

PARIS, le 8 décembre 1994

**RÉUNION SPÉCIALISÉE  
ASF-SGF**

**GÉOMÉTRIE  
ET PRODUCTIVITÉ  
DES  
PLATE-FORMES  
CARBONATÉES**

LIVRE DES RÉSUMÉS



**DES  
ASSOCIATION  
SEDIMENTOLOGISTES  
FRANÇAIS**

SEANCE SPECIALISEE  
A.S.F.-S.G.F.

Géométries et Productivité  
des Plates-Formes carbonatées

Paris, Maison de la Géologie

8 Décembre 1994





## AVANT PROPOS

Le but de cette séance spécialisée ASF-GSF est de faire un état des connaissances de la communauté scientifique française sur les géométries des plates-formes carbonatées dans leurs contextes tectonique et stratigraphique, en y associant les différentes modalités de productivité des carbonates.

Il en résulte un ensemble de présentations qui sont regroupées selon trois thèmes principaux :

### **1) Stratigraphie : échelle de résolution et écosystèmes**

Un progrès fondamental de la dernière décennie consiste en la hiérarchisation des systèmes stratigraphiques (du 2ème au 5ème ordre) grâce à l'application de la stratigraphie séquentielle haute résolution. Celle-ci permet d'une part de bien préciser les géométries des systèmes carbonatés, et, d'autre part, d'étudier le comportement des écosystèmes dans le temps sous l'influence des changements de l'environnement (niveau relatif de la mer, conditions climatiques, etc.).

### **2) Tectonique et géométries**

L'influence de la tectonique joue sur plusieurs niveaux, du taux de subsidence à l'échelle du bassin aux déformations des marges des plates-formes carbonatées. Mais jusqu'à quelle limite la tectonique est-elle à l'origine des géométries grande échelle?

### **3) Productivité**

Les plates-formes carbonatées, en tant que systèmes biologiques, ont la capacité de faire varier leur productivité en carbonates. Cependant, les causes de ces variations restent mal connues. La solution se trouve-t-elle inscrite dans la lecture du message géochimique?

A la fin de la journée, une discussion sera engagée sur des thèmes futurs de la géologie des carbonates entre représentants de l'université, des centres de recherches gouvernementaux et du monde industriel, en particulier des compagnies pétrolières. Nous proposons d'ouvrir la discussion notamment sur: l'état d'avancement des nouveaux outils comme la stratigraphie séquentielle haute résolution, l'importance des études interdisciplinaires (stratigraphie, sédimentologie, paléontologie, géochimie, ...), le développement de nouvelles techniques (diagénèse en contexte stratigraphique, gamma-ray spectral sur l'affleurement, ...), les implications des développements nouveaux pour l'exploration et la production pétrolière.

Denis Vaslet (BRGM), Frans van Buchem (IFP)



# GÉOMÉTRIES ET PRODUCTIVITÉ DES PLATES-FORMES CARBONATÉES

Séance spécialisée ASF-SGF

8 Décembre 1994

Maison de la Géologie, 77 rue Claude Bernard, Paris

## PROGRAMME DE LA JOURNÉE

9.00-9.15	Introduction
9.15-10.30	Session 1; Stratigraphie: échelle de résolution et écosystèmes
10.45-11.15	Pause café
11.15-12.30	Session 1; Stratigraphie: échelle de résolution et écosystèmes
12.30-13.30	Déjeuner
13.30-14.15	Assemblée Générale ASF
14.15-15.30	Session 2; Géométries et tectonique
15.30-16.00	Pause thé
16.00-17.15	Session 3; Productivité
17.15-18.00	Table ronde (travaux futurs)

21 Présentations orales de 15 minutes

8 Posters

# PRÉSENTATIONS ORALES

## INTRODUCTION

9.00- 9.15

- *G. BOILLOT* (représentant SGF)
- *F. GUILLOCHEAU* (Président ASF)
- *D. VASLET, F. VAN BUCHEM* (organisateurs)

## SESSION I

### STRATIGRAPHIE: ÉCHELLE DE RÉOLUTION ET ÉCOSYSTÈMES

9.15- 9.30 *J.P. MASSE*

Anatomie et fonctionnement de la plate-forme urgonienne à Rudistes (Aptien inférieur p.p.) des monts de Vaucluse et du Ventoux (S.E. de la France)

9.30-9.45 *J. PHILIP, P. JOLET*

Plates-formes carbonatées du Crétacé supérieur de Provence: géométrie, séquences et biofaciès

9.45- 10.00 *D. QUESNE, S. FERRY*

Sédimentologie de faciès et organisation paraséquentielle des calcarénites périurgoniennes d'Archiane (Vercors)

10.00- 10.15 *F. GAUMET, J.P. GARCIA, G. SAMBET*

Faciès, géométrie et profils de dépôt de la bordure de la plate-forme bourguignonne au Bathonien- Callovien

10.15- 10.30 *A. SCHWAB*

Oligocene-Miocene shallow carbonates in offshore Tunisia: a case study of a CSM forward seismic model

10.30- 10.45 *A. IZART, C. BRIAND, D. VASLET*

Stratigraphie séquentielle du Moscovien, Kasimovien, Gzhelien du bassin de Moscou et mécanismes de génèses des séquences

10.45- 11.15 PAUSE CAFÉ

11.15- 11.30 *J. THIERRY*

Contrôle biostratigraphique et géométrie des dépôts carbonatés: exemples dans les plates-formes du Bassin de Paris et du Bassin du Sud-Est au Jurassique Moyen

11.30- 11.45 *J.L. RUBINO, J.L. LESUEUR, L. GUY, B. GRANIER, G. CLAUZON*

Les cortèges transgressifs du Miocène méditerranéen: des plates-formes carbonatées du type Foramol sous contrôle tidal

11.45- 12.00 *A. ARNAUD-VANNEAU, H. ARNAUD , G. CAMOIN*

Production carbonatée et variations du niveau de la mer sur deux types de plates-formes carbonatées: reliée à un continent (plate-forme urgonienne) et isolée en mer (guyots Pacifique)

12.00- 12.15 *F. BOULVAIN , A. HERBOSCH*

Anatomie des monticules micritiques frasniens (Synclitorium de Dinant, Belgique, France) et contexte eustatique

12.15- 12.30 *F.G. BOURROUILH-LE JAN , F. PETERSON-STUART*

Construction d'une plate-forme carbonatée Holocène: régression et haute énergie (Mataiva, Tuamotu du NW.)

12.30- 13.30 DÉJEUNER

13.30- 14.15 ASSEMBLÉE GÉNÉRALE ASF

## **SESSION II**

### **GÉOMÉTRIES et TECTONIQUE**

14.15- 14.30 *J.-P. SAINT MARTIN, G. CONESA, J.-J. CORNEE, J. MULLER, J.-P. ANDRE*

Anatomie de quelques plates-formes carbonatées progradantes messiniennes de Méditerranée Occidentale

14.30- 14.45 *M. RIOUAL, F. ORSZAG-SPERBER , B. PURSER*

Plates-formes carbonatées dans un contexte de rift: exemple des séries plio-quadernaires du Golfe de Suez

14.45- 15.00 *B. GRANIER , A. VIRGONE*

Anatomie d'un prisme transgressif en bordure de plate-forme: le membre supérieur de la Formation Sierra del Pozo (Valanginien inférieur) au Cabezon de Oro (Alicante, Espagne), implications régionales

15.00- 15.15 *F. GUILLOCHEAU, S. BARBIER, C. ROBIN, P. LE STRAT , G. DAGALLIER*

Déformation et production carbonatée. L'exemple du Bassin de Paris au Jurassique supérieur.

15.15- 15.30 *M. STEFANI, F. VAN BUCHEM , A. BOSSELINI*

Carbonate production and depositional geometries of the Middle Triassic platforms of the Italian Dolomites

15.30- 16.00 PAUSE THÉ



### **SESSION III**

#### **PRODUCTIVITÉ**

16.00- 16.15 *P. HOMEWOOD*

Feedback systems for the carbonate factory

16.15- 16.30 *M. METTRAUX, P. HOMEWOOD*

Faible production ou préservation minimale de carbonates, un faux problème? Le Lias moyen du Morvan aux Alpes.

16.30- 16.45 *G. DROMART, P. ALLEMAND, J.P. GARCIA*

Variations de la production carbonatée au cours du Jurassique sur un transect Bourgogne-Ardèche

16.45- 17.00 *F. VAN BUCHEM, G. EBERLI, M. WHALEN, E. MOUNTJOY, P. HOMEWOOD*

Sea level control on organic and carbonate carbon distribution and geometrical styles in a mixed carbonate/siliciclastic system (Upper Devonian, W. Alberta, Canada)

17.00- 17.15 *M. RENARD*

Rôle des plates-formes dans la régularisation des systèmes chimiques sédimentaires (éléments traces, isotopes stables)

#### **TABLE RONDE**

17.15- 18.00 *F. GUILLOCHEAU (Univ. de Rennes) , J. PHILIP (Univ. de Provence), P. HOMEWOOD (ELF Aquitaine Production), B. GRANIER (TOTAL), D. VASLET (BRGM), F. VAN BUCHEM (IFP)*

## POSTERS

- *R. BOURROUILH*

Evolution de la plate-forme carbonatée crétacée ibérique, entre la vallée d'Ossau et le massif de Aldudes (Pyrénées Occidentales)

- *F.G. BOUROUILH-LEJAN, N. PAYSAN, R. BOURROUILH, A. LEVY, L. DOYLE*

Modification anthropique d'un modèle carbonaté: la baie de Floride devient-elle évaporitique?

- *A. DIOP, CL. GUERNET, Ch. POMEROL, B.H. PURSER*

Etude de la plate-forme carbonatée Paléocène du Sénégal occidental

- *G. DROMART, B. ROUSELLE*

Partitions stratigraphiques des environnements et produits carbonatés dans l'Aalénien du Sud-Est de la France

- *G. GÉGA, B. CALINE, P. MASSE, Ch. SEYVE*

Caractérisation des discontinuités biostratigraphiques dans un réservoir carbonaté mixte de plate-forme albienne du Congo

- *B. GRANIER*

En système carbonaté, les prismes dits "de bordure de plate-forme" et ceux dits "de bas niveau", ne représenteraient-ils pas des prismes transgressifs?

- *P. JOLET, J. PHILIP*

Paraséquences de plate-forme mixte (carbonatée-siliciclastique). Le Turonien de Provence.

- *ROGER J., Ph. RAZIN, C. BOURDILLON, J.P. PLATEL, R. WYNS*

Géométrie et production des plates-formes carbonatées paléogènes d'Oman



## **RESUMES**

Les résumés sont classés par ordre alphabétique.

La liste des auteurs se trouve à la page 49.

## **Production carbonatée et variations du niveau de la mer sur deux types de plates-formes carbonatées: reliée à un continent (plate-forme urgonienne) et isolée en mer (guyots du Pacifique)**

Annie ARNAUD VANNEAU\*, Hubert ARNAUD\*, Gilbert CAMOIN\*\*

\* URA 69, Institut Dolomieu, rue Maurice Gignoux, 38031 Grenoble cédex.

\*\* Université de Provence, Centre de Sédimentologie, 3 Place Victor Hugo, 13331 Marseille cédex 3

Les plates-formes crétacées dont il est question diffèrent par leur dimensions spatiales, leurs topographies et la présence ou l'absence d'apports détritiques terrigènes.

La plate-forme urgonienne des chaînes subalpines, d'âge Barrémien-Aptien inférieur, est adossée au continent européen. S'étendant sur des milliers de km<sup>2</sup>, elle n'est pas limitée à cette région mais entoure le bassin vocontien et se développe largement, au-delà, sur la marge nord téthysienne. Régionalement, sa topographie est celle d'une rampe ou d'un *rimmed shelf* penté de quelques degrés.

Les guyots du Pacifique sont par contre de petites plates-formes carbonatées recouvrant des édifices volcaniques antérieurement érodés puis submergés. Leur superficie est réduite à quelques dizaines de kilomètres carrés et leur topographie externe est de type *bypass* avec une pente extrêmement forte, voisine d'une vingtaine de degrés. Les exemples sélectionnés sont les guyots Resolution [Leg 143] (Hauterivien-Albien) et Takuyo-Daisan [Leg 144] (Aptien-Albien) d'une part, et le guyot Wodejebato [Leg 144] (Campanien-Maastrichtien) d'autre part.

Les écosystèmes qui s'observent sur ces plates-formes sont liés, d'une part à l'espace disponible qui existe entre le fond sous-marin et le niveau de la mer et, d'autre part, à la superficie de la plate-forme recouverte par la mer. Ces deux éléments agissent directement sur les facteurs écologiques tels que température, luminosité, agitation, nature du substrat, salinité, oxygénation et apports détritiques. Ces écosystèmes changent très vite en fonction de la variation de l'espace disponible. Ainsi, au sein d'une même paraséquence inframétrique, les écosystèmes de la base et du sommet peuvent-ils être si différents que les paléoenvironnements de ces deux points extrêmes n'ont plus aucune similitude. Néanmoins, si l'ensemble des paraséquences d'un cortège sédimentaire est pris en considération, des règles générales peuvent être appliquées, et des écosystèmes à plus grande échelle identifiés.

**Pendant les périodes de bas niveau marin**, les plates-formes sont de type *rimmed shelf*. Le niveau de la mer peut se situer au niveau, au-dessus ou au-dessous de la rupture de pente de la bordure; les écosystèmes qui s'y installent alors sont particulièrement résistants à l'action des vagues. Il peut s'agir de petits ensembles coralliens accompagnés d'une faune de foraminifères benthiques et d'algues calcaires de grandes dimensions (taille moyenne entre

300 et 500  $\mu\text{m}$ ). Ces sédiments grossiers correspondent à des sables propres (grainstones) qui alimentent des cônes sous-marins d'épaisseur métrique et d'extension plurikilométrique. Dans le cas des guyots, ces écosystèmes ne sont qu'exceptionnellement préservés sur la bordure des édifices. Dans le cas de l'Urgonien, une plate-forme carbonatée étroite se développe, caractérisée par des sédiments bioclastiques grossiers et l'absence habituelle de faciès de lagon.

