plus diverses : sédimentologie, paléontologie et micropaléontologie écologique, pétrographie, minéralogie, géochimie, etc.

La confrontation des spécialistes de ces disciplines sur des exemples aussi nombreux que possible est éminemment souhaitable.

## **PROGRAMME**

Les résumés des communication orales  
sont classés suivant l'ordre de présentation.

Un index alphabétique des auteurs figure page 24.

## PROGRAMME - MERCREDI 2 DECEMBRE 1992

### MATIN

- 9h30      **Introduction** par Georges BUSSON, organisateur de la réunion
- 9h35      **Possibilité éventuelle de traduction des communications** dans l'*International Geology Review*, par Saint Clair DUJON, Rédacteur en Chef à la Société Géologique de France.
- 9h40      COJAN Isabelle, MOREAU Marie-Gabrielle et ORY Jérôme  
Acquisition différentielle dans le temps de l'aimantation rémanente dans des alternances marno-calcaires (Maestrichtien supérieur ; Pays basque).      p. 1
- 10h00     ADER Magali, DROMART Gilles et VIDAL Gérard  
L'enregistrement différentiel des cyclicités orbitales dans les cycles T-R étudié par traitement numérique du signal diagraphique : l'Hettangien du puits GPF-Balazuc, Ardèche, SE France.      p. 3
- 10h20     BAUSCH Walter M.  
Four different types of limestone-marl rhythms in the Upper Jurassic of Germany and France.      p. 4
- 10h40     *Interruption de Séance*
- 11h00     BEAUDOIN Bernard et PINAULT Michel  
De l'importance des transferts de carbonate au cours de la mise en strates des séries alternantes argilo-carbonatées.      p. 6
- 11h20     CROUZEL Fernand  
Les alternances marnes-calcaires des piémonts continentaux pyrénéens.      p. 8
- 11h40     HANZO Micheline, LATHUILLIERE Bernard et PENIGUEL Gérard  
Arguments pour une origine primaire des alternances du Calcaire à gryphées lorrain.      p. 10

## PROGRAMME - MERCREDI 2 DECEMBRE 1992

### APRES-MIDI

- 14h00 Assemblée Générale de l'A.S.F.
- 14h30 BULOT Luc  
Variations qualitative et quantitative des faunes d'Ammonites au sein des alternances crétacées du Bassin vocontien. p. 12
- 14h50 FERRY Serge et RUBINO Jean-Loup  
Signification séquentielle des dérives du signal calcaire-marne à haute fréquence. p. 14
- 15h10 QUESNE Didier et FERRY Serge  
Corrélations entre alternances calcaire-marne pélagiques et carbonates de plateforme dans le bassin subalpin français au Barrémien. p. 16
- 15h30 *Interruption de Séance*
- 15h45 BREHERET Jean-Gabriel  
L'empreinte de la diagenèse précoce sur les périodites à dominance calcaire dans les Marnes Bleues de l'Aptien-Albien vocontien. p. 18
- 16h05 NOEL Denise, BUSSON Georges, CORNEE Annie et MANGIN Anne-Marie  
Les alternances calcaires-marnes du Lias en Marches-Ombrie (Italie). p. 19
- 16h25 BUSSON Georges, NOEL Denise, CORNEE Annie, MANGIN Anne-Marie et FELLAH Nadjat  
Nannoflores de la formation Maiolica de Marches-Ombrie et des Alpes de Bergame : intérêt pour l'interprétation des alternances calcaires-marnes du Jurassique terminal et du Crétacé inférieur. p. 21

# RESUMES

## ACQUISITION DIFFÉRENTIELLE DANS LE TEMPS DE L'AIMANTATION RÉMANENTE DANS DES ALTERNANCES MARNO-CALCAIRES (MAASTRICHTIEN SUPÉRIEUR ; PAYS BASQUE)

I. COJAN\*, M. G. MOREAU\*\* & J. ORY\*

\* CGGM Sédimentologie - Ecole des Mines Paris

\*\* Lab. de Paléomagnétisme et Géodynamique - I.P.G. Paris

Les mesures de l'aimantation rémanente dans les séries sédimentaires formées d'alternances marno-calcaires sont généralement pratiquées sur les bancs calcaires. En effet, les intervalles marneux sont trop friables à l'affleurement pour permettre un prélèvement par carottage.

Malgré ce biais d'échantillonnage qui privilégie les fortes teneurs en CaCO<sub>3</sub>, les séquences de polarités magnétiques mesurées peuvent être tout à fait inhabituelles. Ainsi, lors de l'établissement de la magnétostratigraphie détaillée du Maastrichtien de la coupe de Sopelana (Pays basque-Espagne ; MARY *et al.*, 1991), deux intervalles A et B, aux environs du Chron R (fig. 1), se caractérisent par un enregistrement magnétique totalement inaccoutumé : la polarité de l'aimantation rémanente des sédiments varie de normale à inverse sur des intervalles métriques et aucune direction intermédiaire n'a été relevée.

Afin de cerner les mécanismes en jeu, une étude détaillée a été menée sur ces intervalles A et B. La réalisation, en plusieurs tronçons, d'un sondage d'une trentaine de mètres a permis d'éliminer le biais d'échantillonnage lié à l'altération différenciée des termes marneux et calcaires. Un pas de prélèvement de 10 cm a été retenu. Il permet d'avoir en général plusieurs points de mesure dans chacun des termes d'une alternance marno-calcaire. Les données du tronçon de sondage recoupant dans sa presque totalité la zone A illustrent bien les résultats.

Les alternances, bien soulignées à l'affleurement par l'altération, sont reconnues dans le sondage par des calcimétries et l'épaisseur moyenne des couples marne-calcaire est voisine de 40 cm. Leur organisation en rythmes de 5 est interprétée comme le reflet d'un contrôle orbital sur la sédimentation (fig. 2a). Les rythmes correspondent alors à des périodes de 100 000 ans, durée attribuée au cycle de l'excentricité de la Terre. Les contrastes en CaCO<sub>3</sub> sont élevés en début de rythme ( $\Delta \approx 35\%$ ) et diminuent vers le sommet ( $\Delta \approx 15\%$ ).

Avec le pas d'échantillonnage retenu, les paramètres magnétiques ont été mesurés dans des sédiments dont les teneurs en CaCO<sub>3</sub> varient de 35 à 80 %. Les aimantations rémanentes (ARN) des bancs carbonatés sont normales alors que celles des interbancs sont variables et dépendent du contraste en CaCO<sub>3</sub> entre le banc et l'interbanc. Lorsque ce contraste est élevé les ARN sont inverses ; et lorsqu'il baisse les ARN sont indéterminées, voire normales pour les plus faibles contrastes (fig. 2a).

La position du point de mesure dans le couple marne-calcaire et le contraste en carbonate entre banc/interbanc sont ici les facteurs prépondérants sur le comportement magnétique. Ainsi, pour les échantillons de faibles et moyennes valeurs en CaCO<sub>3</sub>, le contraste par rapport au banc calcaire est plus important que la teneur absolue en CaCO<sub>3</sub>.

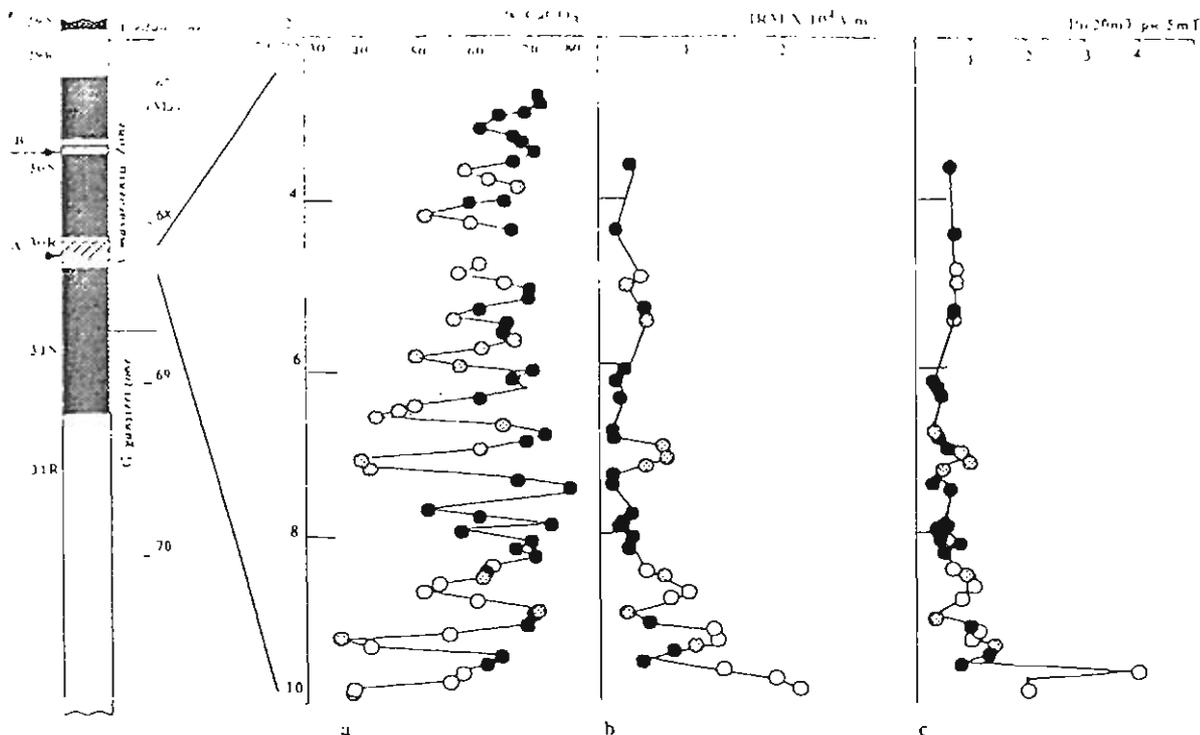


Fig. 1 - Magnétostratigraphie de Sopelana avec les zones anormales A et B.

Fig. 2 - Résultats de la partie inférieure de la zone A avec les polarités magnétiques. Les symboles sont traditionnels, blancs pour les inverses, noirs pour les normaux et gris pour les indéterminés.

Le porteur principal de l'aimantation a été mis en évidence par des méthodes magnétiques (acquisition et désaimantation de l'ARI) et minéralogiques (microsonde et microscope). Ce porteur est représenté par deux familles de grains :

- l'une, détritique, observée sur l'ensemble du sondage, correspond à la phase ferrière de pseudo-rutiles (produit d'une altération continentale d'ilménite). Elle est caractérisée par un rapport  $ARI/X < 10^4$  A/m et un pic d'acquisition ARI à 0,05 m T (fig. 2b-c).

- L'autre, surtout présente dans les interbanes de polarité inverse, est interprétée comme diagenétique et correspondant à la libération (sous forme d'hématite) du fer contenu dans des phyllosilicates détritiques (glauconie, chlorite, ...). Elle s'exprime par un pic d'acquisition d'ARI à 0,2 m T et un rapport  $ARI/X > 10^4$  A/m (fig. 2b-c).

**En conclusion**, l'acquisition de l'aimantation rémanente dans les alternances marno-calcaires se fait de façon différentielle au cours du temps :

- l'ARN des bancs carbonatés reflète bien les caractéristiques du champ magnétique pendant ou peu de temps après le dépôt des sédiments ;

- l'ARN des interbanes serait acquise avec un délai plus fort lorsque le contraste en  $CaCO_3$  entre le banc et l'interbanc est élevé.

Sur la coupe de Sopelana, grâce à un cortège minéralogique favorable (formation d'une famille diagenétique de grains contribuant à l'ARN), nous avons mis en évidence une diagenèse différentielle entre les bancs calcaires et les interbanes marneux. Nous pouvons ici tenter d'évaluer des paramètres contrôlant ce décalage : le temps et le recouvrement.

La polarité inverse identifiée dans certains interbanes ne peut être acquise au plutôt que lors du Chron 30 R. Ce qui, en s'appuyant sur les cycles de Milankovitch identifiés dans le sondage et en restituant les sédiments dans leurs conditions de dépôt, donne les conditions suivantes : selon cette évaluation minimale, la diagenèse dans les interbanes à fort contraste en  $CaCO_3$  se poursuivait encore 300 000 ans après le dépôt des sédiments sous un recouvrement d'une dizaine de mètres.

Référence :

C. MARY, M.G. MOREAU, X. ORUE-ETXEBARRIA, E. APELLANIZ and V. COURTILLOT (1991). - Biostratigraphy and magnetostratigraphy of the Cretaceous/Tertiary Sopelana section (Basque country), Earth Planet. Sci. Lett., 106, 133-150.