**Pendant les périodes de remontée du niveau de la mer**, les écosystèmes se succèdent à mesure que l'espace disponible et la surface ennoyée augmentent. Tant que la profondeur est faible (base du cortège transgressif), les sédiments sont représentés par des sables vaseux provenant du remaniement d'éléments fossiles et par l'accumulation d'organismes contemporains usés et corrodés (faciès de transgression). C'est dans ce contexte que peuvent apparaître des faciès confinés caractérisés par une activité bactérienne dominante. Quand la tranche d'eau devient plus importante, deux écosystèmes peuvent prendre de l'importance selon l'abondance des apports détritiques : lorsque ces apports sont nuls ou réduits, les faciès de lagon à rudistes se développent; au contraire, quand les apports détritiques sont plus abondants, les herbiers très riches en bivalves, gastéropodes, oursins et foraminifères benthiques variés deviennent dominants. Dans les deux cas, certaines espèces particulières de foraminifères benthiques apparaissent et pullulent parfois sur la plate-forme, comme les Orbitolines et les Choffatelles au Crétacé inférieur et moyen, et les Dicyclines au Crétacé supérieur. Le maximum d'inondation ne correspond pas à un changement majeur dans la composition des écosystèmes puisque seulement 5 % des espèces de foraminifères indique que les milieux sont devenus plus profonds; dans ce cas, les foraminifères pélagiques et le nannoplancton peuvent être en nombre suffisant pour être fossilisés.

**Dans le cas des cortèges de haut-niveau marin**, les premières paraséquences de la base du cortège (*early highstand*) montrent que l'espace disponible est toujours important; c'est la période de développement maximal des faciès à rudistes. Par contre, les apports détritiques terrigènes cessent, attestant un changement probable dans le paysage continental. En même temps, les espèces indicatrices du cortège transgressif, comme les foraminifères précédemment cités, disparaissent.

A mesure que la vitesse d'élévation du niveau marin diminue (*late highstand*), l'espace disponible est très rapidement comblé. Des milieux de plus en plus confinés peuvent alors apparaître jusqu'à quelques centaines de mètres seulement de la bordure de la plate-forme, même dans le cas de petits guyots de diamètre kilométrique comme Wodejebato. Les sommets des paraséquences montrent alors des indices d'émersion et cela jusque très près de la bordure de la plate-forme.

## Anatomie des monticules micritiques frasniens (Synclinorium de Dinant, Belgique, France) et contexte eustatique

Frédéric Boulvain\* & Alain Herbosch\*\*

\* Service géologique de Belgique, rue Jenner, B-1040 Bruxelles

\*\* Département des Sciences de la Terre et de l'Environnement, Université Libre de Bruxelles, 50 av. Roosevelt, B-1050 Bruxelles.

Au cours du Frasnien, plusieurs épisodes de développement de monticules micritiques se succèdent dans la partie méridionale de l'actuel Synclinorium de Dinant. **En contexte eustatique relativement stable, ces édifices croissent au large d'une plate-forme barrée** (Membre du Lion, partie moyenne du Frasnien). **Durant les périodes de variations rapides du niveau marin, ils se développent sur une rampe homoclinale** (Membre de l'Arche, partie inférieure du Frasnien et Formation de Neuville, partie supérieure du Frasnien). Un modèle des bioconstructions de la Formation de Neuville a été développé (Boulvain, 1993; Bourque & Boulvain, 1993). Il s'agit de lentilles calcaires de 50 à 80 m de puissance, isolées au sein d'un encaissant argileux. Bien que les coraux ne soient pas les organismes constructeurs principaux, l'utilisation de trois cénozones à rugueux permet une stratigraphie fine des édifices et de leur encaissant (Coen-Aubert, 1982). Brièvement, de la base au sommet des monticules, on observe la séquence suivante:

- surmontant les calcaires argileux infra- et péri-biohermaux, des mudstones rouges à stromatactis et spicules d'éponges (MF3);
- ces sédiments s'enrichissent progressivement d'abord en coraux et crinoïdes (MF4), ensuite en stromatopores, péloïdes algaires et *Sphaerocodium* (MF5); des wackestones roses à fenestrae, brachiopodes, péloïdes, coraux soulignent des augmentations périodiques de la turbulence;
- vers le coeur des biohermes apparaissent des bindstones algaires et cryptalgaires gris à coraux, stromatopores et *Renalcis* (MF8) et des packstones à péloïdes et Codiacées-Udotéacées (MF8), tandis qu'en périphérie s'observe une forte extension des faciès rouges à coraux, crinoïdes, péloïdes (MF5) qui progradent sur les sédiments argileux péri-biohermaux entremêlés de coulées crinoïdiques (MF9);
- l'extrême sommet des monticules est caractérisé par une récurrence rapide des faciès rouges à coraux (MF4), puis à stromatactis (MF3), précédant l'invasion par des schistes à faune appauvrie.

Ces monticules se sont édifiés d'abord sous la zone d'action des vagues et sous la zone photique, en milieu micro-aérophile permettant le développement des bactéries ferro-oxydantes à l'origine du pigment hématitique (MF3-4). Le régime est transgressif et le taux d'accrétion des monticules est légèrement supérieur à l'élévation relative du niveau marin. La zone d'action des vagues de tempête et la zone photique des algues bleu-vertes sont atteintes avec le développement des faciès à péloïdes (MF5). Les faciès algaires et cryptalgaires gris (MF7-8) se développent dans la zone d'action des vagues normales, en milieu bien oxygéné (disparition des bactéries ferro-oxydantes) tandis que progradent sur les flancs des édifices, des faciès plus riches en coraux (MF5), le tout à la faveur d'une baisse eustatique à l'échelle du bassin. La récurrence des faciès rouges est due à un retour au régime transgressif, avec une élévation du niveau marin plus rapide que le taux d'accrétion biohermal.

Les monticules du Membre de l'Arche présentent une succession de faciès plus simple, débutant directement avec des faciès roses à coraux, stromatopores, crinoïdes, péloïdes (MF5) et se poursuivant ensuite par des calcaires gris algaires et cryptalgaires (MF7-8). Ceci implique une profondeur initiale de développement moindre que dans le cas des biohermes de la Formation de Neuville (Boulvain & Herbosch, 1993).

Les monticules du Membre du Lion sont des édifices beaucoup plus vastes, de 100 à 200 m de puissance pour un diamètre kilométrique. Leur constitution est nettement plus simple que celle des biohermes décrits ci-dessus (Boulvain & Coen-Aubert, en prép.). Une proportion importante des monticules est constituée par des floatstones gris à stromatopores, stromatactis, brachiopodes, tabulés (S6), incluant localement des lentilles de wackestones roses à coraux, stromatopores, crinoïdes, péloïdes (S5). Dans leur partie supérieure apparaissent des faciès algaires et cryptalgaires (S7-8), surmontés de rudstones gris à stromatopores branchus (S10) et de loférites à péloïdes (S11). Ces deux derniers faciès semblant caractériser l'arrière (back-reef) des bioconstructions.

A ce stade de l'étude, la comparaison des deux types de biohermes: Lion=contexte eustatique relativement stable et Arche/Neuvville=pulsations eustatiques montre que le contrôle eustatique s'exerce principalement sur la taille et la morphologie des édifices d'une part et sur l'épaisseur des unités faciétales et la géométrie de leurs surfaces de transition d'autre part. La succession écologique en elle-même reste le résultat d'une structuration autogénique des communautés organiques.

Ces observations, basées principalement sur l'étude des faciès biohermaux, sont confirmées par l'étude de coupes corrélées stratigraphiquement, situées en milieu non biohermal, au nord du bassin de sédimentation (Boulvain & Coen-Aubert, 1989).

#### BIBLIOGRAPHIE

- F. BOULVAIN (1993): Sédimentologie et diagenèse des monticules micritiques "F2j" du Frasnien de l'Ardenne. *Serv. Géol. Belgique Prof. Papers*, 1993 (2), 260, 427 pp.
- F. BOULVAIN & M. COEN-AUBERT (1989): Modèle sédimentologique des monticules micritiques de la partie supérieure du Frasnien du Massif de Philippeville et corrélations séquentielles avec le bord nord du Synclinorium de Dinant (Belgique). *C.R. Acad. Sc. Paris*, 309 (II), 81-87.
- F. BOULVAIN & A. HERBOSCH (1993): sédimentologie et diagenèse des monticules micritiques "F2j" et "F2d" du frasnien belge. *4e Congrès français de Sédimentologie, livre des excursions*. 1-51.
- P.A. BOURQUE & F. BOULVAIN (1993): A model for the origin and petrogenesis of the red stromatolite limestone of Paleozoic carbonate mounds. *J. of Sedimentary Petrology*, 63 (4), 607-619.
- M. COEN-AUBERT (1982): Rugueux solitaires du Frasnien de la Belgique. *Bull. Inst. r. Sc. nat. Belgique*, Sc. de la Terre, 54/6, 1-65.



## GEOMETRIE ET PRODUCTION DES PLATE-FORMES CARBONATEES

### EVOLUTION DE LA PLATE-FORME CARBONATEE CRETACEE IBERIQUE, ENTRE LA VALLEE D'OSSAU ET LE MASSIF DES ALDUDES (PYRENEES OCCIDENTALES).

Robert BOURROUILH, Cinématique de Bassins et Marges, Université Bordeaux I, Avenue des Facultés, 33405. TALENCE Cédex.

La divergence Atlantique provoque au Mésozoïque la séparation Ibérie -Aquitaine Sud. Au Nord, se forment des bassins sédimentaires complexes, certains en subsidence rapide et qui reçoivent des sédiments épais, d'abord anoxiques (Aptien), puis en raison de l'inversion de relief de la zone Sud de divergence, allochtones, et distribués par des systèmes de canyons-cones sous-marins.

Sur la partie stable de la marge ibérique, une plate-forme carbonatée se développe rapidement, d'une façon diachrone. Suivant les transversales, sa naissance peut débuter avant le Cénomanién, mais le Cénomanién marque la généralisation de son extension.

A l'Est de la région étudiée, dans les unités tectoniques des Eaux Chaudes, rattachées classiquement à la "nappe de Gavarnie", les sédiments de la plate-forme carbonatée crétacée ibérique sont discordants sur du Paléozoïque plissé et faillé, et sur du Permo-Trias (?). L'ensemble est étroitement imbriqué dans les unités chevauchantes des Eaux Chaudes, formant un vaste pli couché, déversé vers le Sud.

L'étude séquentielle, sédimentologique et pétrographique des sédiments crétacés ibériques des Eaux Chaudes montre en fait deux paléogéographies superposées de plate-forme carbonatées :

- la divergence/transformation Ibérie/Aquitaine Sud contrôle la première plate-forme carbonatée Cénomanién-Coniacien, à faciès transgressifs, la formation des environnements, ainsi que les carbonates et leur accumulation.

- au Coniacien, cette première paléogéographie se termine : de basse énergie, la plate-forme devient de haute énergie, à faciès régressifs

La marge ibérique est à cette époque très comparable à la marge actuelle Floride-Bahama.

- La convergence/transformation Ibérie-Europe amène l'émersion-érosion, puis la formation en subsidence diachrone et croissante d'une deuxième plate-forme carbonatée au Santonien. Le Santonien est discordant et transgressif, puis s'approfondit vers l'Ouest.

Au Campanien, la convergence Ibérie-Aquitaine provoque l'homogénéisation des faciès allochtones-autochtones de la région des Eaux Chaudes, par apparition d'un système de transfert "shelf-break" pente-bassin, avec développement de flyschs carbonatés et érosion progressive de la plate-forme précédente.

Plus à l'Ouest, au niveau du Pic d'Anie et de la Pierre St Martin, des séries analogues apparaissent, marquées cependant par des variations d'environnements.

A l'Ouest encore, au niveau du massif des Aldudes, la sédimentation et la géométrie de la plateforme carbonatée crétacée, discordante sur le Paléozoïque, répond également aux contrôles divergence-convergence, sur lesquels viennent se superposer des contrôles régionaux de transformation.

L'étude de la formation et de l'évolution de la plate-forme carbonatée crétacée ibérique, depuis la Vallée d'Ossau jusque dans les Massifs Basques permet de suivre l'interaction de contrôles régionaux et globaux. L'héritage structural apparaît déterminant dans la formation, la localisation et la genèse des environnements, dans les géométries et dans la sédimentation de plate-formes carbonatées. Les facteurs globaux d'expansion, de convergence et/ou de transformation, les variations globales du niveau des océans, les variations climatiques apparaissent bien modulées par les conditions et potentialités régionales.

## MODIFICATION ANTHROPIQUE D'UN MODELE CARBONATE : LA BAIE DE FLORIDE DEVIENT-ELLE EVAPORITIQUE ?

F.G. BOURROUILH-LE JAN<sup>1</sup>, N. PAYSAN<sup>1</sup>, R. BOURROUILH<sup>1</sup>, A. LEVY<sup>2</sup> et L. DOYLE<sup>3</sup>.

<sup>1</sup> Laboratoire CIBAMAR, Université Bordeaux 1, Avenue des Facultés, 33405 Talence  
Cédex, FRANCE, Tél. 56 84 88 23, FAX 56 84 88 77

<sup>2</sup> Laboratoire de Stratigraphie, T15-E1, 4 place Jussieu, 75252 Paris Cédex 05,  
FRANCE

<sup>3</sup> The Center for Nearshore Research, University of South Florida, 140th Seventh  
Avenue South, St Petersburg, 33701 Florida, USA.

La baie de Floride est considérée classiquement comme un modèle de sédimentation carbonatée peu profonde de transition eau douce-eau marine, dont les faciès principaux sont des mudstones ou des wackestones à Lamellibranches et Foraminifères (ENOS and PERKINS, 1979). Ces principaux faciès se déposent au niveau de banquettes sous-marines à zostères en relation avec des bassins très peu profonds (0,3 à 3 m de profondeur).

Située sur la côte SE des Etats-Unis, à l'extrême sud de la péninsule de Floride, la Baie de Floride se présente sous la forme d'un triangle de 2 300 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au nord par les vastes marais des Everglades et est séparée du Chenal de Floride à l'Est et au Sud par le chapelet incurvé des Keys de Floride. A l'Ouest, elle s'ouvre largement sur le Golfe du Mexique. Dès 1956, GINSBURG signalait l'arrivée de très fortes quantités d'eaux douces en provenance du nord de la Baie, à partir des immenses marécages des Everglades qui ne sont eux-mêmes que le déversoir naturel du lac Okeechobee situé au centre de la péninsule de Floride. En effet, la carte des salinités de l'époque indique que la courbe isohaline de 30 g/l se situe et fluctue selon une ligne grossièrement EW dans le tiers inférieur de la baie, tandis que les zones W, E et SW sont respectivement en continuité marine avec le Golfe du Mexique ou le Chenal de Floride, et atteignent petit à petit des salinités marines normales. Cette hydrologie très caractéristique faisait donc déjà de la Baie de Floride un modèle de sédimentation carbonatée peu profonde assez particulier, euryhalin, caractérisé par de fortes dessalures, dû à sa position géographique en zone tropicale humide et sous régime cyclonique. Ce caractère euryhalin se vérifiait dans la biocoenose, caractérisée par une prairie à zostères peuplées de Lamellibranches, Gastéropodes, méduses, Limules (Xiphosures) et de grand foraminifères (Pénéroplidés) caractéristiques des milieux dessalés (*Androsina lucasi*, Lévy 1977).

Cette écologie et cette sédimentologie vont-elles changer?

Les données, recueillies au cours de plusieurs missions récentes (1992, 1994) dans la Baie, montrent d'une part une modification du tracé des courbes isohalines et d'autre part un accroissement considérable de la valeur des salinités mesurées *in situ*. En 1953-1954, la courbe isohaline de 30 g/l se situait au centre de la Baie. En 1994, elle s'est déplacée de 10 km vers le Nord et s'est rapprochée de la côte S des Everglades. Par ailleurs, la zone méridionale de la Baie dont la salinité se situait entre 30 et 35 g/l en 1953-1954 (GINSBURG 1956) montre maintenant, en 1994, des salinités de 37 g/l à plus de 40 g/l.

La physico-chimie des eaux de la Baie de Floride s'est donc profondément modifiée depuis les mesures effectuées en 1953-1954. Le modèle carbonaté n'est plus "classique" : c'est un modèle nouveau. Si l'évolution de la baie continue ainsi, la Baie de Floride pourrait devenir alors un modèle particulier, à tendance évaporitique, voir à terme du type "marina-sabkha". En effet, une telle augmentation des salinités risque, à long terme, de modifier profondément la faune et la flore de la Baie de Floride et de provoquer une catastrophe écologique par la suppression de la niche écologique carbonatée relictive que constituent les prairies sous-marines, l'un des derniers sanctuaires au monde des Limules.

Cette modification entraînerait alors des conséquences sédimentologiques sensibles, en modifiant la nature des particules carbonatées générées par la biocoenose sous-marine, la nature des fluides intersticiels dans la partie superficielle des sédiments carbonatés actuels, et donc une diagenèse carbonatée précoce différente de l'actuelle.

## CONSTRUCTION D'UNE PLATE-FORME CARBONATÉE HOLOCÈNE : REGRESSION ET HAUTE ENERGIE : MATAÏVA, TUAMOTU DU NW.

F. G. BOURROUILH-LE JAN et F. PETERSON-STUART  
Laboratoire CIBAMAR, Université Bordeaux 1,  
Avenue des Facultés, 33405 Talence cédex, FRANCE  
Tél. 56 84 88 23, FAX 56 84 88 77

Entre 5° et 23°27' N ou 5° et 23°27' S, en zone intertropicale, les plates-formes carbonatées actuelles sont soumises à un régime climatique que nous avons qualifié de haute énergie caractérisé par le passage cyclique tous les 5 ans en moyenne (archipel de Bahama et plate-forme S de la Floride en Atlantique, archipel des Tuamotu dans le Pacifique), de cyclones, ouragans ou typhons, selon leur différentes dénominations dans le monde.

Cette activité climatique cyclique se caractérise par des vents dont la vitesse dépasse 118 km/h, des vagues pouvant atteindre une dizaine de mètres d'amplitude, une très forte pluviosité centrée sur l'oeil du cyclone et sur un diamètre moyen de 1600 km.

Les conséquences sédimentaires en domaine carbonatée peu profond sont : d'une part la naissance de turbidites (s. l.) calcaires autour des plates-formes mais aussi le comblement partiel ou total des plates-formes par la production de corps sédimentaires carbonatés en zones supratidales. Ces corps sédimentaires peuvent être composés de boues (Bahama) ou formés de sédiments d'une granulométrie plus grossière (motu des couronnes atolliennes).

L'étude d'un atoll de petites dimensions, tel l'atoll de Mataïva dans les Tuamotu du NW est favorable à l'étude de la nature des particules générées par l'hydrodynamisme de haute énergie ainsi que le devenir final de la plate-forme et son comblement. En effet les atolls de plus grandes dimensions ont des lagons plus profonds (40 m et plus) et un diamètre de plusieurs dizaines de km. L'enregistrement sédimentaire y sera donc beaucoup plus long et plus difficile à suivre.

Mataïva est situé à l'extrême NW de la chaîne atollienne des Tuamotu en Polynésie française, par 148°34' de longitude W et 14°49' de latitude S. Son diamètre E-W est de 9,5 km et NS de 5,5 km. Son lagon peu profond est formé de bassins de 8 m de profondeur, séparés les uns des autres par des seuils de 0,10/0,20 m.

Les traits géomorphologiques principaux sont la présence de quelques "hoa" (passage d'eau océanique à marée haute) sur la façade S de l'atoll, une seule passe peu profonde à l'W et la présence de motu sur presque toute la surface de la couronne atollienne. Les "motu" sont des îles sableuses en position supratidales et recouvertes de plantations de cocoteraies. Récemment cet atoll a subi le passage de plusieurs cyclones ayant atteint la force d'un ouragan (vents supérieurs à 118 km/h) au-dessus de cet atoll.

Schématiquement, les observations sédimentologiques indiquent la destruction des tapis stromatolithiques qui existent tant du côté lagonnaire que du côté océanique et en conséquence la fabrication de particules sédimentaires (intraclastes), l'apport de nappes sédimentaires de la classe des arénites et des rudites en zone sub- à supratidales, l'apport de bioclastes d'origine océanique dans le lagon, ainsi que l'apport d'une grande quantité de matériaux organiques arrachés à la zone émergée.

Ces apports sédimentologiques se doublent de modifications morphologiques importantes : recul des motu vers le lagon, arasement des plages océaniques, décapage des sols, arrachement de la végétation continentale, et surtout apparition de "hoa" appelés "hoa d'ouragans" ne fonctionnant que lors des passages des ouragans et apparaissant toujours dans les mêmes régions de l'atoll.

Le résultat final du passage des ouragans sur un atoll actuel est l'élargissement et l'engraissement progressif des motu et le comblement progressif du lagon. En effet, on constate une faible exportation de matériel carbonaté par suite de la présence de végétation continentale sur les motu, végétation qui fait office de filtre, retient et piège les sédiments.

**ETUDE DE LA PLATEFORME CARBONATÉE  
PALEOCENE DU SENEGAL OCCIDENTAL**

A. DIOP <sup>(1)</sup>, Cl. GUERNET, Ch. POMEROL <sup>(2)</sup> et B.H. PURSER <sup>(3)</sup>

L'étude du Paléocène du Sénégal Occidental a permis de préciser la stratigraphie et de mettre en évidence les traits essentiels de la paléogéographie.

La majeure partie de la sédimentation s'est déroulée au Montien. Le Danien n'est connu que dans le secteur du village de Popenguine. La partie terminale de la série renferme de rares foraminifères planctoniques (*Globorotalia velascoensis*) caractéristiques du Thanétien.

L'analyse sédimentologique permet de distinguer deux séquences principales.

La première est de type estran. La sédimentation est à dominante fine; les textures mudstones et wackestones prédominent. Les grains carbonatés, peu abondants, comprennent des Algues vertes (*Halimeda*), des Lamellibranches, des Gastéropodes, Ostracodes et petits Foraminifères benthiques (*Discorbidae*). Les sédiments détritiques siliceux hétérométriques arrivent sporadiquement dans le milieu de sédimentation.

Les brèches syn-sédimentaires, les dissolutions des grains carbonatés, la dolomitisation précoce, la formation de caliches et le ciment fibreux microstalactitique caractérisent le "tidal flat" ou l'estran.

Verticalement la première séquence est relayée par un domaine infralittoral. Les calcarénites remplacent les calcilutites. La biocénose constituée de lamellibranches, Gastéropodes, Echinodermes, Bryozoaires, d'Algues vertes et rouges, appartient à la zone photique. La base comporte des faciés de haute énergie (Grainstone, oolithes, grains arrondis à sub-arrondis) et des sables qui peuvent monter plus ou moins haut selon la proximité d'une terre émergée. Au sommet apparaissent des Algues rouges formant un bioherme au droit du Dôme de Diass, des Discocyclines et de rares Foraminifères planctoniques; témoins d'un environnement légèrement plus profond que la zone photique (plateforme externe) et d'une meilleure ouverture sur le large.

La sédimentation paléocène du Sénégal Occidental a donné naissance à une masse de calcaires bioclastiques qui passent latéralement à des sédiments plus profonds. Il est isolé du large par une barrière naturelle (rupture de pente, récif, etc...). Les calcaires sont édifiés sur un fond presque horizontal limité par une rupture de pente; ce qui correspond à une plateforme carbonatée.

Celle-ci, située à 600 km du rivage de la mer paléocène, est d'origine tectonique, résultant de la tendance à la surrection de cette région.

La formation de caliches, de dolomie, de gypse, de brèches syn-sédimentaires et la prédominance des smectites dans la fraction argileuse des calcaires, témoignent d'un climat semi-aride ou à saisons alternées.

(1) Département de Géologie, Faculté des Sciences de DAKAR

(2) Laboratoire de Géologie des Bassins sédimentaires, Université P. et M. CURIE.

(3) Laboratoire de Pétrologie Sédimentaire et Paléontologie, Université de PARIS-SUD.

## Variations de la production carbonatée au cours du Jurassique sur un transect Bourgogne-Ardèche

Dromart Gilles<sup>°</sup>, Pascal Allemand<sup>°°</sup> et Jean-Pierre Garcia<sup>°</sup>

<sup>°</sup> Université Lyon 1, Centre Sciences Terre, URA 11, 69622 Villeurbanne Cedex

<sup>°°</sup> Ecole Normale Supérieure de Lyon, URA 726, 69364 Lyon Cedex 07

Notre objectif est de mesurer les variations relatives au cours du temps des vitesses de production carbonatée le long d'un transect intégrant plate-forme et bassin.

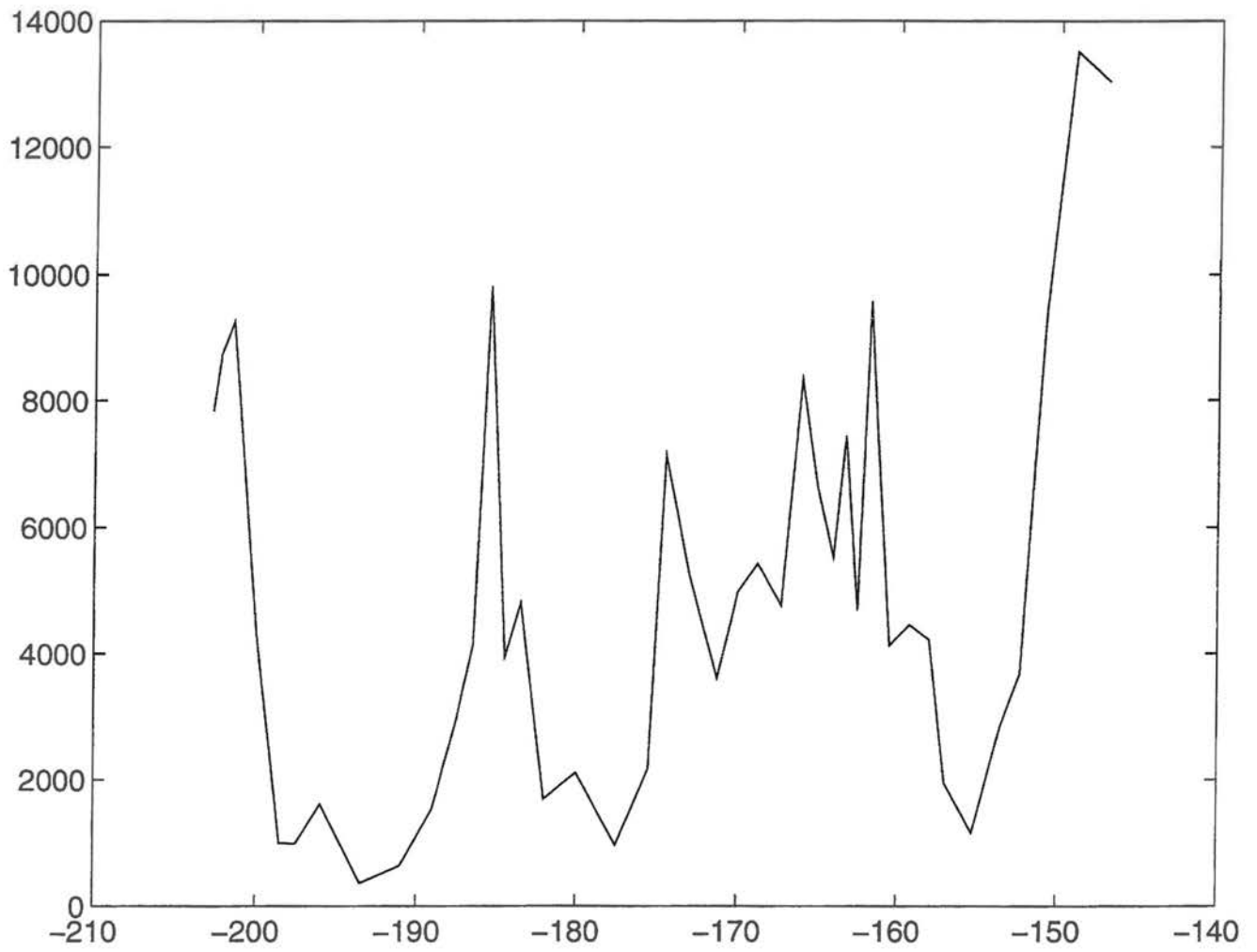
Un transect Nord-Sud est construit depuis le Seuil de Bourgogne (Barges-Côte d'Or) jusqu'à la bordure nord-occidentale du bassin du Sud-Est (Morte Mérie, Ardèche). Un nombre total de 25 puits et un affleurement composent ce transect dont la longueur avoisine 300 km.