L'ENREGISTREMENT DIFFERENTIEL DES CYCLICITES ORBITALES  
DANS LES CYCLES T-R ETUDIE PAR TRAITEMENT NUMERIQUE DU  
SIGNAL DIAGRAPHIQUE : L'HETTANGIEN DU PUITTS GPF-BALAZUC,  
ARDECHE, S-E FRANCE

ADER Magali (1), Gilles DROMART (2) et Gérard VIDAL (3)

(1) Magistère Sciences Terre, ENS Lyon, 69364 Lyon Cedex 07

(2) Centre Sciences Terre, Univ. Lyon-I, 69622 Villeurbanne Cedex

(3) Laboratoire de Géologie, ENS Lyon, 69364 Lyon Cedex 07

Le puits GPF-Balazuc réalisé sur la marge ardéchoise montre une section complète de l'Hettangien moyen-Sinemurien inférieur qui se développe sur une épaisseur d'environ 400 m (1283-868 m). Cet intervalle se compose d'une alternance marno-calcaire d'*offshore* connue régionalement sous le nom de *Calcaires noduleux cendrés* et de *Couches du Bosc*. Cet intervalle constitue un cycle Transgression-Régression de second ordre mineur et offre un enregistrement stratigraphique simple (binaire), continu, et complet (rétrogradation, agradation, progradation).

Le propos de ce travail est de tester la périodicité des cycles sédimentaires haute-fréquence et de savoir à quelles périodes orbitales ils peuvent correspondre. Ceci permettrait de justifier que l'on considère les cycles comme l'expression de périodicités orbitales, et d'obtenir une quantification relative des vitesses de sédimentation dans les différents stades des cycles de variation du niveau marin relatif à basse fréquence (ordres 2 et 3).

L'analyse sédimentologique préliminaire pratiquée sur les carottes du puits voisin de Rosières a permis de procéder : 1) au calibrage des signatures diagrapiques des séquences génétiques ; 2) au découpage, par corrélation, de l'intervalle étudié du puits Balazuc en termes de cycles de variation du niveau marin relatif à basse fréquence.

Les Transformées de Fourier (TF) ont été appliquées en traitement automatique des données numériques de la diagrapie *Sonic*. L'étude de la TF sur un segment montre que le choix aux bornes est primordial puisque pour chaque segment étudié le spectre est différent.

Le traitement par les TF Glissantes (analyse distance-fréquence) permet de visualiser la variation des périodicités dans l'espace et par là-même de s'octroyer d'une part un moyen supplémentaire de reconnaissance des séquences et des tendances sédimentaires, et d'autre part un moyen de quantifier l'apport sédimentaire.

En conclusion, ce travail montre que :

- (1) l'étude des cyclicités sédimentaires haute-fréquence par les TF ne peut être significative et bénéfique que si l'on opère sur des segments génétiquement homogènes en termes de variations du niveau marin relatif à basse fréquence ;
- (2) la différenciation des séquences haute-fréquence (6 à 4ème ordres) varie clairement avec leur position dans les cycles d'ordre 2 : les ordres 4 et 5 sont visibles dans la rétrogradation, les ordres 5 et 6 dans l'agradation, la progradation n'étant favorable qu'aux cycles d'ordre 5 ;
- (3) la vitesse de sédimentation peut varier du simple au double entre un maximum d'approfondissement et une régression d'ordre 3 ; la vitesse de sédimentation peut être multipliée par 6 entre la rétrogradation et la progradation d'un cycle d'ordre 2 ;
- (4) le traitement par TF d'un signal diagrapique simple constitue une méthode **objective** pour pointer les surfaces remarquables des cycles sédimentaires de basse fréquence (3-2ème ordre).

## **FOUR DIFFERENT TYPES OF LIMESTONE-MARL RHYTHMS IN THE UPPER JURASSIC OF GERMANY AND FRANCE**

By W.M. Bausch,

Institut für Geologie und Mineralogie, Schloßgarten 5, W-8520 Erlangen

Two of the described profiles are lithographic limestone sequences (also called "Plattenkalke"), (a) one of Cerin (Savoie, France), and the other one (b) of Eichstätt (near Solnhofen; southern Franconia) - The third profile located in Weltenburg (c) is (almost) a lateral equivalent of the Solnhofen strata, but consists of laminated marly limestones with intercalated limestone beds. - A sequence of thick-bedded limestones, intercalated by marls, builds up the profile of Treuchtlingen (d); its stratigraphic position is just below the Solnhofen lithographic limestone. The latter two profiles are located as well in southern Franconia. - All the four profiles belong to the Upper Jurassic strata.

The investigation methods in all four cases are congruent: bed-by-bed chemical analysis of 12 elements.

a) The geochemical characteristics of 2 meters of the Cerin profile are being published (BAUSCH et al., in print).

If A = (lithographic) limestone,  
B = marly limestone, and  
C = marl,

then the typical sequence for Cerin is :

A

B or C

A

B or C

A, and so on.

Therefore, Cerin - with beds of cm- and mm-scale - is a typical simple rhythmite.

b) From the Eichstätt area is selected the profile Wintershof-E (other four profiles of this area are being published in the same paper as cited above). The profile consisting of 34 beds exhibits a height of 50 cm. - The chemical profiles show "undulations" (for all the "clastic" elements).

The typical sequence is :

C

B

A,A,A....sequence (with maximum of purity in the middle of the sequence)

B

C, and so on.

The "undulation" runs from one marl ("Fäule") to the next one.

c) The "Weltenburg" profile consists of mm-bedded marly limestones, with a few intercalated limestones of cm-scale. - The typical pattern is :

B,B,B... sequence

A

B,B,B... sequence, and so on.

The profile is the lateral equivalent of "Mörnsheimer Schichten", a plattenkalk just above Solnhofen beds (distance : 60 km).

d) The profile in "Treuchtlingen beds" (approx. 40 m below Solnhofen beds) shows a "sandwich"-like structure :

A

C

B

C

A

C

B

C

A, and so on.

The A (=limestone) beds are quite massive; they range in dm-scale.

The 2-element-diagrams of these profiles show no chemical hiatus between A, B or C beds. This is valid in all cases. - Therefore, and due to the evidence of different bedding rhythms, is concluded, that the rhythm patterns in all cases are original, and not diagenetic.

## DE L'IMPORTANCE DES TRANSFERTS DE CARBONATE AU COURS DE LA MISE EN STRATES DES SERIES ALTERNANTES ARGILO-CARBONATEES

B. BEAUDOIN, M. PINAULT

CGGM - Sédimentologie - Ecole des Mines de Paris

La régularité géométrique, à l'échelle d'affleurements hectométriques voire kilométriques, des alternances marno-calcaires en ferait le type-même des dépôts sédimentaires parfaitement "stratifiés", d'autant que les corrélations banc à banc (groupe de bancs à groupe de bancs) sont fréquemment possibles sur des distances considérables. De là à considérer qu'on se trouve là devant un sédiment "originel" et en tirer toutes les conséquences génétiques, il y a un pas qu'il ne faudrait franchir qu'avec circonspection.

Les modifications diverses affectant le sédiment au cours de sa diagénèse ont en fait profondément déformé le signal initial, si bien que sa mise en strates relève non seulement de mécanismes sédimentaires mais aussi de processus diagénétiques, et tout particulièrement des transferts de carbonate. Deux types d'exemples seront présentés : les premiers relèvent d'une approche de la mesure du taux de compaction, le second présente, à l'affleurement un cas exceptionnel de double stratification.

### TAUX DE COMPACTION DANS LES ALTERNANCES - CONSEQUENCE

Les séries examinées, notamment dans le S.E. de la France, montrent toutes, qu'il s'agisse du Bajocien, du Berriasien ou de l'Apto-Albien, des taux de compaction différenciés entre les "calcaires" et les "marnes". Les valeurs de  $\tau$  ( $\tau = h_0/h$ , rapport de l'épaisseur initiale à l'épaisseur actuelle) sont mesurables de diverses manières (BEAUDOIN *et al.*, 1987), et notamment dans les cas présents par - l'estimation de la déformation des moules internes d'ammonites (Bajocien) - la détermination de la compaction post-injection de l'encaissant de filons sédimentaires (Apto-Albien).

Les coupes étudiées du Bajocien (Aix-en-Provence, Digne) montrent une nette relation entre taux de compaction et teneur en carbonate de l'encaissant : les bancs calcaires sont peu compactés ( $\tau = 1-2$ ) tandis que les niveaux marneux sont eux sur-compactés ( $\tau = 4-8$ ) ; dans ces séries dont le sédiment originel était une vase à porosité initiale de l'ordre de 75 %, on s'attendrait à mesurer des  $\tau$  de l'ordre de 3 à 4. Les bancs calcaires ont donc subi un apport (précoce de carbonate, s'opposant à la réduction mécanique d'épaisseur, tandis que les niveaux marneux subissaient un départ corrélatif de carbonate. Ces transferts peuvent être quantifiés en supposant les insolubles non mobiles et en fixant les valeurs de la porosité initiale (fig. 1) : ces valeurs extrêmes du  $\tau$  correspondent à des migrations très importantes.

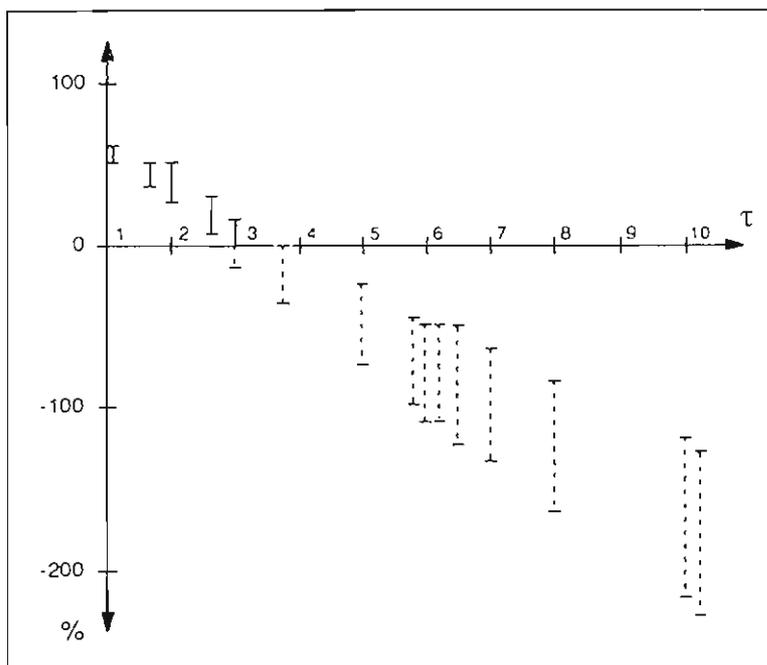


Fig. 1 - Apports (> 0) et départs (< 0) de carbonate en fonction du taux de compaction ( $\tau$ ).

Les valeurs calculées sont exprimées en pourcentage de l'épaisseur actuelle de sédiment ; la barre d'incertitude correspond aux deux hypothèses :  $\Phi_0 = 70$  et 80 %

L'évolution en fonction de l'enfouissement peut être suivie au travers de l'enregistrement que constitue la présence de filons sédimentaires (PARIZE, 1988). La différenciation rhéologique calcaire/marne était réalisée, sous 200 m de recouvrement, les calcaires désormais incompactables, alors que les marnes seraient encore compactées sous des taux de 1,5 à 2 ; sous des recouvrements décimétriques, le comportement mécanique était voisin.

#### DOUBLE STRATIFICATION

L'affleurement domérien de la Clue du Vançon, à l'Est de Sisteron, montre un cas exceptionnel de double stratification dans une série argilo-carbonatée (fig. 2).

Au sein des marnes du Domérien moyen apparaissent en effet des bancs-nodules disposés en double réseau : l'un est parallèle à la stratification générale de la série liasique, l'autre, largement sécant est lui parallèle à des failles synsédimentaires ayant joué à partir du Domérien supérieur. Les migrations de carbonate (fig. 2) ont donc été gouvernées par une double anisotropie contrôlée par la pesanteur et la fracturation potentielle liée à ces failles : rien ne permet (pétrographiquement, minéralogiquement) de différencier les bancs-nodules appartenant à l'un et l'autre réseau. Ils se sont individualisés progressivement depuis des recouvrements décimétriques (BEAUDOIN *et al.*, 1989).