Les géométries des séquences de dépôts sont reconstituées suivant la procédure suivante: (1a) Pour chaque puits, les séquences génétiques sont identifiées, dénombrées et regroupées à partir de plusieurs enregistrements diagraphiques (Gamma-Ray, Résistivités, Temps de Parcours, Porosité-Neutron) ; (1b) Ce découpage est contraint et validé par les données pétrographiques, sédimentologiques et biostratigraphiques disponibles sur le puits même et sur les affleurements les plus proches ; (2) Les groupements de séquences génétiques sont ensuite corrélés de proche en proche à partir du ou des puits présentant le découpage le plus fiable. L'intervalle stratigraphique total considéré ici est l'intervalle Hettangien - Oxfordien supérieur. Un total de 42 lignes-temps calées sur l'échelle zonale des ammonites a été tracé. La résolution utilisée varie de 0,5 à 2,5 Ma.

Pour chaque intervalle et pour chaque site, une épaisseur virtuelle de carbonates purs est calculée à partir de mesures directes (calcimétries) et des diagraphies. Les vitesses nettes et ponctuelles d'accumulation carbonatée montrent des valeurs maximales de 50 m/Ma et de 150 m/Ma pour la plate-forme et le bassin respectivement. Pour un même intervalle le long du transect, les valeurs peuvent être relativement homogènes (10 à 40 m/Ma pour le Bajocien supérieur) ou très différenciées (0 à 150 m/Ma durant l'Aalénien inférieur).

A partir des épaisseurs théoriques de carbonates purs calculées précédemment, nous pouvons sur le transect déduire la surface entre deux lignes-temps en intégrant les distances entre les puits. La surface totale de chaque intervalle est rapportée à une unité de temps de façon à exprimer les résultats en m<sup>2</sup>/Ma. Les valeurs obtenues pour chaque intervalle sont reportées en fonction du temps (Figure jointe). Ce diagramme montre que la productivité totale sur le transect au cours du temps est cyclique. Les valeurs des points hauts et des points bas des cycles ont un rapport de 1 à 10, soit de 1 à 100 en volume. L'efficacité maximale des systèmes producteurs de carbonates est similaire quelles que soient leur nature et leur localisation (voir Hettangien, Domérien supérieur et Bathonien supérieur). Symétriquement, les chutes de production montrent des amplitudes identiques (voir Lotharingien, Toarcien supérieur et Callovien supérieur).

Les variations de production carbonatée dans l'intervalle de temps et sur le transect considérés ne coïncident ni avec des variations de vitesses d'accommodations, ni avec des variations climatiques. Cette étude suggère que même si le tectono-eustatisme détermine les lieux de production et de préservation des produits carbonatés, les variations à long terme de la production carbonatée sont sous le contrôle d'un paramètre océanographique (thermique, chimique). En conséquence, ces résultats impliquent que les études de l'influence du contrôle stratigraphique haute-résolution sur les productions des systèmes biocarbonatés doivent intégrer les tendances d'ordre inférieur dans lesquelles les cycles étudiés s'inscrivent. D'autre part, ces résultats suggèrent que certains ennoyages de plates-formes carbonatées pourraient être la conséquence et non pas la cause de la baisse de la production carbonatée.



## Partitions stratigraphiques des environnements et produits carbonatés dans l'Aalénien du Sud-Est de la France

Dromart Gilles et Bruno Rousselle

Université Lyon 1, Centre Sciences Terre et URA 11, 69622 Villeurbanne Cedex

Notre propos est de caractériser et de mesurer l'influence du contrôle stratigraphique (montées et chutes du niveau de base) sur le développement et la préservation des environnements de dépôts carbonatés et des structures et produits sédimentaires associés. Nous accédons à cet objectif par l'étude d'affleurements et par l'analyse des géométries reconstruites à plusieurs échelles et habillées en faciès de dépôts.

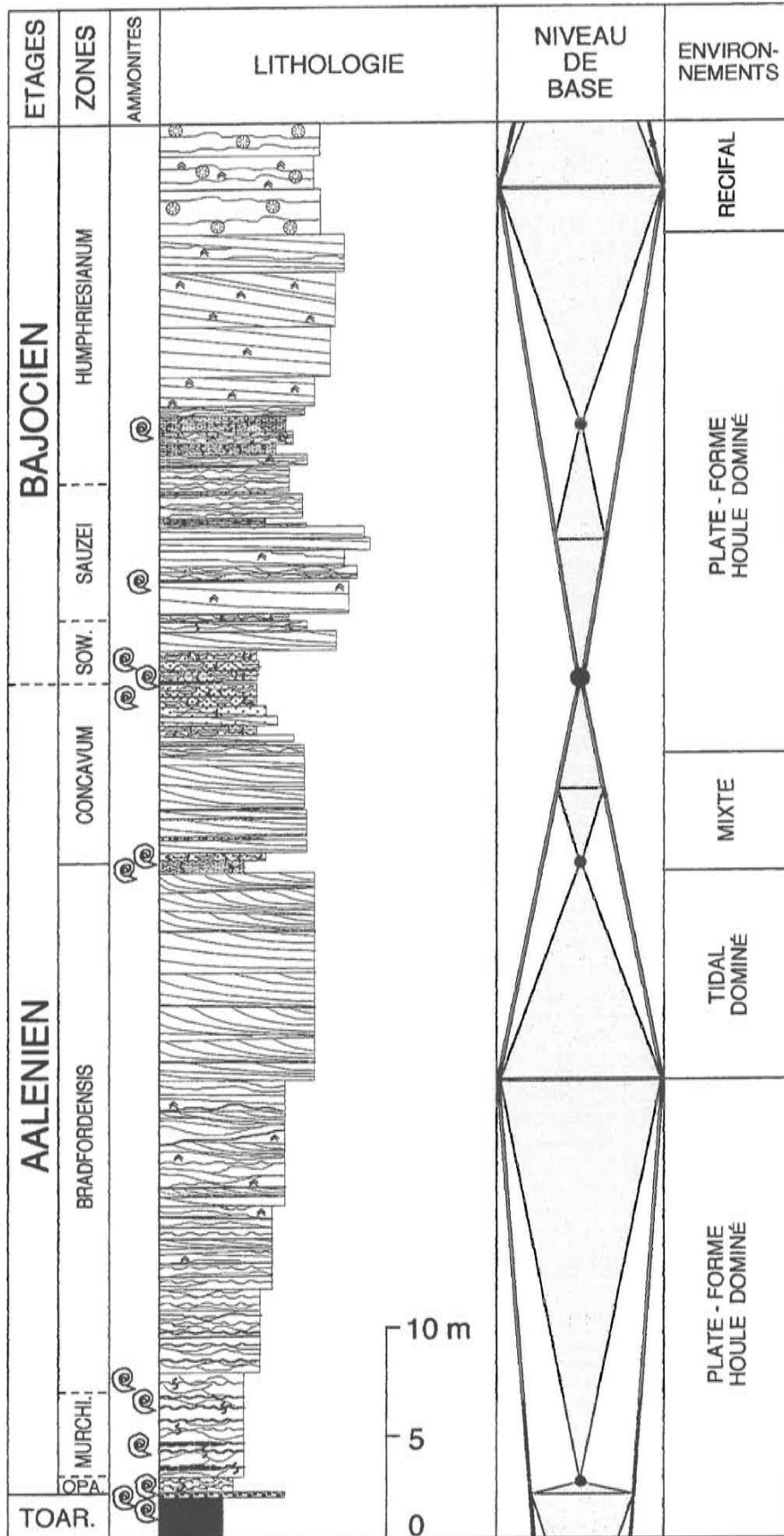
La paléogéographie de l'Aalénien du Sud-Est de la France montre une plate-forme (Bourgogne à Bas-Dauphiné) juxtaposant un bassin (bordure ardéchoise au bassin de Digne). Les dépôts de plate-forme, épais de quelques dizaines de mètres, sont régionalement connus sous la forme de Calcaires à entroques et de Calcaires à Cancellophycus. Les dépôts de bassin se composent de marnes et de calcaires fins et montrent une accumulation totale atteignant plusieurs centaines de mètres. L'Aalénien s'inscrit dans un cycle chute-montée du niveau de base qui se développe du Toarcien supérieur au Bajocien inférieur (8 Ma). L'inversion de tendance se place à un moment variable selon les lieux.

Cinq groupes d'affleurements sont analysés: Mâconnais, Lyonnais, Bugey, Revermont et Alpes-de-Haute-Provence. Pour chaque affleurement, les séquences génétiques qui sont les expressions physiques des variations du niveau de base sont identifiées et hiérarchisées à partir des principes suivants (Cross *et al.*, 1993). Quand le niveau de base baisse: (1) la profondeur de dépôt tend à diminuer, (2) le volume de sédiment préservé par unité de temps à un endroit donné devient plus petit, à moins qu'un surplus d'espace ne soit initialement disponible. Réciproquement, quand le niveau de base monte: (1) la profondeur de dépôt tend à augmenter, (2) le volume de sédiment préservé par unité de temps à un endroit donné s'accroît sauf si la production carbonatée devient insuffisante pour combler l'espace nouvellement créé. Ces tendances et ces conditions sont restituées par l'examen de l'évolution des paramètres suivants: érosions, recoupements et troncutures sédimentaires; accrétions verticales et latérales et préservation des litages sédimentaires; nature, taille et encroûtement des grains carbonatés; nature et intensité de la bioturbation; concentration de la macrofaune; rapport épifaune:endofaune... Les cycles de variation du niveau de base sont finalement habillés en biostratigraphie et en environnements de dépôts (Figure jointe).

Les géométries sont obtenues par corrélations des groupements des séquences génétiques, soit directement pour les sites affleurants, soit après calibrage des signatures diagraphiques pour les puits. Les corrélations sont contraintes par les données biostratigraphiques. Un ensemble de quatre transects est proposé. Deux transects sont établis à une échelle kilométrique, à partir des affleurements dans le Mâconnais et le Lyonnais. Un transect pluri-décakilométrique reliant les affleurements du Mâconnais à ceux du Revermont, et incluant six forages, est tracé. Enfin, un transect plate-forme/bassin, pluri-hectokilométrique, reliant la Bourgogne à l'Ardèche, est construit à partir de vingt-cinq forages.

Les principaux résultats sont les suivants: 1) L'organisation verticale des motifs stratigraphiques n'est pas auto-similaire. Autrement dit, la préservation sélective des environnements en montée et en chute du niveau de base change avec l'ordre des cycles. 2) A l'échelle des réservoirs, les faciès de dépôts montrent une forte variabilité latérale, à la fois en nature et en épaisseur. 3) Il existe une double partition des volumes de sédiments carbonatés, entre plate-forme et bassin d'une part, et entre différents domaines de plate-forme d'autre part.

**SOLUTRE**





**FACIÈS , GÉOMÉTRIE ET PROFILS DE DÉPÔT  
DE LA BORDURE DE LA PLATE-FORME BOURGUIGNONNE  
AU BATHONIEN-CALLOVIEN**

Fabrice GAUMET\*, Jean - Pierre GARCIA\* et Gérard SAMBET\*\*

\*URA CNRS 11, CST, Université Claude Bernard Lyon I, 43 Bd du 11 Novembre, F 69622 Villeurbanne

\*\* Elf-Aquitaine (Production), Division Exploration-Production France, F31360 BOUSSENS

La fragilité des écosystèmes producteurs de carbonates et leur dépendance aux conditions environnementales (profondeur, lumière, température etc.) posent de nombreux problèmes d'application des méthodes d'analyse stratigraphique et en particulier l'utilisation directe de la stratigraphie génétique (Homewood et al., 1992). Dans ce contexte, notre objectif est de contribuer à la définition d'une méthode de corrélation en plate-forme carbonatée fondée sur un cas réel -la plate-forme bourguignonne au Bathonien et Callovien- sans se référer dans un premier temps à l'actuel. Les problèmes soulevés imposent de contraindre et d'étalonner la stratigraphie génétique des carbonates par une démarche alternative. Il s'agira successivement de: 1- Définir les séquences génétiques par la sédimentologie de faciès; 2- Bâter les corrélations des surfaces d'inondation maximale (SIM) contraintes par des données indépendantes de la stratigraphie génétique (*i. e.* biostratigraphiques); 3- Evaluer la variabilité des profils de dépôt par le suivi du modèle construit. L'exemple choisi permet également d'apprécier la contribution des accidents profonds dans la répartition des aires de production et d'accumulation carbonatées pour mieux définir les géométries des corps sédimentaires et des réservoirs.