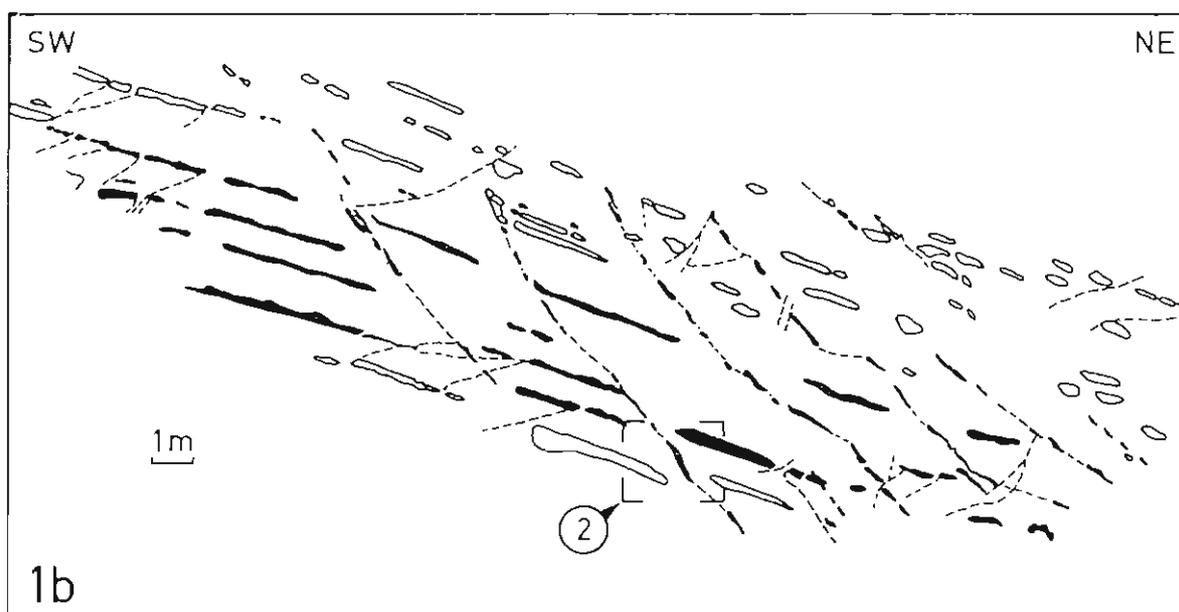


Fig. 2 - Double stratification dans le Domérien moyen de la Clue du Vançon

Bien entendu la mise en strates ne dépend pas que de processus diagénetiques, de ces transferts de carbonates (RICKEN, 1986). Mais on ne saurait restituer les mécanismes sédimentaires et les processus qui les gouvernent (cycles climatiques) sans prendre en compte (si possible quantitativement) ces profondes modifications, de façon à reconstituer les subtils signaux initiaux.

#### REFERENCES :

- BEAUDOIN B., COJAN I., FRIES G., MAILLART J., PARIZE O., PINOTEAU B., PINAULT M., TRUYOL V. (1987). - Mesure directe de la compaction dans les sédiments. *Genebass, Notes et Mémoires CFP*, n° 21, chap. 11, p. 235-247.
- BEAUDOIN B., MAILLART J., MERCIER D. (1989). - Bedding and pseudo bedding in alternating limestones and marls : origin and age in Middle Domerian S. France. *10th IAS Reg. Meet. on Sedimentology*. Budapest, abstracts, p. 16-17.
- PARIZE O. (1988). - Sills et dykes gréseux sédimentaires : paléomorphologie, fracturation précoce injection et compaction. *Thèse Doct. Ecole des Mines de Paris - Univ. Lille - ENSMP, Mém. Sc. de la Terre*, n° 8, 274 p.
- RICKEN W. (1986). - Diagenetic bedding : a model for marl - limestones alternations. *Lecture Notes in Earth Sciences*, Springer-Verlag ed., Berlin, n° 6, 210 p.

## LES ALTERNANCES MARNES-CALCAIRES DES PIÉMONTS CONTINENTAUX PYRENEENS

### *ALTERNATES BEDDING MARLS-LIMESTONES INTO PYRENEAN PIÉMONT*

F. CROUZEL

Institut Catholique, Géologie, 31 rue de la Fonderie 31068 Toulouse Cedex

*On the northern and southern Pyrenean piemonts alternate beddings marls-limestones are unfaded far from the chain. They show the existence of a classing, during the deposit of a mixed material, pulled up by torrential erosion. The laying out by repetitive superposed sequences is a continual event set up by experimentation.*

Sur les piémonts Nord et Sud Pyrénéens, des alternances marnes-calcaires se sont développées loin de la chaîne. Elles prouvent l'existence d'un classement, pendant le dépôt d'un matériel tout venant arraché par l'érosion torrentielle. La disposition en séquences répétitives superposées est un phénomène continu mis en évidence par expérimentation.

Dans la zone située en aval d'Eauze-Lectoure, jusqu'à Agen-Layrac sont donnés deux exemples relatifs au piémont Nord-Pyrénéen. Le Miocène inférieur du vallon du Lys (Affluent du Bouès) présente, entre les cotes 270 et 195, l'alternance de 8 bancs calcaires (1 à 6 mètres de puissance), toujours marneux, blancs ou teintés (oxydes de fer), et de masses marneuses ocre, fourrés de grumeaux calcaires (2 à 8 m). Mais, en partant de là vers les Pyrénées, on voit bientôt apparaître du matériel détritique fin (sable et macigno). Plus loin se montrent des bancs de molasse (1 à 4 m) généralement situés au dessus des calcaires. Dans la vallée du Gers, entre Astaffort et Layrac se montrent les mêmes alternances, calcaires blancs ou gris, tachés d'ocre (1 à 10 m.) et marnes à grumeaux calcaires. De là vers l'amont, apparaissent sables, molasses et enfin cailloutis. Plus près de la chaîne, des poudingues (Palassou et Jurançon), parfois très grossiers sont liés par un ciment molassique argilo-calcaire.

Ces alternances, très fréquentes sur le bas-pays, ne montrent que les derniers éléments des alluvions arrachés à la jeune montagne. Les eaux entraînaient une bouillie contenant pêle-mêle, avec des blocs et des galets, sables et argiles, elles-mêmes saturées de calcaire dissous. C'est dans le mode de dépôt que s'est introduit une ségrégation entre ces divers éléments. Les blocs et les galets, déposés les premiers s'avancent peu au Nord de la chaîne. Au-dessus et arrivant beaucoup plus loin se sont déposés les molasses et les macignos. Partout et loin vers l'aval les marnes (en particules légères, ou souvent flocculées) se sont sédimentées. Leur importance s'accroît vers l'aval. Le calcaire partout présent encroûte des surfaces, est piégé par des algues et construit diverses concrétions (oolithes, pisolithes, oncholithes). Mais dans des dépressions de faible profondeur, les eaux calcaires, toujours saturées grâce à l'évaporation, ont permis au calcaire marneux de se déposer en bancs, parfois très étendus, surtout dans le bas-pays. Ainsi, loin de la chaîne il ne reste guère que l'alternance calcaire-marne.

L'ensemble de ces dépôts forme donc des séquences qui se sont renouvelées jusqu'à 17 fois, pour une épaisseur de plus de 300 m. pour les temps miocènes. Sur 1.275 coupes de terrain et 26.520 superpositions caractérisées, 78 % consiste en une succession du plus grossier au plus fin, jusqu'au banc calcaire, 12 % voient le détritique surmonter directement calcaire ou marne, avec ravinement, amorçant une nouvelle séquence, 6 % correspondent à des bancs peu épais, calcaires

ou détritiques au milieu des marnes. Seulement 4 % peuvent être considérées comme anormales.

Sur les piémonts sud-pyrénéens, en Vieille Castille, les phénomènes se compliquent. L'origine des sédiments est multiple : monts cantabriques, monts ibériques, Sierra de Gredos et de Guadarrama. Les sédiments peuvent se contrarier, se côtoyer ou se succéder dans le temps. D'autre part un élément très rare au Nord devient largement abondant (relo et aljez), le gypse. Il est apporté depuis certains de ces massifs par les torrents, parfois par le vent. Il s'est ensuite recristallisé dans le sédiment, et même épigénisé en calcite. Toutefois il s'agit toujours de dépôt continentaux comme en témoignent les nombreux fossiles de Mammifères apparentés à ceux des gisements du piémont Nord.

Une coupe relevée au Sud de Palencia, au-dessus de Villamuriel de Cerrato, présente au sommet (861-788 m.) une suite alternée de calcaires (1 à 8 m. de puissance) et de marnes gypseuses (sauf à la base). Elle contraste avec la formation sous-jacente (788-741), marnes sableuses et non gypseuses, avec des passées plus détritiques et à la base 5 m. de sable rougeâtre. Puis encore au-dessous se voient à nouveau des marnes fossilifères (741-730), sans gypse avec débris, grumeaux et poupées calcaires. On pense alors à la succession de poussées calcaro-marneuses provenant du Sud, avec abondance de gypse, et de poussées détritiques non séléniteuses dont l'origine se trouve au Nord ou peut-être à l'Est de la Vieille Castille. Les coupes voisines (Cerro del Cristo del Otero) confirment la nature de chaque venue, et permettent de noter son évolution en fonction de l'éloignement de son origine. Ainsi, malgré les complications dues à la situation géographique, il semble bien que le dépôt du piémont sud-Pyrénéen ait suivi les mêmes procédures que celui du Nord.

Ce processus de dépôt continental a été mis en évidence par les expérimentations de Mr. G. BERTHAULT et de Mr. P. J. JULIEN, professeur à l'Université d'Etat du Colorado. Un mélange de sable grossier coloré et de sable fin blanc, entraîné par un courant, se dépose en lamines distinctes. L'ensemble n'a pas fini de se former vers l'aval, qu'un nouveau couple superposé commence à apparaître en amont. Ceci permet de comprendre la cause des anomalies de datations le long d'une même couche. Dans ce type de dépôt, seule la faune fossile, et non le principe de continuité, s'avère comme un moyen valable de datation.

G. BERTHAULT - 1986 - C.R. Acad. Sc. T. 303, pp. 1.569-1.574.

- 1988 - C.R. Acad. Sc. T. 306, pp. 717-724.

G. BERTHAULT, F. CROUZEL, et P.J. JULIEN

- 1991 - C.R. 3<sup>e</sup> Congrès Fr. sédimentologie pp. 33-34.

F. CROUZEL - 1956- Bull. Carte Géol. Fr. n° 248, T. LIV, 264 p.

- 1978 - 103<sup>e</sup> Congrès Soc. Sav. Nancy, Fasc. IV pp. 269-280.F.

HERNANDEZ-PACHECO - 1930 - Comision Inv. Paleont. y Prehist.

mem. 37, ser. Paleont. num. 9, 205 p., 40 pl.

## ARGUMENTS POUR UNE ORIGINE PRIMAIRE DES ALTERNANCES DU CALCAIRE A GRYPHEES LORRAIN

Micheline HANZO\*, Bernard LATHUILIERE\* & Gérard PENIGUEL\*\*

\* Laboratoire de Géologie des ensembles sédimentaires, Univ. Nancy 1, BP 239  
54506 Vandoeuvre les Nancy Cedex

\*\* Elf Aquitaine Production 64018 Pau Cedex

Les alternances des calcaires à gryphées du Lias inférieur du Nord Ouest européen ont depuis fort longtemps questionné les géologues. A titre d'hypothèse, Klüpfel (1917) considéra ces alternances observées en Lorraine comme étant le fruit d'un déterminisme climatique. A partir d'alternances de même âge en Grande Bretagne (Blue Lias Formation), Hallam (1960) leur attribua provisoirement une origine épirogénique. Revenant plus récemment sur cette première vision du phénomène, il proposa, à partir d'arguments divers, l'idée que ces alternances pouvaient ne pas être primaires mais purement diagénétiques (Hallam, 1986). Le mot diagénèse est utilisé ici dans son sens le plus commun, n'étant pas restreint à la diagénèse d'enfouissement.

Les alternances du Calcaire à gryphées lorrain (Hettangien-Sinémurien) présentent de très nombreux caractères communs avec ceux du Dorset étudiés par Hallam. Les arguments employés pour appuyer l'hypothèse diagénétique y sont également utilisables: tous les bancs ont une épaisseur comparable, malgré les variations d'épaisseur de la formation entière; certains bancs se transforment latéralement en nodules; microfaciès et nanofaciès révèlent des transformations diagénétiques des carbonates. De même, en Lorraine comme dans le Dorset, le caractère bien reconnaissable de certains bancs, en particulier l'existence d'ichnocénoses propre à certains bancs, peut introduire le doute chez les tenants d'une hypothèse purement diagénétique.

L'apport de la présente contribution réside essentiellement dans l'analyse palynologique de la série Lorraine. Les spores et pollens offrent deux avantages. D'une part, ils peuvent se traiter par les mêmes méthodes dans les bancs calcaires et les interbancs argileux. D'autre part, d'origine continentale et aérienne, ils sont fort sensibles aux variations climatiques qui sont moins tamponnées que dans le milieu marin.

La coupe du sondage de Cattenom (Moselle) levée par l'une d'entre nous (Hanzo & Guérin Franiatte, 1985) est située en position relativement proximale par rapport au continent ardennais; les apports terrigènes y sont plus dominants que vers le Sud et ce que nous considérons ici comme des évènements calcaires ne sont en fait que des marnes. Les spores et pollens ont été déterminés et comptés au niveau de l'espèce (G.P.). Les résultats biostratigraphiques ont déjà été publiés (Hanzo & al. 1990). Les comptages absolus ont été transformés en pourcentages restitués.

Une analyse discriminante a été réalisée en considérant le contenu de 14 bancs et 15 interbancs et la distribution de 14 taxons, les pollens les moins fréquents ayant été éliminés. Les bancs et interbancs ont été définis à partir des données calcimétriques et des variations de celles-ci au passage banc interbanc. Le résultat (fig.1) montre qu'il est possible de distinguer les bancs des interbancs sur la base de leur contenu sporopollinique, à l'exception de rares bancs calcaires qui, par leur calcimétrie, peuvent se confondre avec les interbancs argileux.

L'analyse des corrélations entre variables et facteurs indique que certains taxons sont plutôt liés aux calcaires, d'autres plutôt liés aux marnes. Sont plutôt liés aux calcaires:

calcaires: *Cedripollenites corsini*, *Alisporites robustus*, *Alisporites radialis*, *Ischyosporites variegatus/crateris*, *Densosporites fissus*, *Kraeuselisporites reissingeri*

Sont plutôt liés aux marnes: *Circularina meyeriana*, *Stereisporites noctenensis*, *Concavisporites toralis*, *Lycospora sp.*, cf *Uvaesporites argenteiformis*.

Si l'on fait la somme des pourcentages de formes liées au calcaire pour créer l'indice  $I_p$ , on peut observer sa corrélation avec le taux de  $CaCO_3$  (fig.2).

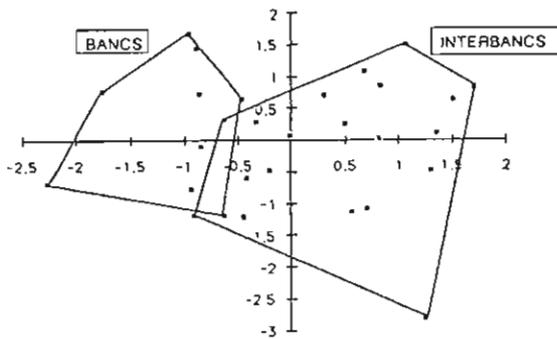


Fig.1. Analyse factorielle discriminante, plan factoriel F1-F2, valeur propre de F1 = 0,73.

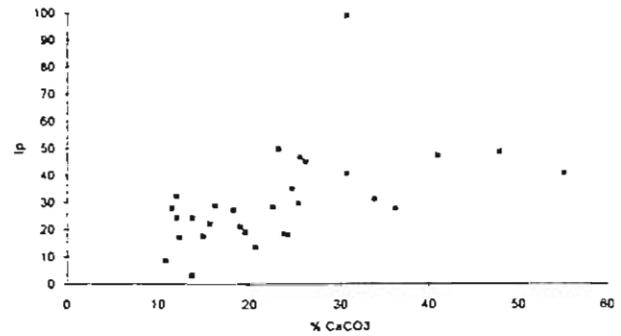


Fig.2 Corrélation entre taux de  $CaCO_3$  et  $I_p$ , indice obtenu par sommation des pourcentages restitués de taxons liés au calcaire (cf texte)

Il existe donc un lien clair entre composition sporopollinique et alternance calcaire-marne. Il est bien difficile d'imaginer une altération diagénétique différentielle de certains pollens, d'autant plus que la matière organique est immature (P.R.V. compris entre 0,4 et 0,5) (Hanzo et al, 1990). Il semble beaucoup plus convaincant de considérer les oscillations de la composition floristique comme primaires, résultant des modifications des communautés végétales sur le continent, en lien avec des phénomènes climatiques. Néanmoins, ces oscillations peuvent aussi résulter d'un tri lié au transport, les taxons liés aux marnes étant en moyenne les formes plutôt les plus petites, peut-être déposées en position plus distale. Les deux explications peuvent d'ailleurs être complémentaires. Il reste, bien sûr, le fait que ces alternances primaires ont subi, après leur dépôt, une modification diagénétique évidente liée aux circulations de fluides contraintes par les porosités différentielles. Malgré les difficultés inhérentes à la complexité de la sédimentation sur les plates-formes, l'origine primaire des alternances déjà bien argumentée dans le domaine profond (Darmedru, Cotillon et Rio, 1982...) semble donc pouvoir s'appliquer à des séries alternantes généralement reconnues comme des séries de plate-forme.

- DARMEDRU, COTILLON & RIO, (1982) Rythmes climatiques et biologiques en milieu marin pélagique. Leurs relations dans les dépôts crétacés alternants du bassin Vocontien (Sud Est de La France). *Bull. Soc. géol. France*, sér.7, t.24, n°3, p.415-666.
- KLÜPFEL W. (1917)- Über die Sedimente der Flachsee im Lothringer Jura. *Geol. Rdsch*, 7, 97-109
- HALLAM A. (1960)- A sedimentary and faunal study of the Blue Lias of Dorset and Glamorgan. *Roy. Soc. London Phil. Trans.*, v.243 B, p.1-44.
- HALLAM A. (1986)- Origin of minor limestone-shale cycles: climatically induced or diagenetic? *Geology*, v.14, p.609-612.
- HANZO M., PENIGUEL G., DOUBINGER J. & ADLOFF M.C.(1990)- Zonation palynologique et analyse géochimique organique, pour préciser les paléomilieus lors de la transgression liasique à Cattenom (Moselle, France). *Cahiers Micropal*, Paris, N.S. vol. 5, p.55-74, 5 pl.
- HANZO M. & GUERIN-FRANIATTE S. (1985)- Une coupe continue dans le Lias inférieur et moyen de Lorraine septentrionale. Etude des sondages de Cattenom. *Cahiers Inst. cath. Lyon*, n°14, p. 175-189.

## VARIATIONS QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DES FAUNES D'AMMONITES DANS LES ALTERNANCES CRETACEES DU BASSIN VOCONTIEN

Luc G. BULOT

*Laboratoire de Géologie alpine, Institut Dolomieu, 15, rue M. Gignoux, 38031 Grenoble et  
Laboratoire de Géologie, MNHN, 43 rue Buffon, 75005 Paris*

L'étude détaillée de la distribution géographique et stratigraphique des ammonites des séries alternantes berriaso-barrémiennes du Sud-Est de la France montre clairement que ces faunes ne sont pas réparties uniformément, ni d'un point de vue qualitatif, ni d'un point de vue quantitatif.

Du point de vue qualitatif, trois faits principaux méritent d'être signalés :

- la pérennité de l'existence de faunes de bassin et de faunes de bordures de plate-forme, entrecoupés d'épisodes d'uniformisation fauniques (HUF in Bulot, 1993);
- l'alternance dans les séries d'associations à faible diversité et d'associations à forte diversité indépendamment du faciès et de l'âge;
- la redondance cyclique des caractères morphologiques des populations au sein des séries en fonction des faciès.

De plus, ces variations de la composition des spectres fauniques se corrélaient avec l'existence de pics d'abondance qui affectent les populations indépendamment de l'importance relative de leur diversité taxinomique.

Cet ensemble d'observations permet d'envisager l'existence de variations paléoécologiques importantes et cycliques au sein des alternances de bassin apparemment monotones.

Une tentative de corrélation entre ces "rythmes fauniques" et les cycles régressifs-transgressifs de Vail pour le Valanginien et l'Hauterivien (Bulot et al., 1992) montre que globalement :

- les ammonitofaunes peu abondantes et peu diversifiées correspondent aux périodes de haut et bas niveaux marins relatifs (LST et HST sensu Vail);
- les pics d'abondance encadrent les systèmes transgressifs (TST sensu Vail), la base de ces systèmes étant marquée par des associations peu diversifiées tandis que le sommet est caractérisé par les pics de diversité.

BIBLIOGRAPHIE :

Bulot L., Arnaud H. et Thieuloy J.P. (1992) - Provence platform (Berriasian-Barrémian) : Early Cretaceous backstepping, faunal renewals and sequence stratigraphy. In : "Alpine Mesozoic Basin in the South-East of France (Eds. M. Lemoine & H. Arnaud), AAPG Field Course, 109-135.

Bulot L. (1993) - Stratigraphical implications of the relationships between ammonites and facies : Exemples taken from the Lower Cretaceous (Valanginian-Hauterivian) of the Western Tethys. In : "The Ammonoidea : Environmental, Ecology and Evolutionary Change (Ed. M. R. House), Systematics Ass. Sp. Vol., 47, Clarendon Press, Oxford University Press, p. 243-266.

## SIGNIFICATION SEQUENTIELLE DES DERIVES DU SIGNAL CALCAIRE-MARNE A HAUTE FREQUENCE

Serge FERRY\* et Jean-Loup RUBINO\*\*

\* Université de Lyon, URA CNRS n° 11 ; \*\* TOTAL Norge, Stavanger

Dans la partie vocontienne du bassin subalpin français, les alternances c-m jurassiques et crétacées sont un faciès polycyclique où l'on reconnaît plusieurs ordres de cyclicités emboîtées. Ceux-ci sont à rapprocher de la hiérarchie utilisée en stratigraphie séquentielle car ils sont probablement l'expression profonde des séquences et paraséquences définies dans les faciès côtiers [1]. Les cycles d'ordre inférieur (6° à 5° ordre) sont respectivement constitués par le couple banc-interbanc (durée moyenne: 20 000 ans) et des faisceaux de 4 à 5 couples élémentaires dont la durée est proche du cycle de l'excentricité de l'orbite [2]. Les ordres supérieurs sont créés par une modulation dans l'épaisseur relative des bancs et interbancs, qui permet de repérer l'équivalent profond des cycles de 3° et 2° ordre [3]. La règle générale, fondée sur un très bon contrôle biostratigraphique plate-forme/bassin, est que toute dérive de l'alternance calcaire-marne de bassin vers un pôle plus marneux coïncide avec une période d'inondation et de sédimentation plus marneuse sur la plate-forme. A l'opposé, puisque la sédimentation profonde est continue, toute dérive vers les calcaires doit traduire soit une phase de stabilité, soit une baisse du niveau marin. Ceci est particulièrement utile dans les séries carbonatées pélagiques, plus sensibles aux variations climatiques qu'aux changements du niveau marin. On retrouve ainsi facilement dans la série vocontienne les principales surfaces qui caractérisent une séquence de 3° ordre, y compris en l'absence de remaniements gravitaires (figure 1). L'intérêt de ce faciès alternant, dans ce bassin précis, est donc de pouvoir mettre en relation un contrôle de la sédimentation essentiellement climatique en zone profonde avec un contrôle par les variations du niveau marin relatif à diverses échelles de temps dans les zones peu profondes. Autrement dit d'évaluer l'influence respective du glacio-eustatisme (par comparaison avec les alternances pélagiques tertiaires et quaternaires) et d'un eustatisme à moyenne longueur d'onde dont l'origine reste problématique (tectono-eustatisme ?) [1].

On montre ainsi comment le signal carbonaté profond, dans les bassins ouverts, est sous la triple dépendance [1] des oscillations climatiques à haute fréquence qui agit sur la production carbonatée planctonique, de la modulation de ce signal de base par les "refroidissements transgressifs" [1] et enfin du flux latéral de boue de péri-plate-forme lié au tectono-eustatisme de 3° ordre qui provoque l'engorgement épisodique des plates-formes et fait chuter pour un temps cet apport latéral. Jusqu'au Cénomaniens, à la fois les transgressions et les périodes de haut niveau de 3° ordre sont marquées par une dérive de la sédimentation profonde vers les marnes. Les grandes transgressions cénomano-turonniennes ont ensuite définitivement "boosté" la production carbonatée planctonique dans l'océan mondial, de sorte que même pendant les périodes d'engorgement la sédimentation profonde reste plutôt calcaire. On n'enregistre pratiquement plus dans ces séries carbonatées profondes que les brefs refroidissements climatiques sous la forme d'une sédimentation plus alternante. La comparaison des cycles de 3° ordre du Jurassique au Quaternaire en faciès alternant profond est un des éléments qui permet de comprendre pourquoi les transgressions d'ordre élevé furent probablement des périodes de refroidissement climatique au Mésozoïque. La localisation presque systématique des arrivées d'ammonites boréales dans l'expression profonde des cortèges transgressifs des séries téthysiennes (et non dans les cortèges de haut niveau où les échanges étaient pourtant plus faciles) est le second argument [4]. Il y en a d'autres basés sur la géométrie des corps sédimentaires de marge (Malartre, Quesne, Cochet, thèses en cours).