Les données de base sont les carottes de 19 sondages Elf-Aquitaine du bassin de Paris (couvrant environ 4800 km<sup>2</sup>) et les diagraphies correspondantes. L'étalonnage sur les affleurements de Bourgogne et la reconnaissance des niveaux-repères de brachiopodes (Garcia, 1993) dans cet intervalle stratigraphique permettent la mise en place des rails biochronologiques indispensables aux contraintes des corrélations. Les ammonites et foraminifères ajoutent ponctuellement un contrôle biostratigraphique.

Treize faciès et sous-faciès et deux types de diagrammes de substitutions de faciès ont été définis représentant des environnements s'étageant de l'offshore inférieur jusqu'aux milieux de plage voire émergifs. Les corrélations basées sur les corrélations des SIM des unités génétiques et des groupements d'unités génétiques sont présentées sous forme de transects (Fig.1). Ils montrent:

1/ une dominance, au Bathonien de calcarénites de shoreface inférieur à supérieur (faciès de barres au sens large) et les micrites subtidales protégées (Fig. 1) inscrites dans de grandes phases de progradation des faciès de plate-forme avec parallèlement une différenciation de plus en plus marquée débouchant sur un système d'îlots multiples.

2/ Au Callovien, une dominance de faciès marneux d'offshore inférieur à supérieur distal et de calcarénites de shoreface.

3/ Plusieurs événements de grande extension: 3a) *l'ennoiement total de la plate-forme Bourguignonne lors des inondations maximales majeures (SIM.M)*: Les inondations maximales majeures du Bathonien et du Callovien possèdent des amplitudes suffisantes leur permettant d'envoyer les faciès de plate-forme interne par des marnes et micrites d'offshore supérieur à inférieur. Elles s'accompagnent d'un mécanisme de blocage de la production carbonatée; 3b) *la fragmentation de la plate-forme stable bathonienne* à la limite Bathonien- Callovien. 3c) *Une importante chute du niveau marin relatif* (entre SIM.M *divionensis* et SIM.M *Leedsi*) au Callovien inférieur qui conduit à la mise en place d'un profil de dépôt différencié identique à celui du Bathonien, mais limité aux blocs structurellement hauts. 3d) *des onlaps successifs* depuis SIM.M *Leedsi* jusqu'à SIM.M *Torqui* (fin Callovien inférieur) traduisant l'ennoiement progressif des aires émergées.

4/ deux types de profils de dépôts et de référentiels sédimentologiques pour les corrélations: 4a) *un profil de rampe barrée* ("plate-forme mature différenciée"), en phase de chute du niveau marin relatif 4b) *un profil de type rampe ouverte* ("plate-forme immature") en phase de montée, présentant des aires réduites de production et d'accumulation par rapport aux zones de non-dépôt à faciès argileux et redistribués. Les fréquences relatives des différents faciès en phase transgressive et en phase régressive montrent la dominance des faciès d'accumulation et de production lors des chutes, et celle des faciès de non-dépôt et de redistribution lors des montées du niveau marin relatif. Cette observation argumente la dissymétrie observée des unités génétiques.

En conclusion, notre étude montre les contributions relatives des facteurs haute fréquence, basse fréquence et de différenciation du substratum dans la formation et la préservation des unités génétiques. Ces facteurs aboutissent à définir 4 types d'enregistrements: *régressif, transgressif, condensé, tronqué* de ces unités génétiques en plate-forme carbonatée.



**CARACTERISATION DES DISCONTINUITES  
BIOSTRATIGRAPHIQUES DANS UN RESERVOIR CARBONATE  
MIXTE DE LA PLATE-FORME ALBIENNE DU CONGO**

G. GEGA, B. CALINE, P. MASSE, C. SEYVE

L'objectif de cette étude était de tester les données du biofaciès comme outils de caractérisation des surfaces stratigraphiques utilisées dans le découpage séquentiel haute-résolution.

La méthode utilisée consistait à :

- établir une biostratigraphie sur un intervalle carotté en continu par des analyses très détaillées du biofaciès (tous les 25 cm),
- interpréter la série en termes d'âge et d'environnements,
- caractériser des discontinuités microfaunistiques,
- confronter ces résultats avec l'analyse séquentielle issue de l'interprétation sédimentologique,
- intégrer les données biologiques et sédimentologiques afin d'améliorer la fiabilité du découpage séquentiel haute résolution.

Trois types de bio-discontinuité ont été reconnus et interprétés en terme de variation d'espace disponible. Leur cohérence avec le découpage séquentiel facilite la hiérarchisation des discontinuités sédimentaires.

L'utilisation combinée de la stratigraphie génétique et du biofaciès, à toutes les échelles d'observation, améliore la fiabilité des corrélations au sein d'un gisement.

**En système carbonaté,  
les prismes dits "de bordure de plate-forme" et ceux dits "de bas niveau",  
ne représenteraient-ils pas des prismes transgressifs ?**

par Bruno GRANIER (°)

(°) TOTAL, Centre Scientifique et Technique,  
Domaine de Beauplan, Route de Versailles,  
78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse - FRANCE.

Dès les premiers modèles séquentiels de VAIL, développés pour les silicoclastiques, les carbonatistes se sont interrogés sur la possibilité d'une transposition aux carbonates. Dans de nombreux cas, le "Modèle" a été "adapté" aux nouvelles contraintes ; toutefois, dans certains cas (de plus en plus nombreux), les modifications apportées sont si radicales qu'on est en droit de proposer des modèles alternatifs ! Pour ne citer que quelques exemples :

- alors qu'en système silicoclastique, les séries condensées se traduisent par des taux de sédimentation faibles, voire nuls, leurs analogues en système carbonaté peuvent correspondre à des sections dilatées : monticules holocènes à *Halimeda* à l'E de Kalimantan, par exemple (GRANIER, VILLAIN & BOICHARD, 1993) ;

- en raison de propriétés physico-chimiques différentes, les processus d'érosion seront également distincts : érosion essentiellement mécanique pour les silicoclastiques *versus* érosion principalement chimique pour les carbonates. D'un point de vue géomorphologique, une chute du niveau de base se traduira dans un cas par des vallées incisées et dans l'autre par un paysage karstique ("trous bleus", ...) : plateau continental de l'E de Kalimantan, par exemple (GRANIER, VILLAIN & BOICHARD, 1993).

Dans d'autres cas de figure, on peut même douter de la validité du "Modèle" :

- ainsi le premier exemple de "prisme de bas niveau" (profil sismique d'un prisme d'âge Valanginien inférieur au large du Maroc) a été réinterprété par SCHLAGER comme signature de l'ennoïement ("drowning") contemporain de la plate-forme. Plus récemment (GRANIER, 1992, 1993, 1994), ce prisme a été attribué à une flexure de la marge dite passive, l'ennoïement n'étant qu'une conséquence du phénomène tectonique. La mise en eau de vastes étendues entraîne une modification drastique du régime hydrodynamique. Des zones antérieurement émergées sont transgressées (avec notamment des dépôts de plage) ; outre sa fonction d'"usine à carbonates", la plate-forme joue le rôle d'une zone de transit, à sédimentation réduite (localement, toutefois, des dépôts de tempêtes peuvent y être fossilisés) ; le bassin recueille les produits de ce transit (il est le siège d'une sédimentation turbiditique). Ces conclusions sont illustrées par l'exemple bétique (GRANIER, 1993, 1994 ; GRANIER & VIRGONE, 1994) et par des exemples péri-Atlantique central (ELIUK, 1978 ; FOURCADE & GRANIER, 1989 ; GRANIER, 1992, 1993, 1994). La physiographie joue un rôle prépondérant dans la géométrie acquise par les dépôts : dans les Bétiques, les dépôts de plate-forme passent latéralement à ceux de bassin (rampe avec pente distale) alors que, dans les exemples péri-Atlantique central, ils sont géométriquement déconnectés (plate-forme à talus abrupt) (Fig. 1) ;

- en Chartreuse, la falaise "urgonienne" fournit des exemples en cours de documentation (CHAROLLAIS *et alii*) : ainsi, sur la coupe du Pic de l'Oeillette (ARNAUD-VANNEAU, 1980), des calcaires bioclastiques grossiers à HCS succèdent abruptement à des calcaires fins à spicules (Fig. 2). La première hypothèse est de placer une limite de séquence au niveau du contact, sur la base du "downward shift" apparent de faciès. Il est toutefois difficile de concevoir comment de tels volumes de bioclastes auraient pu être produits alors que leur zone de production se trouverait être considérablement réduite. La seconde hypothèse est donc de considérer que, comme dans l'exemple précédent, les tempestites signent l'ennoïement de la plate-forme. En l'état actuel de nos connaissances, c'est cette dernière solution qui nous paraît être la plus probable : la limite de séquence serait alors confondue avec la surface de transgression et il n'y aurait pas de prisme de bas niveau *sensu lato*. Des travaux récents dans le Vercors (EVERTS, 1994) ont pour leur part

démonstré qu'en système carbonaté les vrais prismes de bas niveau (associés à une chute du niveau de base) correspondraient à des cortèges peu conséquents.

En conclusion, les seules relations géométriques ne permettent pas de définir sans ambiguïté la nature d'un cortège sédimentaire : dans les quelques exemples illustrés, les prismes de transgression ont été (ou ont pu être) erronément interprétés comme des prismes de bas niveaux *sensu lato*.

Remerciements : Je tenais à adresser mes remerciements à mes collègues au sein du Groupe **TOTAL**, et plus particulièrement G. ALLEN, R. BOICHARD et J.-M. VILLAIN, pour leur soutien, ainsi qu'à Messieurs R. BUSNARDO, J. CHAROLLAIS, B. CLAVEL, E. DAVAUD, J.-P. ECOFFEY, S. FERRY et P. KINDLER, pour les informations (souvent inédites) et pour le prêt de certains documents qui m'ont permis d'illustrer cet exposé.

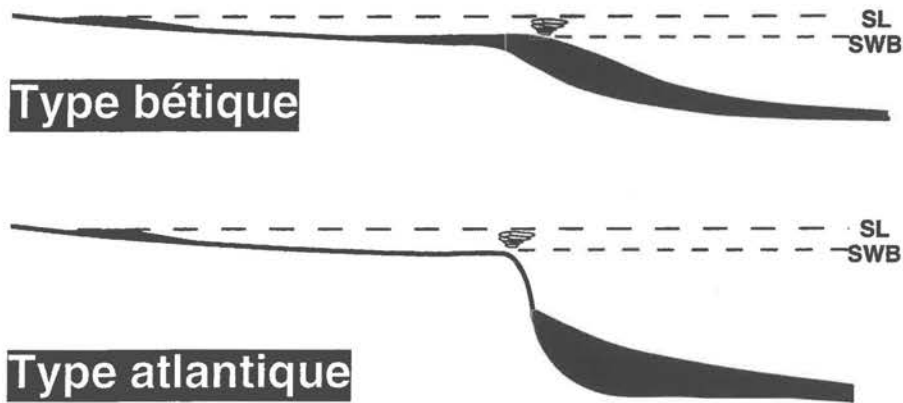


Fig. 1.- Influence de la physiographie sur la géométrie du prisme de flexure

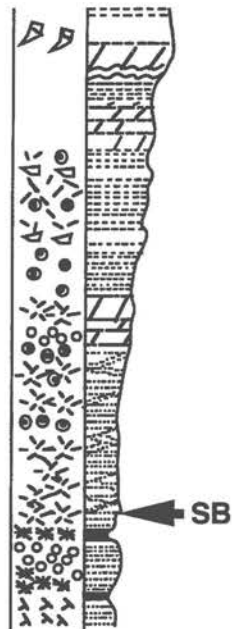


Fig. 2.- Coupe du Pic de l'Oeillette (d'après ARNAUD-VANNEAU, 1980).  
Position de la limite de séquence (? base du prisme transgressif)

**Anatomie d'un prisme transgressif en bordure de plate-forme :  
le membre supérieur de la Formation Sierra del Pozo  
(Valanginien inférieur) au Cabezon de Oro (Alicante, Espagne).  
Implications régionales,**

par Bruno GRANIER (°) et Aurélien VIRGONE (\*)

(°) **TOTAL**, Centre Scientifique et Technique,  
Domaine de Beauplan, Route de Versailles,  
78470 Saint-Rémy-lès-Chevreuse - FRANCE.

(\*) Laboratoire de Stratigraphie et de Paléoécologie,  
Case 67, Université de Provence, Place Victor Hugo,  
13331 Marseille Cédex 3 - FRANCE.

Situé à une vingtaine de kilomètres au NNE d'Alicante, le Cabezon de Oro appartient à la "bande d'anomalies structurales de Busot-Altea" (GRANIER, 1987) ; il s'agit d'un noyau dur calcaire, Jurassique et Crétacé basal, extrusif au sein de séries marneuses crétacées (POLVECHE, 1963, 1964). Sur le flanc occidental du massif, les calcarénites à Pseudocyclammines du Valanginien inférieur impliquées dans l'extrusion sont très redressées. Quatre coupes sériées ont été réalisées dans ce secteur (Fig. 1) ; ces observations sont complétées par une coupe relevée 2 km au Sud du massif, à Busot.

Au Cabezon de Oro, l'unité des calcarénites à Pseudocyclammines (membre supérieur de la Formation Sierra del Pozo) succède abruptement à l'unité des calcaires à Trocholines, traduisant un ressaut bathymétrique significatif (de l'ordre de plusieurs dizaines de mètres). Des niveaux de condensation (encroûtements stromatolithiques ferro-phosphatés, oolithe ferrugineuse, calcaires glauconieux, Ammonites) succèdent à cette unité lithostratigraphique. Elle présente cependant un motif régressif (comblement) qui peut être décomposé de la manière suivante avec, de bas en haut :

- des wackestones et/ou grainstones, sablonneux, localement à aspect noduleux dans la partie supérieure,
- des wackestones sablonneux et/ou des grainstones, en alternance sablonneux ou sableux, à structures HCS, avec en outre des surfaces de ravinement internes,
- des grainstones sablonneux et sableux, plus massifs, à structures SCS. La granulométrie moyenne augmente graduellement vers le haut : sablons, sables, puis graviers ; parmi ces derniers, on note la présence de pseudo-intraclastes (des analyses en cathodoluminescence ont démontré qu'il s'agissait d'extraclastes, repris des séries berriasiennes).