Cette approche permet également de fournir une solution alternative aux modèles existants en stratigraphie séquentielle, alternative fondée sur l'existence très probable de deux eustatismes désynchronisés. On comprend alors mieux la raison des controverses actuelles en ce domaine, notamment en ce qui concerne le positionnement des limites de séquence dans les séries de plate-forme puisqu'il existe dès lors potentiellement deux "downwardshifts" de faciès par cycle de 3° ordre, pouvant être plus ou moins bien exprimés d'un cycle à l'autre selon l'importance des crises climatiques et de la vitesse de subsidence [5].

La dernière remarque concerne les corrélations que l'on peut établir au Mésozoïque entre bassins ouverts comme la fosse vocontienne et bassins restreints où le signal carbonaté à haute fréquence disparaît lors des bas niveau de 3° ordre, probablement comme résultat d'une moins bonne circulation générale des eaux profondes (mécanismes précis à trouver). Ceci a pour effet d'inverser le signal de 3° ordre [6] et de modifier la signification des faisceaux calcaires dans ce type de faciès. L'exemple du Cénomaniens-Turonien du bassin intérieur américain (figure 2) est représentatif des pièges auxquels on peut se heurter en se bornant à une lecture unique des séries alternantes profondes en terme de stratigraphie séquentielle. Il n'est pas le seul (travaux en cours).

Bibliographie : [1] Ferry 1991, *Géol. Alpine*, Mém. H.S. n° 18, p. 47-99 ; [2] Rio et al. 1990, *CR Acad. Sc. Paris*, t. 309, sér. II, p. 73-79 ; [3] Ferry & Rubino 1987, *CR Acad. Sc. Paris*, t.305, sér.II, n° 6, p.477-482 ; [4] Atrops & Ferry 1989, *Publ. Assoc. Sédim. Fr.*, v. 11, p. 7-9 ; [5] Ferry 1992, Résumé. Congrès Dijon et Chichilianne ; [6] Ferry et al. (sous presse), *CR Acad. Sc. Paris*

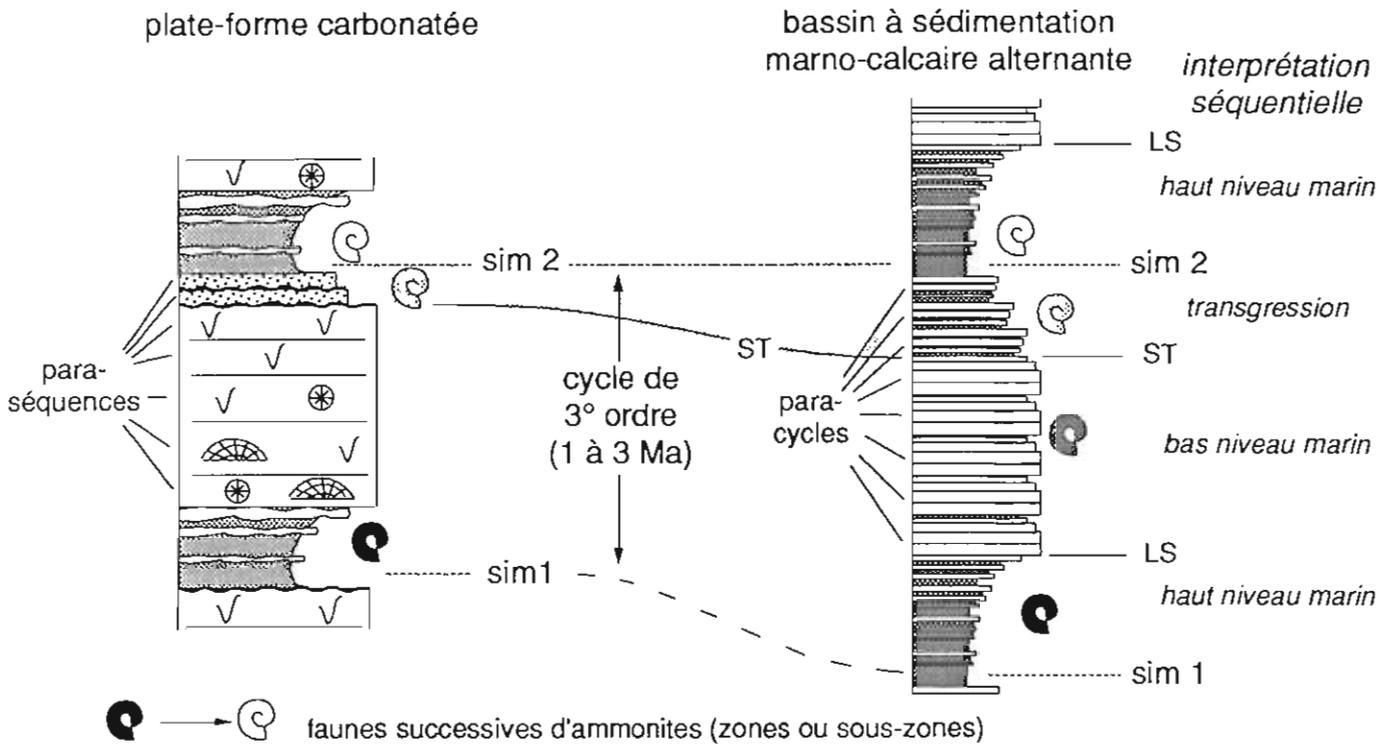


Fig. 1 - Règle fondamentale de correspondance entre cycles de plate-forme et de bassin dans le Mésozoïque du S-E de la France.

(les cycles sont ici délimités par les surfaces d'inondation maximale (sim) afin d'éviter les controverses sur la position des limites de séquences (LS), notamment dans les calcaires de plate-forme)

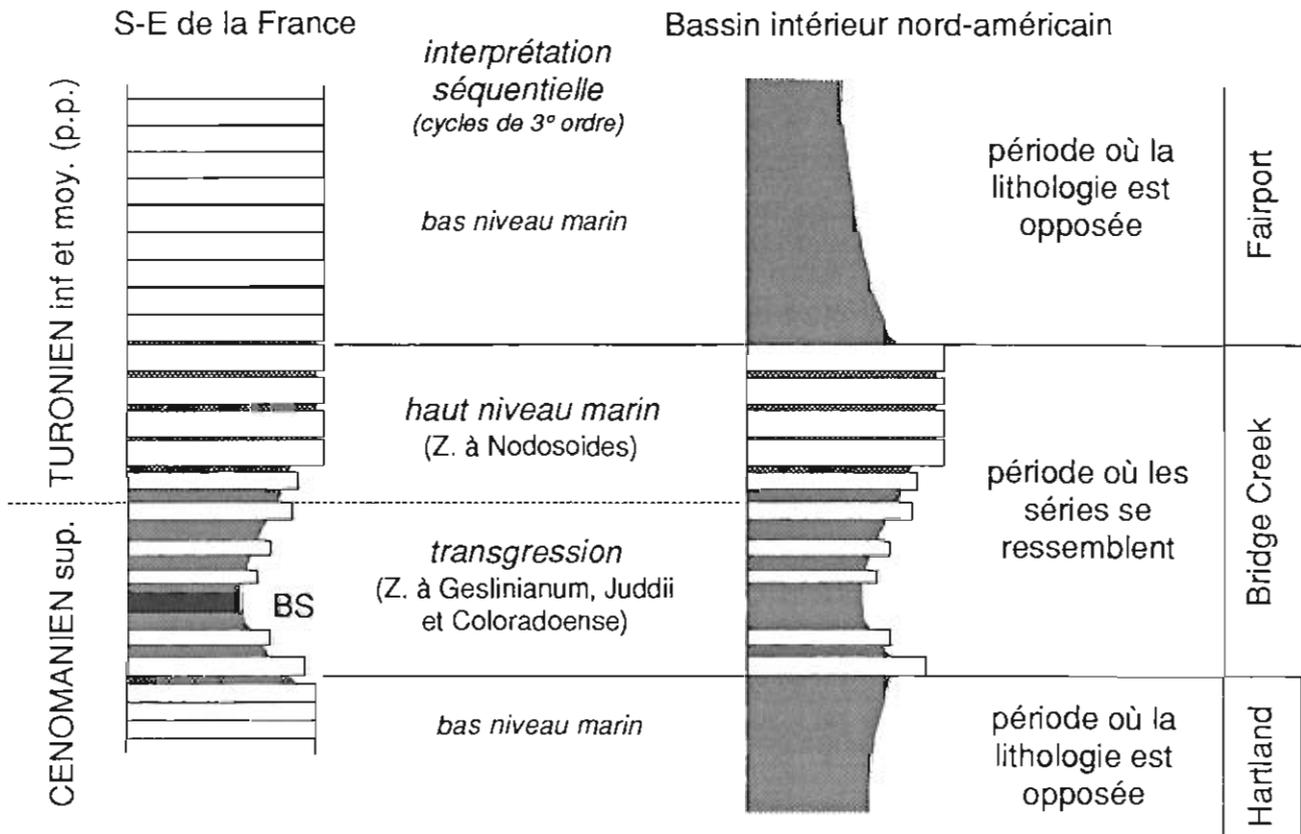


Fig. 2 - Inversion du signal carbonaté de 3° ordre dans les bassins à circulation restreinte par un seuil (schéma : ni les épaisseurs, ni la lithologie de détail ne sont respectées)

Ce seuil n'a pas d'effet pendant les hauts niveaux marins où s'exprime alors la cyclicité à haute fréquence propre aux séries carbonatées profondes

## **CORRELATIONS ENTRE ALTERNANCES CALCAIRE-MARNE PELAGIQUES ET CARBONATES DE PLATE-FORME DANS LE BASSIN SUBALPIN FRANÇAIS AU BARRÉMIEN**

Didier QUESNE\* et Serge FERRY\*+

*\* Université Claude Bernard - Lyon ; + URA CNRS n° 11*

Les alternances marno-calcaires, comme celles du Mésozoïque de la fosse vocontienne, ont été diversement interprétées. Dans ce bassin, on en a fait successivement des turbidites distales (Beaudoin 1977) puis un faciès ayant enregistré les variations cycliques à haute fréquence du climat mésozoïque (Cotillon et al. 1980, Darmedru 1983). L'idée du contrôle climatique d'un tel faciès est ancienne (Gilbert 1895). Ce type de faciès profond, dont les causes ne sont sans doute pas uniques d'un bassin à l'autre (problème de la distorsion diagénétique d'un éventuel signal primaire), continue de nourrir une recherche active, ici ou ailleurs, sous des éclairages particuliers. Par l'analyse spectrale de ces séries cycliques, l'étude de leur contenu biologique et minéral, les auteurs espèrent notamment mettre en évidence la permanence du contrôle orbital des variations climatiques (théorie de Milankovitch) dans le passé ancien de la terre (Fischer 1986) afin, d'une part, d'en tirer un chronomètre supplémentaire pour étudier les séries sédimentaires (cyclostratigraphie) et, d'autre part, d'éclairer avec les dépôts du passé (Cretaceous greenhouse coring projects "Albicore", "Apticore", etc.) les controverses actuelles sur les mécanismes de contrôle du climat et sur son évolution future.

Dans un autre ordre d'idée, se sont développés récemment des modèles interprétatifs et prédictifs dans le domaine de la stratigraphie séquentielle des dépôts côtiers au sens large (Vail et al. 1987, Posamentier et al. 1988) où les variations du profil d'équilibre sédimentaire (Cross 1988) sous l'influence notamment des variations du niveau marin seraient le mécanisme forçant principal. Dans ces modèles, relativement peu est connu de la réaction des dépôts profonds aux variations à haute fréquence du niveau marin (Congrès de Banff, 1991). Les travaux menés à Lyon au cours des cinq dernières années (Ferry & Rubino 1987, Ferry 1991) tentent de combler cette lacune dans le laboratoire naturel particulier qu'est la fosse vocontienne mésozoïque où l'on peut relier, avec un bon contrôle biostratigraphique, les deux approches, stratigraphie séquentielle et cyclostratigraphie, en mettant en rapport l'étude des dépôts carbonatés de plate-forme (où sont avant tout enregistrés les effets sédimentaires des variations du niveau marin) et celle des dépôts alternants profonds (eux surtout sensibles aux variations climatiques).

La figure 1 résume les observations actuellement disponibles. On sait d'une part, par comptage des cycles HF sur plusieurs séquences successives dont l'âge est contrôlé par les ammonites, que le couple marno-calcaire pélagique peut se dilater en un faisceau de bancs dans les marno-calcaires de talus, lorsque le taux d'accrétion est élevé (Ferry & Monier 1987). Les travaux en cours sont maintenant focalisés sur les rapports de détail entre calcaires de plate-forme et cycles marno-calcaire dans les faciès hémipélagiques. Les observations effectuées à ce jour dans le Barrémien inférieur basal d'Ardèche, le sommet du Barrémien inférieur et la base du Barrémien supérieur du Vercors sont concordantes et montrent que les clinofformes bioclastiques marquant les phases successives de progradation des plate-formes carbonatées s'enracinent dans les formations globalement plus calcaires du talus. Plus précisément, à l'intérieur de ces ensembles plus calcaires, chaque clinofforme bioclastique semble correspondre à un cycle marno-calcaire à haute fréquence profond. Si les périodes orbitales sont bien enregistrées dans ces marno-calcaires (Rio et al. 1990), alors la progradation doit aussi être rythmée sur les périodes orbitales. Cette observation demande encore à être confirmée dans d'autres bassins. Si elle est vraie, elle suggère qu'il puisse exister un lien de cause à effet entre deux forçages (fig. 2), c'est-à-dire un mécanisme capable de contrôler à la fois des variations à haute fréquence du niveau marin qui ponctuent la progradation (ou l'aggradation en domaine plus interne, c'est à dire les paraséquences composant les séquences de 3<sup>e</sup> ordre ou encore les "PACs" de Goodwin & Anderson 1985) et les variations climatiques enregistrées par les variations des différents flux sédimentaires en zone profonde. Dans cette hypothèse, les clinofformes sont supposés être l'expression des paraséquences dans le front de progradation. Même si l'existence de glaces polaires reste très controversée au Mésozoïque, les oscillations glacio-eustatiques à haute fréquence restent le mécanisme le plus simple et aussi le plus vraisemblable pour lier les deux forçages. Sinon il faudrait invoquer des oscillations à haute fréquence dans la vitesse de subsidence, quasi-accordées sur les fréquences orbitales et bien peu vraisemblables en l'état actuel des connaissances. Il faudrait en outre expliquer comment le climat, dont les alternances sont l'expression lithologique, ait pu osciller en phase avec les saccades de subsidence. Remarquons que cette hypothèse impliquerait des oscillations climatiques, et donc glacio-eustatiques, beaucoup plus modérées qu'au Pliocène terminal-Pléistocène, c'est-à-dire avec des phases de croissance des calottes glaciaires restant bien en deçà du volume de la calotte glaciaire interstadiale (chaude) actuelle. Il n'est donc pas étonnant que l'on ne retrouve pas, ou guère (Frakes & Francis 1988), les témoins de ces glaces maigres et fugaces dans les dépôts mésozoïques des hautes latitudes.

Cette étude a bénéficié du soutien financier des compagnies ELF et TOTAL.

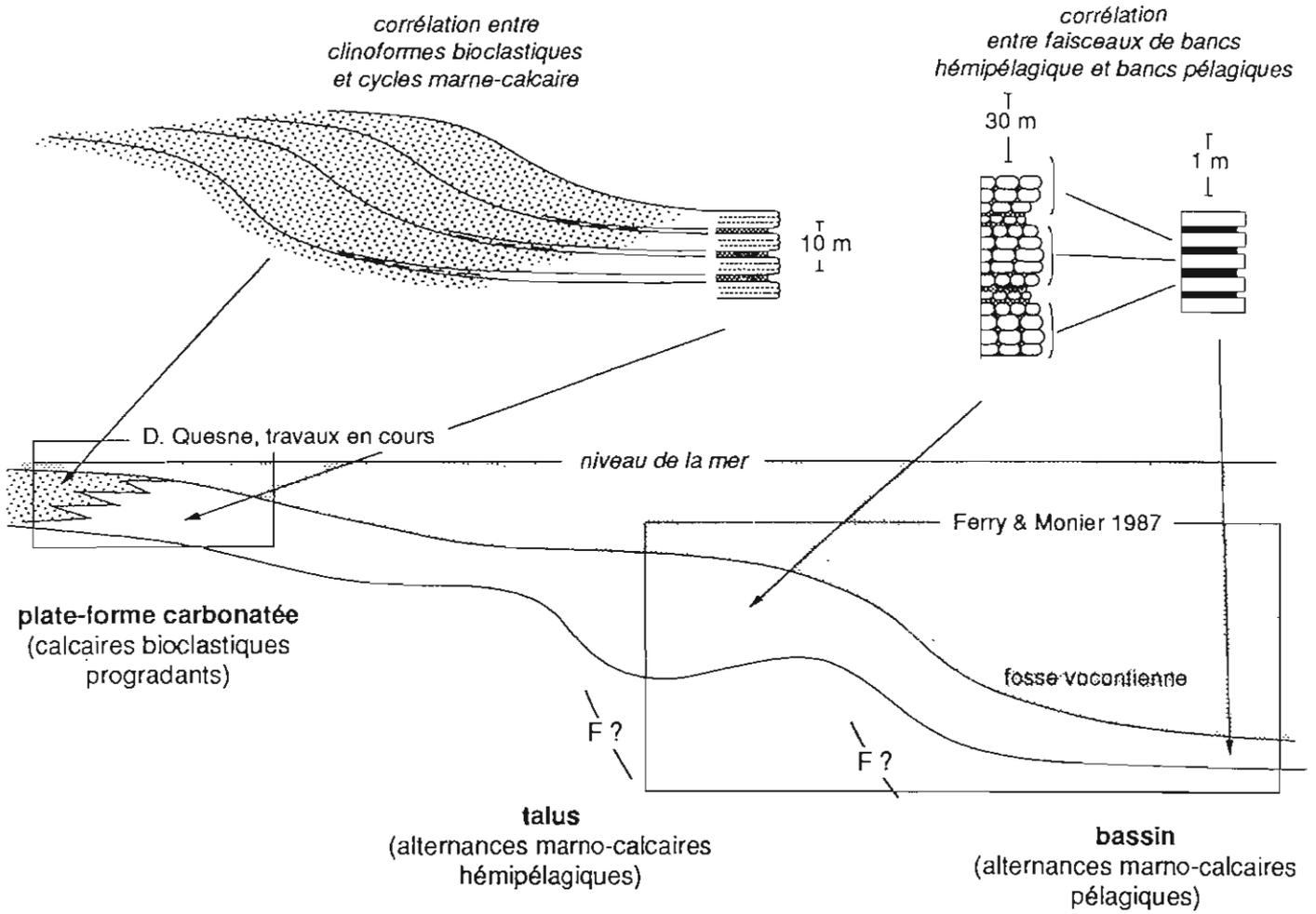


Fig. 1 - Corrélation de cycles sédimentaires à haute fréquence depuis la plate-forme carbonatée jusqu'au bassin profond dans le Barrémien des chaînes subalpines françaises (schéma de principe résumant sur une coupe unique les observations effectuées sur toute la bordure du bassin)

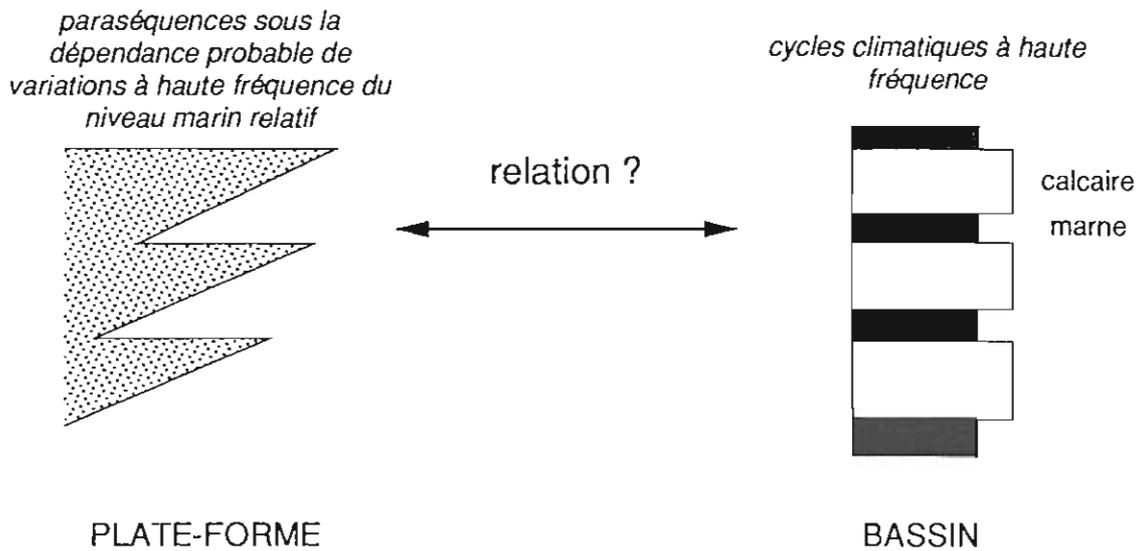


Fig. 2 - Une relation entre oscillations HF du niveau marin et variations HF du climat suggère un lien possible de cause à effet entre ces deux types de changements. Un glacio-eustatisme modéré serait un mécanisme simple.

## **L'EMPREINTE DE LA DIAGENÈSE PRÉCOCE SUR LES PERIODITES A DOMINANTE CALCAIRE DANS LES MARNES BLEUES DE L'APTIEN-ALBIEN VOCONTIEN**

-----

*J.-G. Bréhéret, Laboratoire de Géologie des Systèmes Sédimentaires, Faculté des Sciences et Techniques, Université François Rabelais, Parc de Grandmont, 37200 Tours.*

-----

La série des Marnes bleues déposée au Crétacé moyen dans le bassin vocontien se présente, dans sa quasi-totalité, comme l'empilement très régulier de paquets de séquences emboîtées. Celles-ci résultent de la conjugaison de plusieurs paramètres incluant (1) les variations (absolues et relatives) des flux de particules solides : apports détritiques terrigènes dilués, production des organismes planctoniques (notamment nanno. calcaires, foram. planctoniques et radiolaires), et (2) les variations des conditions physiques et chimiques sur les fonds et dans le sédiment. Elles constituent la résultante de changements climatiques et océanographiques vraisemblablement produits par la combinaison des fluctuations périodiques dans la rotation de la Terre (essentiellement cycles de précession et d'excentricité).

Les séquences élémentaires consistent généralement en l'alternance d'horizons marqués par de faibles contrastes dans les teneurs en calcaire, dans la couleur et dans l'ichnofaciès. En certains intervalles des horizons enrichis en calcaire se distinguent, mais c'est essentiellement au sommet de l'Aptien inférieur et au sommet de l'Aptien supérieur que de véritables bancs calcaires s'individualisent, toujours composant les séquences emboîtées.

La régularité des séquences, et ce au travers des différentes unités lithologiques, de même que les variations des populations microfauniques dans les différents termes, sont des indices (1) de leur relative autochtonie ; les couches manifestement resédimentées brisent cette régularité, et (2) du caractère originel de la sédimentation pélagique par décantation.

Toutefois les termes des séquences élémentaires portent de manière évidente les stigmates d'une diagenèse précoce, que ce soit en contexte purement argileux ou marneux, ou en contexte d'alternances marno-calcaires. Pour ce dernier cas, d'après les observations, les bancs calcaires paraissent représenter des stades fortement diagénisés équivalents des horizons calcaires "délités" observés au sein des intervalles marneux.

Divers indices montrent le caractère précoce de la "prise" des bancs calcaires.

A l'échelle méso-microscopique : présence de fonds durcis ou semi-indurés exhumés par des courants de fonds ; boudinages, ruptures de bancs dans les slumps ; préservation des ichnocortèges, des structures sédimentaires, des fossiles (ammonites) face à la compaction. De même d'autres indices attestant aussi le caractère précoce de cette diagenèse peuvent être trouvés chez nodules et miches calcaires ainsi que infrabancs et suprabancs établis sur les turbidites.

A l'échelle microscopique : cimentation des bioclastes (essentiellement nannoconidés, coccolithes, radiolaires et foraminifères) par la microsparite (les squelettes de radiolaires et foraminifères sont eux-mêmes remplis par la sparite ; les tests aragonitiques de mollusques (ammonites) sont dissous).

L'empreinte diagénétique transparaît également dans les paramètres géochimiques : notamment une dérive du  $\delta^{13}\text{C}$  vers des valeurs négatives du carbonate engendré pour partie en tant que sous-produit de la dégradation microbienne de la matière organique dans la zone de réduction des sulfates.

Les miches calcaires qui jalonnent régulièrement les horizons de certains intervalles fournissent un élément de réflexion. Leur formation au cours de la diagenèse précoce est attestée grâce aux différents critères évoqués plus haut. Leur disposition dans des sites marginaux où l'accumulation sédimentaire est réduite par rapport aux dépôts-centres (environ 30 %), et leur correspondance (corrélation banc par banc) avec des horizons calcaires "délités" de ces dépôts-centres, traduit une formation induite par des pauses ou des ralentissements de la sédimentation intervenant de manière saccadée. Cette sédimentation saccadée sur les bordures constitue le résultat de fluctuations notables dans les apports détritiques et la production planctonique probablement liés aux variations climatiques et océanographiques (notamment courants, niveau marin relatif).