Au Sud du massif, la coupe de Busot est corrélée bio- et litho- stratigraphiquement avec les précédentes (Ammonites déterminées par R. BUSNARDO et L. BULOT : Zone à *Campylotoxum*). Elle se situe en domaine plus profond, sur le talus de la plate-forme "berriasienne" fossile : le passage latéral de faciès, observé par ailleurs à la base de la coupe la plus méridionale du Cabezon, se traduit par la présence de wackestones sablonneux et/ou sableux.

Une dizaine de kilomètres à l'W d'Alicante, la coupe de la Sierra de Foncalent (RASPLUS, FOURCADE *et alii*, 1987) fournit un équivalent bassin de ces séries. Le Valanginien inférieur y est très développé puisque, à lui seul, il atteint plus de 150 m d'épaisseur. Au sein de cet intervalle, l'augmentation brutale de la fraction sablonneuse constitue un événement contemporain de l'ennoiement de la plate-forme "berriasienne" ; la teneur en sablon décroît graduellement vers le haut. On observe ensuite des niveaux condensés (calcaires glauconieux) d'âge Valanginien supérieur-Hauterivien.

Au Valanginien inférieur, la flexure de la plate-forme "berriasienne" (événement tectonique précédant dans les domaines pré- et sub- bétiques la formation de blocs basculés, au Valanginien supérieur-Hauterivien) conduit à son ennoiement (GRANIER, 1993, 1994) (Fig. 2.A). La remontée rapide du niveau marin relatif se marque entre autres par un changement physiographique majeur et, par conséquent, par une modification du régime hydrodynamique, comme en témoignent les dépôts de tempêtes. Alors que les faciès de plage rétrogradent significativement en direction de la Meseta ibérique, un important "prisme de transgression" (prisme de flexure) se développe sur

le talus de la plate-forme "berriasienne" et au delà, dans le bassin ; en bordure de la plate-forme (au Cabezon de Oro, par exemple), les dépôts connexes sont fossilisés par la pulsion transgressive suivante (Fig. 2.B). Ultérieurement, la formation de blocs basculés conduit au piégeage des sédiments terrigènes dans le domaine interne et à des phénomènes de condensation dans le domaine externe et dans le bassin (Fig. 2.C).

Remerciements : Nous remercions **TOTAL** pour avoir soutenu ces travaux d'investigations en Espagne et pour autoriser la communication d'une partie de nos résultats. En outre, nous tenons à exprimer notre reconnaissance au Professeur A. ESTEVEZ et à ses collègues de l'Université d'Alicante pour leur soutien.

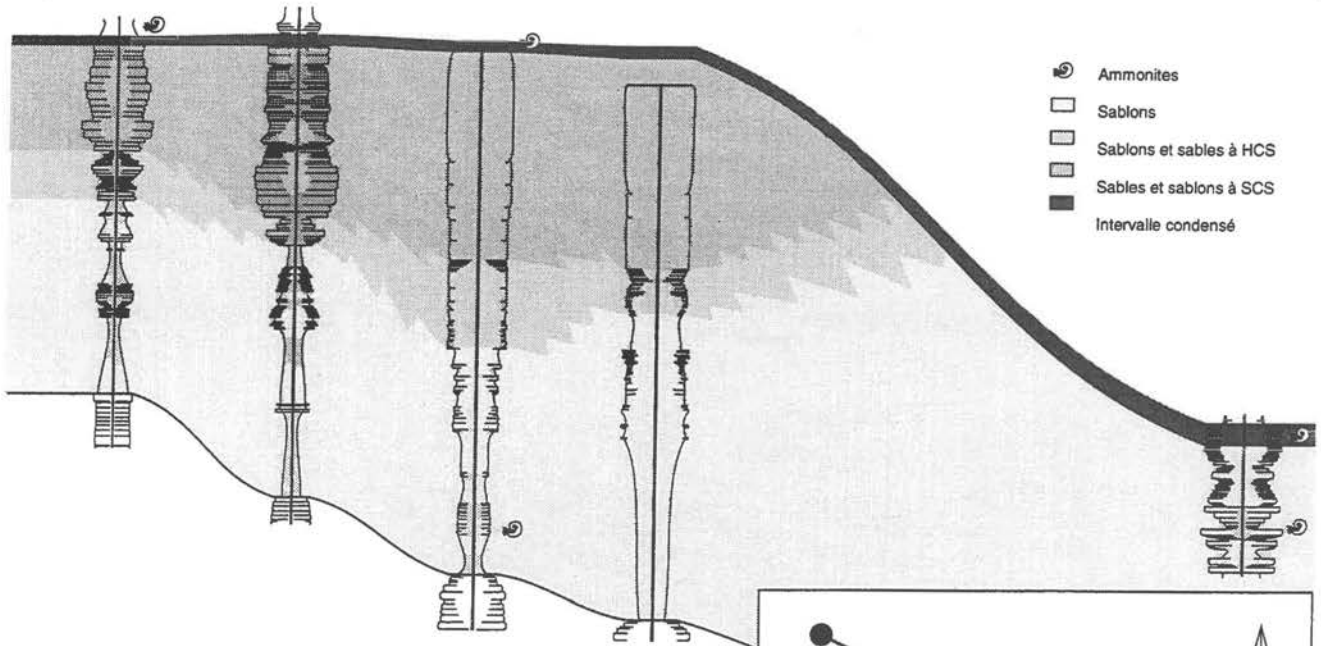


Fig. 1.- Prisme de flexure Valanginien inférieur au Cabezon de Oro, en bordure de la plate-forme "berriasienne"

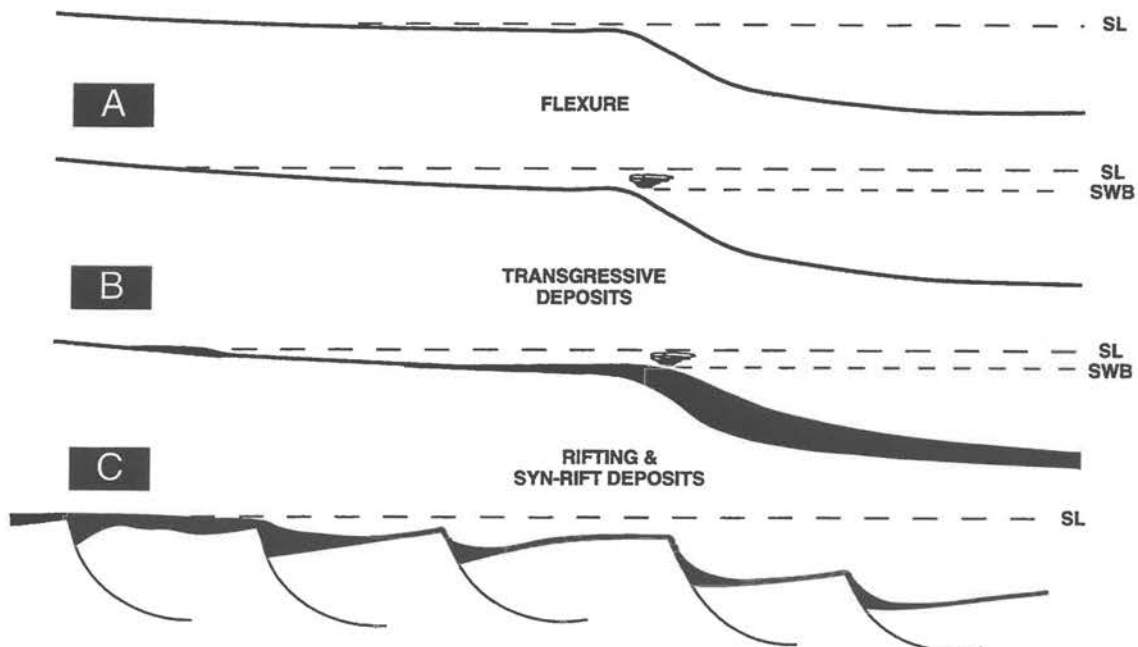


Fig. 2.- Evolution tectono-sédimentaire des domaines pré- et sub- bétiques dans l'intervalle Valanginien- Hauterivien

## **Déformation et production carbonatée. L'exemple du Bassin de Paris au Jurassique Supérieur.**

François GUILLOCHEAU<sup>1</sup>, Serge BARBIER<sup>1</sup>, Cécile ROBIN<sup>1</sup>, Paul LESTRAT<sup>2</sup> et  
Guy DAGALLIER<sup>3</sup>

1- Géosciences Rennes, Institut de Géologie, Bat 15, Campus Beaulieu, Bld du Général Leclerc, 35042 Rennes Cedex.

2- BRGM, Av de Concy, BP 6009, 45060 Orléans cedex 2

3- ENSG, 94 bld de Lattre de Tassigny, 54000 Nancy

Le Callovien-Tithonien du Bassin de Paris peut être décomposé en deux cycles transgressif-régressif présentant des géométries et des faciès différents. La subsidence du bassin atteint alors sa vitesse maximale, son intensité étant identique sur tout le bassin. Cet ensemble est déformé et érodé sur ses bordures durant le Berriasien (phase néo-cimmérienne: mouvements décro-compressifs).

Le cycle Callovien-Oxfordien terminal présente une phase rétrogradante en aggradation verticale (dépôts mixtes terrigènes-carbonatés déposés sous la limite d'action des vagues permanentes) suivie d'une phase progradante à cliniformes bien marqués (plate-forme carbonatée oo-bioclastique et récifale) progradant globalement du nord vers le sud avec troncature basale ("downlap") sur un niveau condensé ferrugineuse (le Repère Inférieur Oolithique). Le cycle Oxfordien terminal - Tithonien est un cycle en stricte aggradation verticale, aucune troncature n'a été identifiée. Il s'agit de dépôts de rampes boueuses à faible "énergie" de vagues permanentes et de tempêtes. Ces cycles, intégrables dans un cycle de plus grande durée, enregistrent des variations de vitesse de subsidence.

Sur ces cycles se surimposent, à des échelles de temps de quelques millions d'années, des déformations de faible amplitude (quelques mètres à 10-20 m) / grande-moyenne longueur d'onde (300-1000 km) qui perturbent l'empilement des séquences de dépôts d'origine vraisemblablement eustatique (durée: 0,5-1 Ma ). Ces déformations modifient l'espace disponible pour accumuler des sédiments et sont à même d'inhiber ou d'accélérer la production des carbonates, sans qu'il y ait de relations univoques entre suppression / création d'espace disponible et production carbonatée.

Ces relations sont discutées sur le demi-cycle régressif du cycle Callovien - Oxfordien terminal.



## FEEDBACK SYSTEMS FOR THE CARBONATE FACTORY

P. Homewood

Elf Aquitaine Production, Centre Scientifique et Technique, 64018 Pau cédex

High resolution stratigraphic analysis of several different carbonate depositional systems (including: Devonian, Alberta; Cretaceous, France; Paleogene, Tunisia) provides data suggesting that feedback systems operate between a) depositional environments and processes, b) rate of change of stratigraphic accommodation, c) trophic resources, d) ecosystems and e) their dominant reproductive strategies. This feedback system (or set of systems) is ultimately responsible for the production of carbonate versus organic matter, the "carbonate factory"<sup>1, 2, 3</sup>.

Classically, carbonate production has been seen as depth dependant, directly related to penetration of light into the sea (phytoplankton being the starting point of the trophic chain). Stratigraphic architectures dominated by reef-builders, or lacking such ecosystems, are generally seen as the result of evolution imposed arbitrarily upon the stratigraphic record, for example by catastrophic extinction events as at the Frasnian-Famennian boundary.

Recent work by teams within Elf, and in collaboration with the University of Miami, Colorado School of Mines and IFP among others, has led to the idea of interaction between factors that were previously considered to be independant. As has been demonstrated for clastic systems<sup>4</sup>, stratigraphic architecture is seen to control the sedimentological response, to some extent. In the case discussed here, however, the paleontological record and therefore the original biological system are also governed by stratigraphic architecture, at least in part.

The extent to which a feedback system links the individual factors, and the degree to which carbonate production is governed by such a system, are currently being studied. Problems being addressed are for instance: which parameters of fossil assemblages are relevant for identification of reproductive strategies? which parameters to identify in order to evaluate the carbonate versus organic production in a fossil system? how to approach the scaling problems inherent in arguing from ecological, sedimentological and stratigraphic data sets? More speculative questions arise such as the possible links between the feedback system and the process of evolution itself.

Changes in the carbonate factory certainly occur at the scale of stacking of stratigraphic units, i.e. over durations of 50 to 100 thousand years. Such changes may well be operative at the scale of individual stratigraphic genetic units, i.e. over durations of 10 to 50 thousand years. The recognition of a feedback system with identification of the factors involved should allow to construct algorithms for more realistic modeling, and should improve prediction of carbonate systems.

<sup>1</sup>: McDonough K-J. et al. abstr. 3ème Congrès français de Sédimentologie, Brest 1991.

<sup>2</sup>: Whalen M. et al. abstr. 14th Regional Meeting IAS, Marrakesh 1993.

<sup>3</sup>: van Buchem F. et al. abstr. AAPG Convention, Denver 1994.

<sup>4</sup>: Cross T.A. et al. in Eschard R. and Doligez B. eds., Subsurface reservoir characterization from outcrop observations, Technip Paris 1993.

*Séance Spécialisée A.S.F.-S.G.F. - Résumés, 1994, Publication A.S.F., Paris, n° 21, 51 p.*

## STRATIGRAPHIE SEQUENTIELLE DU MOSCOVIEN, KASIMOVIEEN, GZHELIEEN DU BASSIN DE MOSCOU ET MECANISMES DE GENESE DES SEQUENCES

IZART Alain\*, BRIAND Céline\*\* et VASLET Denis\*\*

\* Université de Nancy I, labo GES, BP 239, 54506, Vandoeuvre les Nancy

\*\* BRGM-SGN/GEO, BP 6009, 45060, Orléans cedex 2

En 1983, MAKHLINA et CHIK présentèrent une cyclostratigraphie du Carbonifère supérieur du bassin de Moscou. En 1994, nous avons étudié avec MAKHLINA les carrières autour de Moscou pour construire une charte de stratigraphie séquentielle dans ce secteur.

Etant donné la durée moyenne du Moscovien de six à dix millions d'années, il forme une séquence du deuxième ordre avec augmentation des transgressions vers le haut. Il peut être subdivisé en quatre séquences du troisième ordre (Million d'années) appelé Véreien, Kashirien, Podolskien et Myachkovien par les stratigraphes russes ; elles mêmes subdivisées en séquences du quatrième ordre. Le Véreien présente trois séquences, le Kashirien six, le Podolskien trois et le Myachkovien deux. Nous avons observé les séquences du Podolskien à la carrière de Podolsk et du Myachkovien à la carrière de Domodedovo. Elles commencent par une surface d'érosion et présente à la base des calcaires métriques bioclastiques de type grainstone et packstone avec des Fusulinides, des Coraux, des Crinoides, des Brachiopodes, qui représentent pour nous un cortège transgressif, suivi par une alternance de calcaire bioclastique (packstone) ou micritique (wackestone) et d'argilite verte à Brachiopodes qui représente un cortège de haut niveau à apport détritique.

Etant donné la durée moyenne du Kasimovien et du Gzhélien de dix millions d'années, le Kasimovien forme une séquence du deuxième ordre qui peut être subdivisé en quatre séquences du troisième ordre, elles mêmes subdivisées en deux séquences du quatrième ordre. Nous avons observé ces séquences à Domodedovo et Afanasyevo. Elles commencent par une surface érosive et présentent une dolomie secondaire à la base suivie d'alternance de calcaire (packstone-wackestone) à Fusulines et Crinoides et d'argilite verte à Brachiopodes et Zoophycos ou par des argilites rouges et vertes sans faune marine. Nous retrouvons ici les cortèges transgressif et de haut niveau. Chaque séquence du troisième ordre présente deux séquences du quatrième ordre plus transgressive à la base et plus régressive au sommet.

Le Gzhélien forme une séquence du deuxième ordre, subdivisée en quatre séquences du troisième ordre, elles mêmes subdivisées en deux séquences du quatrième ordre, exceptée la dernière. Nous avons étudié à Gzhel la séquence de base appelée Rechitskaya, qui présente une surface érosive, une dolomie secondaire, des calcaires (wackestone) à Fusulines, Crinoides, Glauconite, Terriers siliceux, une argilite à Bryozoaires et Coraux, des calcaires à Spicules et terriers siliceux, des calcaires à Fusulines. Nous retrouvons ici le cortège transgressif et de haut niveau. Chaque séquence du troisième ordre présente la même organisation que le Kasimovien.

En ce qui concerne les mécanismes de genèse des séquences, il est important de noter la subsidence faible de la plate-forme russe. Le découpage en séquences du quatrième ordre serait caractéristique de la présence d'une calotte glaciaire pendant le Carbonifère et ces séquences pourraient résulter d'un glacio-eustatisme.

### REFERENCE :

MAKHLINA M.X. & CHIK E.M. (1983).-The cyclostratigraphic method used for the detail study of the middle and upper Carboniferous in the Moscow area. Bull. Moscow University, geology and prospection, 2, 3-14, (en russe).

### PARASÉQUENCES DE PLATE-FORME MIXTE (CARBONATÉE-SILICICLASTIQUE). LE TURONIEN DE PROVENCE .

Patrick JOLET - Jean PHILIP

Centre de Sédimentologie-Paléontologie, Université de Provence, URA 1208 CNRS,  
3 place V. Hugo, 13331 Marseille Cedex 3 (France).

Le Turonien inférieur à moyen de Provence est constitué de plates-formes carbonatées, soumises à des apports détritiques provenant du continent Corso-Sarde (Philip, 1974).

Le modèle séquentiel est composé de 3 séquences de 3<sup>ème</sup> ordre, 5 à 7 (figure 1) (Jolet, 1992 - Jolet, Philip et Tronchetti, 1994), encadrées par des limites de séquences SB5, SB6 et SB7 (Van Wagoner & al., 1988).

Les paraséquences étudiées appartiennent au même cortège de haut niveau HST5 progradant (figure 1), la coupe de Font Blanche se situant en position plus proximale que celle de La Bédoule.

Les corrélations entre ces 2 coupes sont réalisées à l'aide de discontinuités mineures (D1, D2, D3) et majeures (SB5, SB6) qui individualisent des ensembles de paraséquences carbonatées ou " paraséquence sets " (figures 1 et 3).

Une analyse détaillée des paraséquences a permis de mettre en évidence 5 unités sédimentologiques représentatives des paléoenvironnements de plate-forme.

Ces 5 unités sont : des marnes, principalement sur la partie distale de la plate-forme, des calcaires argileux de plate-forme ouverte, des calcaires bioclastiques où les débris de rudistes sont abondants, des calcaires à rudistes et enfin des calcaires de milieux plus internes à discorbidés et miliolidés dans la partie proximale de la plate-forme.

Dans la coupe de Font Blanche, 4 ensembles de paraséquences, séparés par les discontinuités D1, D2 et D3, sont distinguées, entièrement composées de termes carbonatés : des calcaires bioclastiques, des calcaires à rudistes (Radiolitidés, Hippuritidés) à texture floatstone et des calcaires à discorbidés et miliolidés à texture mudstone à wackestone. Les calcaires bioclastiques et les calcaires à rudistes sont statodécroissants et la fréquence des calcaires à discorbidés augmente entre D3 et SB6. L'épaisseur des paraséquences unitaires est décimétrique à métrique (figure 2). Elles correspondent aux séquences de plus petite échelle observées sur la plate-forme.

Les paraséquences s'enchainent sans discontinuité. Entre D1 et SB6, 29 paraséquences unitaires ont été dénombrées.

Latéralement vers le bassin, à La Bédoule, les paraséquences sont plus complexes, en effet elles sont composées de 2 à 4 termes, se succédant de bas en haut : des marnes, des calcaires argileux de plate-forme ouverte (wackestone à quartz, calcisphères et foraminifères planctoniques), des calcaires bioclastiques (packstone-grainstone) et parfois des calcaires à rudistes. Elles sont granocroissantes et bathydécroissantes. L'épaisseur de ces paraséquences est métrique à décamétrique.

Entre D1 et SB6, 14 paraséquences unitaires sont présentes, chacune d'entre elles étant encadrée par une discontinuité de hard-ground.

Au sein d'une paraséquence à 3 termes (figure 4, séquence 7), on observe les variations des paramètres sédimentologiques, tout d'abord une évolution des textures : Wackestone-Packstone-Floatstone, une augmentation de la teneur en CO<sub>3</sub>Ca et une diminution de la quantité de grains de quartz.

En conclusion, l'enregistrement sédimentaire des paraséquences se réalise différemment suivant la position dans la plate-forme ; en effet entre la partie plus interne et la partie distale de la plate-forme, les paraséquences unitaires exprimées n'appartiennent pas toujours au même ordre, les séquences d'ordre supérieur (6<sup>ème</sup> ordre ?) n'étant enregistrées que dans la plate-forme interne.

Les ensembles de paraséquences, limités par les discontinuités D1, D2 et D3, sont les seules unités corrélables entre la plate-forme interne et la plate-forme distale. Elles semblent correspondre aux unités génétiques de Homewood et al. (1992).

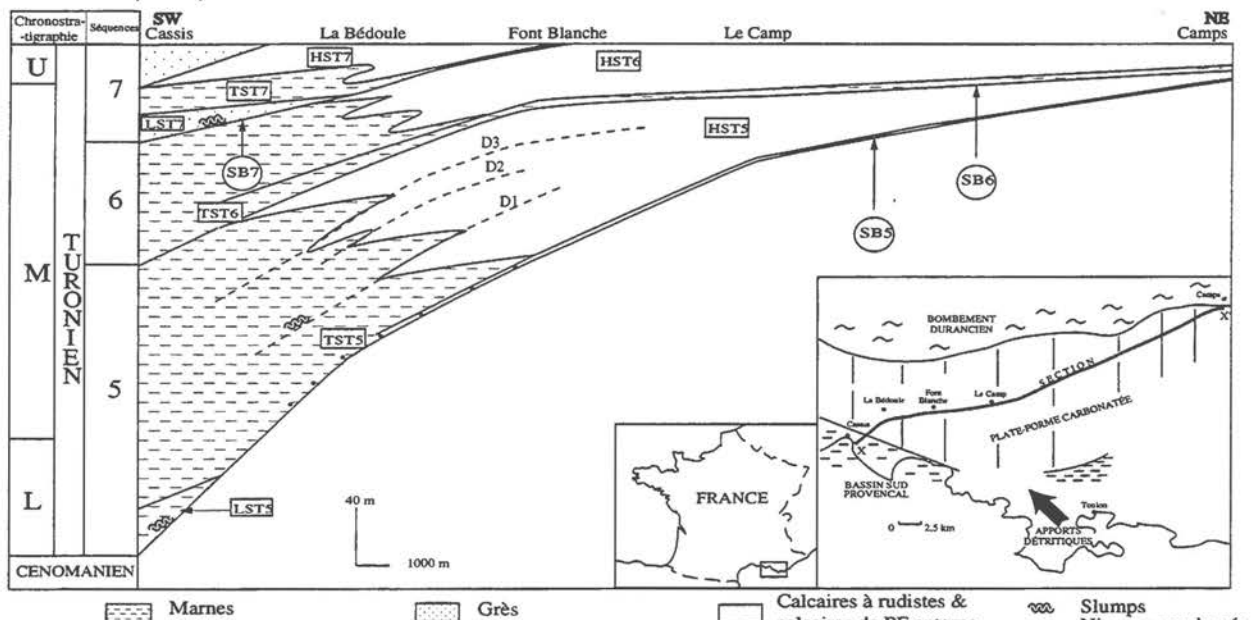


Figure 1 : Stratigraphie séquentielle du Turonien

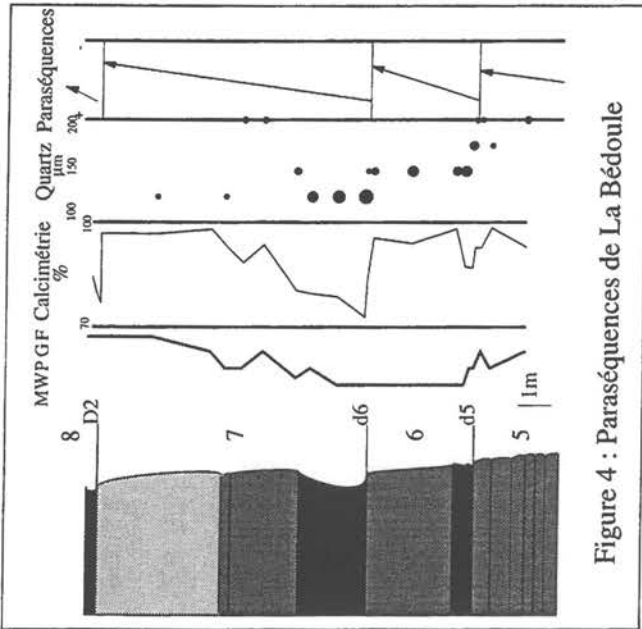


Figure 4 : Paraséquences de La Bédoule

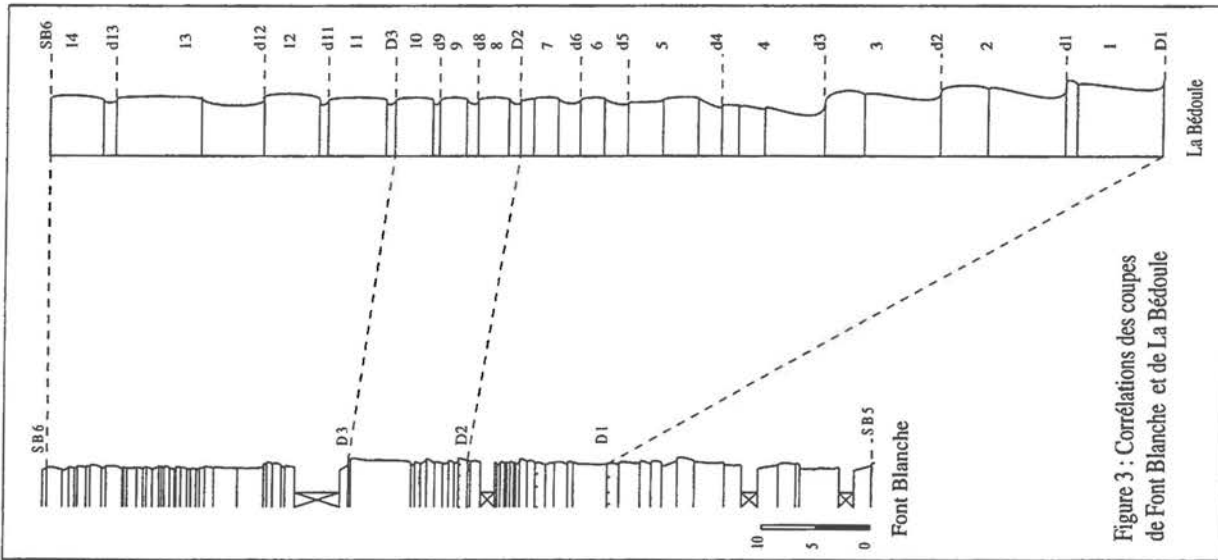
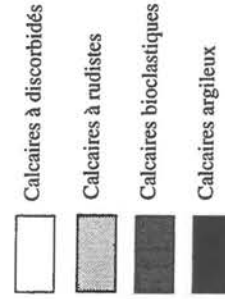