## LES ALTERNANCES CALCAIRES - MARNES DU LIAS EN MARCHES-OMBRIE (ITALIE)

Denise NOËL<sup>(1)</sup>, Georges BUSSON<sup>(1)</sup>, Annie CORNEE<sup>(1)</sup> et Anne-Marie MANGIN<sup>(2)</sup>.

(1) *Laboratoire de Géologie du Muséum, 43, rue Buffon, 75 005 PARIS et URA 12 (CNRS) pour D.N.*

(2) *Laboratoire de Stratigraphie, Université P. et M. Curie, 4 Place Jussieu, 75 230 PARIS Cédex 05.*

Le Lias correspond à une période d'épanouissement de deux groupes de nannofossiles calcaires qui sont d'importants contributeurs lithogénétiques : les coccolithophoridées - dont le règne s'est poursuivi jusqu'aux temps présents - et les schizosphères, particulièrement abondantes de l'Hettangien à l'Aalénien. Le Lias calcaire, pélagique, des provinces de Marches et d'Ombrie est remarquable par la qualité de ses affleurements. Nous avons tenté de préciser l'importance respective de ces deux groupes de constructeurs, d'une part, dans les *bancs calcaires*, d'autre part, dans les *interbancs* et *passées marneux*.

*Les bancs calcaires* ont été étudiés en lame mince au microscope optique et sur cassures fraîches au MEB. Les *interbancs marneux* ont fait l'objet d'examen au MEB, sur surfaces brutes et sur résidus de lavage et de centrifugation.

### Le Lias inférieur et moyen.-

Cet intervalle stratigraphique correspond *p.p. max.* à la formation Corniola. L'essentiel de nos données provient de la coupe du Bosso, près de Cagli. C'est la partie de la coupe qui s'est révélée la moins favorable à notre étude du fait de l'extrême minceur des interbancs au sein d'une série en général massive.

### Le Sinémurien.-

Les *calcaires* examinés présentent tous des schizosphères dont les nourrissages diagénétiques (cf. Noël et Busson, 1990) peuvent constituer l'essentiel de la roche. Sur cassure fraîche, au microscope électronique, aucun coccolithe n'a été observé.

Les *interbancs marneux* ne nous ont pas livré de valves de schizosphères, mais seulement des coccolithes, représentés par trois taxons déterminables et un certain nombre de fragments.

### Le Carixien.-

Tous les *calcaires* étudiés contiennent des schizosphères, parfois très abondantes et diagénétisées.

Les *interbancs marneux* ne présentent toujours pas de schizosphères. Tous les échantillons - sauf un, stérile - ont livré des coccolithes : quelques taxons déterminables et des fragments en abondance variable.

### Le Domérien.-

Les *calcaires* étudiés sont tous pétris de schizosphères. Entre ces schizosphères et leurs produits de croissance diagénétique, les coccolithes sont très rares : un exemplaire déterminable et de nombreux fragments indéterminables, même lorsque les observations sur un échantillon ont donné lieu à plus d'une dizaine de clichés.

Dans les *interbancs marneux*, nous n'avons pas observé de schizosphères. Certains échantillons sont stériles, d'autres contiennent des coccolithes rapportés à cinq taxons et des fragments de taille diverse, non attribuables spécifiquement.

### Le Toarcien.

Cet étage correspond - comme en bien d'autres bassins - à une recrudescence de la sédimentation marneuse : les bancs calcaires deviennent minoritaires. L'Ammonitico Rosso ne fait partie de la présente étude. Les schizosphères abondent dans tous les *bancs calcaires*, y compris au sein des niveaux de black shales du Toarcien inférieur. Par contre, un niveau de calcaire en miches n'en contient pas. Nous n'avons pas observé de coccolithes.

Les *marnes* de la coupe type de la formation des Marnes de Monte Serrone (sur le flanc S du Monte Serrone) ainsi que celles de la coupe de Valdorbica (près de Scheggia) ont livré des coccolithes entiers rapportés à dizaine de taxons, ainsi que de nombreux fragments non déterminables en toute certitude mais qui indiquent que la diversité n'est pas limitée aux dix taxons reconnus. De très rares valves de schizosphères entières et quelques fragments ont été rencontrés lorsque les observations des résidus de centrifugation ont donné lieu à de nombreux clichés (20 à 30) au MEB. Ces restes de schizosphères sont remarquablement peu diagénétisés en comparaison de ceux observés dans les calcaires. L'abondance et la diversité des coccolithophoridées chutent dans les passées marneuses des niveaux de black shales (2 ou 3 taxons identifiables).

## DISCUSSION ET CONCLUSION.

1- Les faits évoqués ci-dessus sont en grande partie passés inaperçus - ou n'ont pas été exploités - à cause d'une division disciplinaire. Les pétrographes travaillant sur les calcaires, au mieux, ont vu les schizosphères quand l'altération diagénétique n'était pas trop poussée. Ils n'ont pu prendre conscience de l'absence ou de l'extrême rareté des coccolithes. Les spécialistes des nannofossiles, exploitant principalement les interbancs, ont déterminé les coccolithes et les quelques valves ou débris de schizosphères présents. Le contraste entre la composition nannofloristique des bancs et des interbancs n'a donc pas été évalué et ses implications mises en lumière.

2- Il est vrai que la grande masse des calcaires à schizosphères consiste en cristallisations diagénétiques (Kälin et Bernoulli, 1984 avec une bibliographie ; Noël et Busson, 1990). Il est donc possible de soutenir que cet abondant matériel calcitique provient de la dissolution de coccolithes. Notons cependant que l'observation de quelques coccolithes dans cette masse largement développée sur les valves de schizosphères originelles n'incite pas à penser que ce sont les coccolithes qui ont été préférentiellement dissous dans ces calcaires. Au demeurant, il n'est pas vraisemblable de considérer que les schizosphères ont été dissoutes dans les marnes, ce qui rendrait compte de la dominance des coccolithes. Au contraire, les rares schizosphères présentes sont peu diagénétisées et montrent encore la structure originelle de la paroi des valves. Il y a donc bien eu un contraste originel, indubitable et profond, entre la nature des nannofossiles qui ont contribué à la fraction carbonatée des calcaires et à celle des marnes.

3- Il n'est donc pas soutenable, dans le cas présent au moins, d'invoquer dans la différenciation des *bancs calcaires* et des *interbancs marneux* le résultat de mécanismes diagénétiques ; ni même la prédominance de ceux-ci. Au mieux, les mécanismes diagénétiques ont légèrement enrichi les bancs calcaires.

4- Le déterminisme de cette sédimentation pélagique réside dans la présence pulsatoire d'argile dans les eaux du bassin. Lorsque ces argiles étaient présentes, des populations de coccolithes diversifiées ou relativement diversifiées prospéraient ; les schizosphères n'étaient pas absentes, mais largement minoritaires, numériquement et volumétriquement. Au contraire, dans les phases océanographiques sans argile, les schizosphères devenaient très largement dominantes. Cette modification radicale du biota nannofloristique - contributeur lithogénétique essentiel - rythmiquement et indéfiniment répétée est tout à fait singulière.

5- Les coccolithophoridées présentes dans les phases marneuses ont connu une évolution qui permet d'utiliser leurs restes pour des datations stratigraphiques au cours de ces temps liasiques. Au contraire, dans la tranche de sédiments examinés couvrant 25 M.A., il semble que les schizosphères qui, dans chaque phase de mer "propre", ont construit les bancs calcaires soient restées d'une stabilité exceptionnelle puisque cantonnée au taxon *Schizosphaerella punctulata* (Busson et Noël, 1991).

Busson G. et Noël D. (1991). - *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 313, sér. II, p. 795- 800.

Kälin O. et Bernoulli D. (1984). - *Init. Repts D.S.D.P.*, 79, p. 411-435.

Noël D. et Busson G. (1990). - *Sci. Géol.*, 43, p. 63-93.

## NANNOFLORES DE LA FORMATION MAIOLICA DE MARCHES-OMBRIE ET DES ALPES DE BERGAME : INTERET POUR L'INTERPRETATION DES ALTERNANCES CALCAIRES - MARNES DU JURASSIQUE TERMINAL ET DU CRETACE INFERIEUR

Georges BUSSON<sup>(1)</sup>, Denise NOËL<sup>(1)</sup>, Annie CORNEE<sup>(1)</sup>, Anne-Marie MANGIN<sup>(2)</sup> et Nadjet FELLAH<sup>(1)</sup>

(1) Laboratoire de Géologie du Muséum, 43 rue Buffon 75005 Paris et URA 12 (CNRS) pour D. NOËL.

(2) Laboratoire de Stratigraphie, Université Pierre et Marie Curie 75230 Paris Cédex 05.

La formation Maiolica couvre un intervalle stratigraphique allant du Tithonique au Barrémien ou à l'Aptien inférieur. Elle bénéficie d'excellents affleurements, en particulier dans les Apennins (Marches-Ombrie) et dans les Alpes de Bergame. Elle a fait l'objet d'études stratigraphiques et pétrographiques détaillées (cf. Cresta *et al.*, 1989 avec une bibliographie). Son contexte paléogéographique a également fait l'objet de nombreuses études, tant en Téthys occidentale qu'en Atlantique Centre et Nord et dans les Caraïbes (cf. par exemple Wieczorek, 1988).

Cette formation dont les épaisseurs habituelles vont d'une centaine de mètres à plus de 400 mètres, est faite d'un empilement de bancs calcaires blanchâtres ou gris-clair, en général très fins, pélagiques, datés avec une certaine précision à leur partie inférieure, (Monechi *in* Cresta *et al.* 1989, Bralower *et al.* 1989), et, en général, à leur partie terminale. Ces calcaires admettent des couches et des nodules de cherts. Habituellement, dans la plus grande partie de la formation, les interbancs sont si minces qu'ils ne présentent pas de matériel échantillonnable. Les passées marneuses deviennent par contre plus épaisses dans les derniers mètres de la formation.

La nannoflore de ces calcaires a fait l'objet d'études stratigraphiques (*ibid.*). L'objectif de la présente étude est différent : sachant que ces calcaires sont essentiellement des mudstones - dans lesquels le pourcentage d'éléments figurés s'établit souvent à moins de 5% - nous avons recherché la contribution lithogénétique des trois principaux groupes de nannofossiles calcaires présents dans cette formation (coccolithes, *Conusphaera*, *Nannoconus*).

En outre, dans la partie supérieure de la formation, nous avons comparé à cette constitution nannofloristique des calcaires, la composition de la nannoflore présente dans les intercalations marneuses. Les calcaires examinés au MEB, sélectionnés grâce aux lames minces exécutées sur un grand nombre d'échantillons, l'ont été sur surface brute. Sur une demi-douzaine de photos en moyenne par échantillon, on a calculé la surface occupée respectivement par les coccolithes, les *Conusphaera* et les *Nannoconus* auxquels ont été ajoutés les débris identifiables de chacun de ces groupes. Une surface variable consiste en non distinguables (débris non identifiables, calcite de recristallisation, fragments détritiques, etc). Nous considérons que ces surfaces rendent compte de la contribution volumétrique de chacun de ces trois grands groupes biologiques. Les marnes intercalées ont été examinées à la fois sur surface brute et sur résidus de lavages soumis à centrifugation.

Dans la coupe dite du Bosso (au S.O. de Cagli), la Maiolica est épaisse de 300 m. Des échantillons du Tithonique révèlent une contribution des *Conusphaera* deux à quatre fois plus forte que celle des coccolithes. Les *Nannoconus* ne sont pas encore présents. Dans la série crétacée (dès le Berriasien et jusqu'au Barrémien) les *Conusphaera* disparaissent et les *Nannoconus* s'avèrent trois à dix fois plus importants que les coccolithes, à l'exception d'un seul échantillon dans lequel les coccolithes l'emportent sur les *Nannoconus*. Les marnes des seuls niveaux étudiés révèlent plus de six taxons de coccolithes et seulement quelques débris probables de *Nannoconus*.

Dans la coupe de Gubbio (épaisseur 200 m.) les calcaires tithoniques présentent deux à trois fois plus de *Conusphaera* que de coccolithes. Dès le Valanginien, ici encore les *Conusphaera* ont disparu et les *Nannoconus* l'emportent de façon écrasante sur les coccolithes. Les échantillons prélevés dans les derniers mètres (Barrémien ou peut-être Aptien inférieur) révèlent encore une forte prédominance des *Nannoconus* sur les coccolithes, qui semblent toutefois décroître dans les derniers décimètres. Les marnes intercalées n'ont livré que des coccolithes (de l'ordre d'une dizaine de taxons).

A Appechiese (trois kilomètres à l'Ouest de Piobbico), seuls les trois mètres sommitaux de la Maiolica ont été échantillonnés. Les *Nannoconus* s'avèrent encore dix fois plus nombreux que les coccolithes, sauf dans les derniers décimètres où cette dominance tomberait à un chiffre nettement inférieur (de l'ordre de quatre).

Dans les Alpes de Bergame, quelques échantillons ont été prélevés à titre de comparaison dans la très belle coupe de **Torre de Busi**. Dès le premier échantillon étudié - une dizaine de mètres au dessus de la base - les *Conusphaera* ont disparu. Dans deux sur trois des calcaires examinés, les *Nannoconus* restent dominants, mais de façon moins nette que dans les échantillons de Marches-Ombrie. Dans un des trois cas, le volume des coccolithes l'emporte légèrement sur la contribution des *Nannoconus*. Deux échantillons de marnes montrent à peu près exclusivement des coccolithes correspondant à une dizaine de taxons.

## DISCUSSION ET CONCLUSION.

1°) Il est certain que sur la plupart des clichés analysés - environ une centaine au total - la surface non identifiable est très importante : souvent de l'ordre de 50% et pouvant atteindre parfois 70%. Peut-on de ce fait remettre en question radicalement les dominances observées dans les nannoflores constitutives ? Nous ne le pensons pas. Il est fréquent de voir invoquer des phénomènes de dissolution et de recristallisation pour rendre compte d'une moindre diversité ou d'un pourcentage moindre de coccolithes dans les bancs calcaires. Or, nous observons que les rapports entre coccolithes et *Nannoconus* s'avèrent peu dépendants du pourcentage entre la surface de "non identifiables" et la surface que ces nannoflores se partagent.

2°) Tout au long de cet intervalle couvrant du Tithonique au Barrémien, soit 35 millions d'années, dans cette série restée exceptionnellement calcaire, on a donc eu successivement une contribution majoritaire des *Conusphaera*, puis - tout au long du Crétacé inférieur - des *Nannoconus*, les uns et les autres se superposant à un bruit de fond plutôt discret des coccolithes.

On sait que des séries contemporaines, mais dominées par des alternances calcaires-marnes, par exemple dans la fosse vocontienne, ont révélé des calcaires surtout faits de *Nannoconus* et des marnes riches en coccolithophoridées. Des auteurs ont affirmé, sur la foi de modélisations plus ou moins fondées, qu'il y avait eu superposition sur un "bruit de fond argileux sensé être constant" de brusques passées de calcaire dont la sédimentation aurait été très rapide. L'étude de la Maiolica ne confirme pas cette interprétation. Dans une mer dépourvue d'apports argileux, la sédimentation pélagique calcaire s'est poursuivie au fil du temps pendant 35 millions d'années. C'est la présence de l'argile qui est responsable de l'éclipse des *Nannoconus* et de la réapparition de nannoflores de coccolithophoridées diversifiées et c'est, au contraire, l'absence de tout apport argileux pendant une période de quelque longueur que ce soit, qui rend compte de la prolifération des *Nannoconus* et de l'extrême réduction d'abondance des coccolithophoridées.

3°) Dans cette formation Maiolica, les intercalations marneuses n'atteignent une épaisseur suffisante pour être échantillonnées que dans les derniers mètres de formation. Elles s'avèrent - comme dans les cas d'alternances marnes-calcaires caractérisées contemporaines - surtout riches en coccolithes diversifiés ou relativement diversifiés, auxquels s'ajoutent parfois quelques éléments désagrégés de *Nannoconus*. Le contraste rappelé ci-dessus se vérifie donc encore ici, bien que seulement sur quelques mètres.

4°) Les alternances calcaires-marnes du Crétacé inférieur sont donc sous le contrôle exclusif d'arrivées pulsatoires de matériel argileux. Ces arrivées ou leur rémission pilotent la nature et l'importance de la contribution nannofloristique calcaire, différentes dans chacun des termes du rythme. Les interprétations privilégiant les mécanismes diagénétiques pour rendre compte du rythme ne sont donc pas soutenables. A elle seule la rythmicité impose un contrôle climatique (Noël, 1968) sans que le recours hypothétique à des périodicités égales à tel ou tel cycle actuel découlant des observations de Milankovitch n'apporte de confirmations d'ailleurs superfétatoires. Dans cette invocation du climat, des facteurs tels que les variations de températures semblent peu aptes à rendre compte de ces arrivées pulsatoires d'argiles. A ce stade des recherches, le fait capital serait de comprendre ce qui est responsable de ces flux argileux rythmiques. Mais, à cet égard, les hypothèses flottent encore des plus thalassocratiques (successions rythmiques de mouvements eustatiques) aux plus géocratiques (recrudescence de l'alluvionnement continental), sans qu'aucune ne puisse s'imposer parce qu'aucune n'est encore réellement fondée.

CRESTA S., MONECHI S., PARISI G. - *Mem. Carta Geol. Ital.* 39, 1989, p. 1-185.

WIECZOREK J. - *Ann. Soc. Geol. Poloniae*, 58, 1988, p. 255-276.

## **LISTE DES AUTEURS**

<b>AUTEURS</b>	<b>P Numéro</b>
ADER Magali	p. 3
BAUSCH Walter M.	p. 4
BEAUDOIN Bernard	p. 6
BREHERET Jean-Gabriel	p. 18
BULOT Luc	p. 12
BUSSON Georges	p. 19 - 21
COJAN Isabelle	p. 1
CORNEE Annie	p. 19 - 21
CROUZEL Fernand	p. 8
DROMART Gilles	p. 3
FELLAH Nadjet	p. 21
FERRY Serge	p. 14 - 16
HANZO Micheline	p. 10
LATHUILIERE Bernard	p. 10
MANGIN Anne-Marie	p. 19 - 21
MOREAU Marie-Gabrielle	p. 1
NOEL Denise	p. 19 - 21
ORY Jérôme	p. 1
PENIGUEL Gérard	p. 10
PINAULT Michel	p. 6
QUESNE Didier	p. 16
RUBINO Jean-Loup	p. 14
VIDAL Gérard	p. 3



## LISTE DES PUBLICATIONS

---

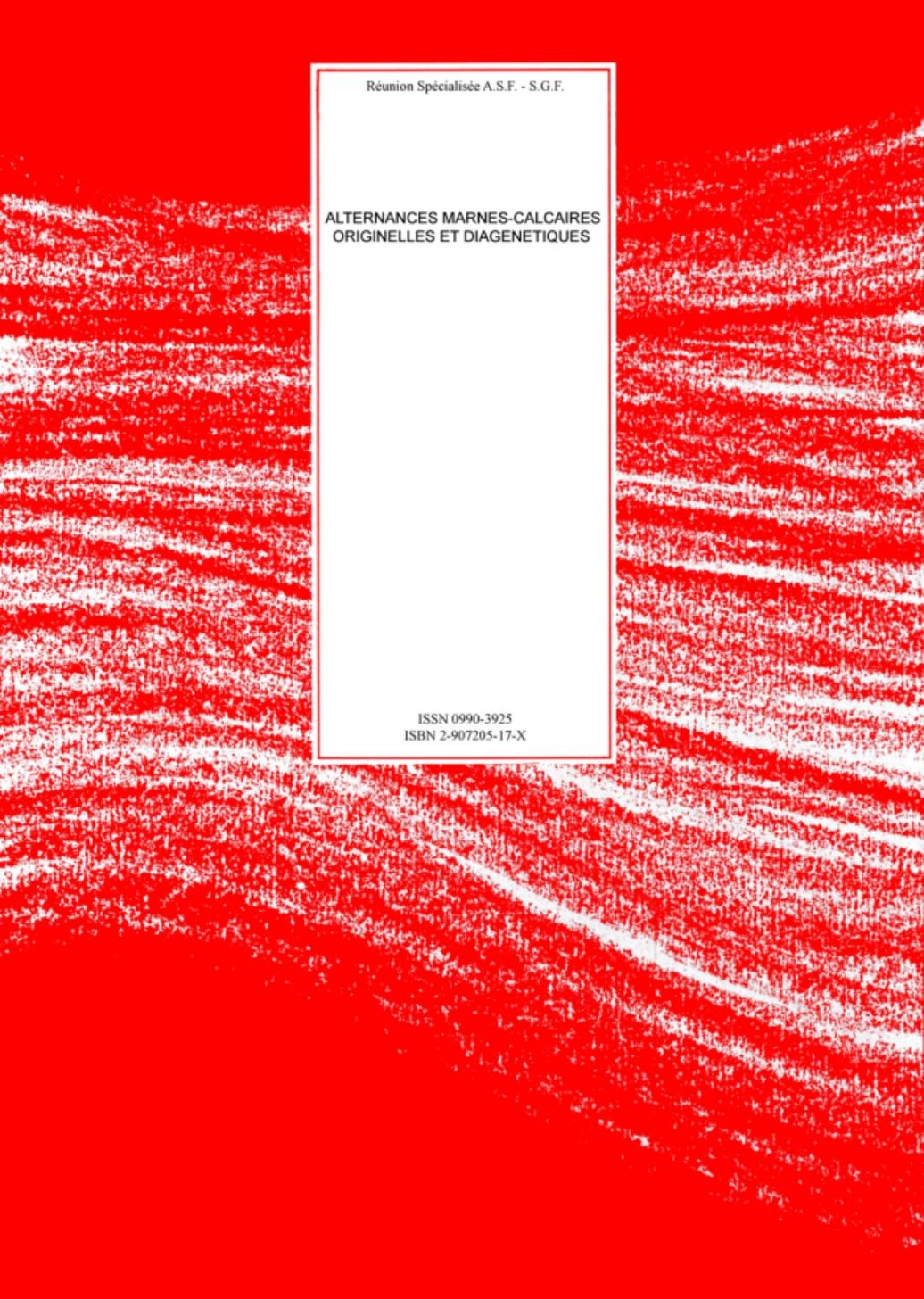
Les publications de l'A.S.F. actuellement disponibles sont les suivantes :

- n° 0 - La sédimentation du Jurassique. Paris, 1979.
- n° 1 - 1er Congrès Français de Sédimentologie.  
19-20 novembre 1987. - Livre des résumés.
- n° 2 - L'éventail sous-marin de Ceüse (S.E. France) à l'Apto-Albien.  
5-6 octobre 1987. - Livret-guide de l'excursion.
- n° 3 - Sédimentation molassique et paléopédogénèse en Languedoc.  
16-18 septembre 1987. - Livret-guide de l'excursion.
- n° 4 - Passages carbonates - silicates.  
15-16 juin 1987. - Livre des résumés.
- n° 5 - Paléobathymétrie, eustatisme et séquences de dépôts.  
3-4 juin 1988. - Livre des résumés.
- n° 6 - Le Trias détritique de Provence du Dôme de Barrot et du Mercantour. Exemples de  
sédimentation continentale en contexte anorogénique.  
15-17 juin 1988. - Livret-guide de l'excursion.
- n° 7 - Biosédimentologie. Réunion Spécialisée APF-ASF-SGF.  
10-11 octobre 1988. - Livre des résumés.
- n° 10 - Livre des résumés du 2ème Congrès Français de Sédimentologie. Paris, 1989.
- n° 11 - Mesozoic eustacy record on Western Tethyan margins.  
Book of Abstracts of 2ème Congrès Français de Sédimentologie. Lyon, 1989.
- n° 12 - Mesozoic eustacy record on Western Tethyan margins.  
Book of abstracts of 2ème Congrès Français de Sédimentologie. Excursion, 1989.
- n° 13 - Diapirisme sur une marge en distension puis en décrochement. Exemple des  
Pyrénées occidentales françaises.  
27-28-29 avril 1991. - Livret-guide de l'excursion et Table Ronde.
- n° 14 - Sédimentation, diagenèse et séquences de dépôt dans les séries carbonatées de  
plateforme d'âge Bathonien à Oxfodien en Bourgogne.  
27-28-29 juin 1991, Livret-guide de l'excursion.
- n° 15 - 3ème Congrès Français de Sédimentologie.  
18-19-20 novembre 1991 - Livre des résumés.
- n° 16 - 3ème Congrès Français de Sédimentologie.  
17-21-22 novembre 1991 - Livre des excursions.

Pour tout renseignement complémentaire, s'adresser à :

**l'Association des Sédimentologistes Français  
Maison de la Géologie, 77 rue Claude Bernard, 75005 Paris**

Ce document a été imprimé par  
PHOTOLABO HASSLER  
4 rue Dancourt, 77300 Fontainebleau



Réunion Spécialisée A.S.F. - S.G.F.

**ALTERNANCES MARNES-CALCAIRES  
ORIGINEELLES ET DIAGENETIQUES**

ISSN 0990-3925  
ISBN 2-907205-17-X