Figure 3 : Corrélation des coupes de Font Blanche et de La Bédoule

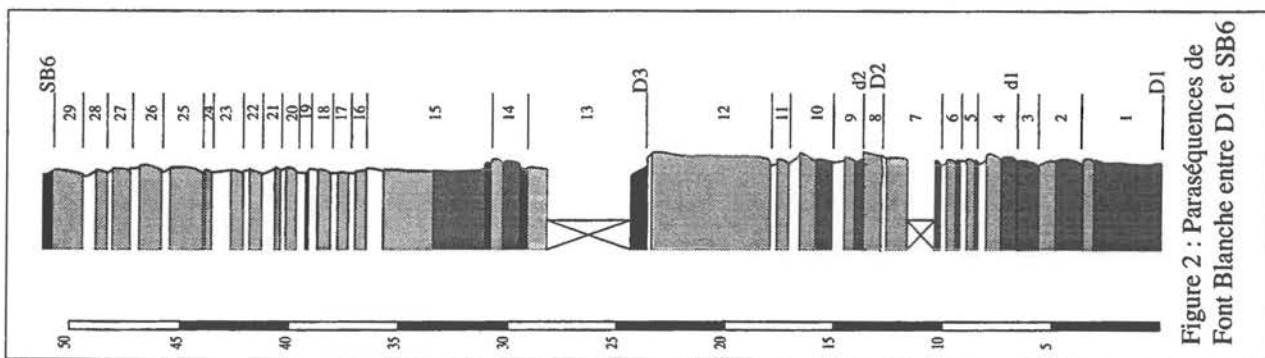


Figure 2 : Paraséquences de Font Blanche entre D1 et SB6

**RÉFÉRENCES**

HOMEWOOD P. & al. (1992) - Corrélation haute résolution et stratigraphie génétique : une démarche intégrée. *Bull. Centres Rech. Explo.-Prod. Elf Aquitaine*, 16, 2, p. 357-381.

JOLET P. (1992) - Séquences de dépôts d'une plate-forme carbonatée à rudistes succédant à un épisode de submersion. L'exemple du Turonien de La Bédoule (S.E. France). D.E.A., Univ. de Provence, 43 p., (Inédit).

JOLET P., PHILIP J. & TRONCHETTI G. (1994) - Stratigraphie séquentielle d'une plate-forme mixte (carbonatée-siliciclastique). Le Turonien inférieur et moyen de Provence (S.E. de la France). *Perimediterranean carbonate platforms. First Intern. meeting*. Marseille. Abstracts, p. 83-85.

PHILIP J. (1974) - Les formations calcaires à rudistes du Crétacé supérieur provençal et rhodanien. Stratigraphie et paléocécologie. *Bull. Bur. Rech. Géol. & Min.*, 2<sup>e</sup> série, n° 3, p. 107-151.

VAN WAGONER & al. (1988) - An overview of the fundamentals of sequence stratigraphy and key definition. In : Wilgus C. K., Hastings B. S., Kendall C. G., Posamentier H., Ross C. A. & Van Wagoner J. (Eds), *Sea-level changes - An integrated approach*, SEPM Special Publication, 42, p. 39-45.

**ANATOMIE ET FONCTIONNEMENT DE LA PLATE-FORME  
URGONIENNE A RUDISTES (APTIEN INFÉRIEUR P.P.) DES MONTS  
DE VAUCLUSE ET DU VENTOUX (S.E. DE LA FRANCE).**

**MASSE** Jean-Pierre

Centre de Sédimentologie/Paléontologie- URA 1208 du CNRS  
Université de Provence - 3, Place V. Hugo - 13331 MARSEILLE CEDEX 3

Au cours de l'Aptien inférieur, la plate-forme urgonienne nord-provençale s'étale largement dans les Monts de Vaucluse et le Ventoux où se développent des formations à rudistes. Cet épisode représenté par le terme U2 de la lithostratigraphie régionale (= partie moyenne de la trilogie urgonienne, attribuée au Bédoulien inférieur) correspond à la phase progradante majeure des faciès à rudistes en direction du Bassin Vocontien. Leur limite, NW-SE, traverse obliquement l'ensemble géographique précité. La plate-forme à rudistes est flanquée vers le NE d'une étroite bande de faciès coralliens qui passent latéralement, côté distal, à des faciès bioclastiques. A chaque zone correspond une association de faciès caractéristiques. Le domaine des faciès à rudistes comprend des sédiments et des communautés biologiques également différenciés avec notamment du côté distal des dépôts à dominance de débris de rudistes et du côté proximal des dépôts à pellets et Foraminifères. La zonation des dépôts est principalement d'origine hydrologique et hydrodynamique et accessoirement bathymétrique. Ils migrent latéralement, conformément à la progradation générale.

L'anatomie radiale du dispositif est prismatique, et les lignes temps convergentes vers le domaine externe. Cette disposition a des implications notables sur la manière dont on peut reconstituer la configuration spatiale des différentes ceintures faciologiques. Elle est imputée à la subsidence différentielle commandée par la dynamique du tréfonds. Il n'existe cependant pas de relation directe entre ce phénomène et la nature des dépôts. Le rôle de la tectonique est souligné par l'émergence de la ride de Flassan-Rustrel, orientée parallèlement aux lignes isopiques antécédentes et aux isopaques correspondantes. La ride est flanquée au NE de calcaires bioclastiques et au SW de calcaires coralliens : rapportés respectivement à des domaines situés "au vent" et "sous le vent". La production sédimentaire de ces prismes littoraux est essentiellement d'origine biologique, la zone "au vent" enregistre néanmoins une influence lithoclastique qui traduit la proximité de la zone émergée.

Le dispositif paléogéographique réalisé au cours de l'épisode du terme U2 est ennoyé sous les dépôts plus profonds de la base du terme U3 superposé (calcarénites du Bédoulien supérieur p.p.) dont l'organisation spatiale et l'anatomie marquent un changement complet du fonctionnement subsident, préalable à l'ennoyage généralisé de la plate-forme urgonienne à la fin du Bédoulien (Zone à *Bowerbanki*).

## **Plates-formes carbonatées du Crétacé supérieur de Provence : géométrie, séquences et biofaciès.**

**Jean PHILIP, Patrick JOLET.**

Centre de Sédimentologie/Paléontologie- Université de Provence-  
3, place V. Hugo - 13331 Marseille cedex 3.

Les plates-formes carbonatées du Crétacé supérieur de Provence constituent des affleurements remarquables pour des études détaillées sur la géométrie des corps sédimentaires, les séquences de dépôt et la biosédimentologie. En outre, une zonation biostratigraphique intégrée basée sur les ammonites, les rudistes, les foraminifères et les ostracodes permet d'effectuer un découpage chronostratigraphique précis des séries analysées.

Le Cénomaniens et le Turonien de la bordure occidentale du Bassin du Beausset ont formé le cadre de ces études, en raison : d'une part de la continuité des affleurements et d'autre part des passages latéraux entre les plates-formes carbonatées à rudistes et le bassin adjacent (Bassin sud-provençal).

La géométrie des différentes plates-formes est restituée sur un profil plate-forme interne/bassin. Les unités carbonatées sont séparées les unes des autres par des intercalations terrigènes, bien exprimées dans la zone de raccord plate-forme/bassin, plus discrètes, voire absentes dans la plate-forme interne. Des géométries aggradantes, progradantes ou rétrogradantes sont identifiées et mises en relation avec des variations relatives du niveau marin à l'échelle du 3<sup>e</sup> ou du 4<sup>e</sup> ordre. A l'échelle du 2<sup>e</sup> ordre, on assiste à une tendance transgressive du Cénomaniens inférieur au Turonien inférieur qui a pour effet d'élargir le domaine de plate-forme carbonatée sur le Bombement Durancien. Ce domaine se maintient au cours du Turonien moyen et supérieur. A des morphologies de type récif ou lentille au début de la transgression, succèdent des morphologies de rampes carbonatées pendant les épisodes transgressifs du Cénomaniens supérieur ou du Turonien moyen. Les bioconstructions à rudistes et les faciès associés caractérisent les cortèges de haut niveau marin.

Des prismes bréchiques carbonatés (débrites, olistholites) s'observent à certaines périodes (Cénomaniens moyen, Turonien inférieur) dans la zone de raccord plate-forme/bassin et signent vraisemblablement l'activité tectonique de celle-ci.

Des séquences de dépôt à plus petite échelle (5<sup>e</sup> ou 6<sup>e</sup> ordre) ont été mises en évidence dans la plate-forme interne, notamment au Turonien moyen; il s'agit de séquences métriques ou décimétriques

bathydécroissantes et granodécroissantes. En position plus distale ces séquences sont métriques à décamétriques, bathydécroissantes et granocroissantes. Pour une même période de temps la plate-forme interne enregistre un plus grand nombre de séquences de dépôt que la plate-forme distale. Ces séquences pourraient être l'expression d'un signal climatique à haute fréquence.

Les écosystèmes à rudistes étudiés ont une grande productivité carbonatée, mais la production bioclastique qui en résulte est peu dispersée vers le bassin, même en période de progradation de la plate-forme. Diverses raisons peuvent être invoquées relatives, notamment, au contexte hydrodynamique (faible activité des courants de fond) ou chimique (cimentation précoce des débris). La productivité bioclastique est altérée ici par la sédimentation terrigène, argileuse ou sableuse, ce fait étant particulièrement significatif dans les zones pérideltaïques. La reprise de la sédimentation carbonatée s'effectue après arrêt ou ralentissement de la sédimentation terrigène et elle coïncide généralement avec une succession écologique dont les bioconstructions à rudistes constituent le terme ultime. L'arrêt de la bioconstruction est souvent marqué par une discontinuité érosive dont l'origine peut être discutée (chute du niveau marin ou inondation de la plate-forme?).

## REFERENCES

- JOLET P., PHILIP J., TRONCHETTI G, 1994 - Stratigraphie séquentielle d'une plate-forme mixte (carbonatée-siliciclastique). Le Turonien inférieur de Provence. *Perimediterranean carbonate platforms. First Intern. meeting.* Marseille. Abstracts, p.83-85.
- PHILIP J. (in press) - Sequences and systems tracts of a mixed carbonate-siliciclastic platform-basin setting. The Cenomanian-Turonian of Provence. *Mesozoic and Cenozoic Sequence Stratigraphy of European Basins. S.E.P.M. spec. public.* , P.C. de Graciansky, T. Jacquin and P. Vail Eds.

**Faible production ou préservation minimale de carbonates,  
un faux problème?  
Le Lias moyen du Morvan aux Alpes.**

**Monique Mettraux<sup>1</sup> et Peter Homewood<sup>2</sup>**

1) 64290 Gan; 2) Elf Aquitaine production 64018 Pau cedex.

La production carbonatée du Lias (Sinémurien - Pliensbachien) entre le Morvan et les Alpes semble très subordonnée par rapport à l'extension géographique des zones favorables au développement de systèmes carbonatés. En effet les domaines de plate-forme y sont plutôt caractérisés par de faibles épaisseurs de sédiment voire par des séries condensées <sup>1</sup>). Etudiés à l'échelle locale, ces dépôts suggèrent soit un très faible taux de production carbonatée, soit une préservation minimale si la production originelle était d'un taux normale.

La production carbonatée au Lias (Sinémurien - Pliensbachien), dans cette région affectée par un apport détritique terrigène fin mais non-négligeable, était fournie par des écosystèmes peu différenciés. Les faunes fossiles sont dominées par les bivalves, les crinoïdes et les brachiopodes, alors que les ammonites fournissent des éléments de datation fine et précise <sup>2</sup>). En l'absence générale d'organismes constructeurs de récifs, le sédiment carbonaté se compose de sable calcaire, plus ou moins mélangé à l'apport terrigène.

Les processus de dépôt, déduits de l'étude des faciès et des microfaciès, sont essentiellement dûs aux tempêtes. La faible épaisseur des sédiments peut être l'effet d'une redistribution régionale du sédiment par l'action des tempêtes le "wave base rasor" <sup>3</sup>). La nature des surfaces d'érosion en base ou au sommet des bancs (par exemple gouttières, sillons, brioche), liée aux structures sédimentaires (stratification mamelonnée par exemple), permet une interprétation bathymétrique et une zonation proximal-distal. Les dépôts tidaux sont pour ainsi dire absents dans la région du Morvan, peu importants dans le Delphino-Helvétique et absents dans le domaine Nord-alpin. Les indices d'émersion sont généralement absents.

La morphologie du domaine s'étendant de l'est du Morvan à la marge nord-Téthysienne était peu différenciée. Régionalement, elle était caractérisée par une très faible pente conduisant des plate-formes étendues dans l'ouest aux bassins de plus en plus larges, mais toujours relativement peu profonds, vers l'est. Les profondeurs faibles sont attestées par les dépôts de tempêtes et l'absence de turbidites, même lorsque les dépôts devaient se situer en-dessous du niveau de base de l'action des tempêtes.

Le contexte stratigraphique général s'inscrit dans la tendance transgressive du Lias moyen. L'écosystème y est moins varié et niche spécifique, et a donc avec un taux de production de carbonate "squelettique" moins élevé <sup>4,5</sup>). L'enregistrement stratigraphique différentiel, entre zones de plate-forme et dépressions, montre des variations marquées des épaisseurs et des faciès. Les domaines de plate-forme, producteurs des sables bioclastiques, sont caractérisés par des faibles épaisseurs et par la condensation (bordure est du Morvan, bordure de bassins Helvétiques et Alpines. Les faciès marneux des bassins Delphino-Helvétiques et Alpines, d'épaisseur variable, contrastent avec les accumulations en bordure, parfois fortes épaisses, de calcarénites bioclastiques.

La comparaison entre production et piègeage du sédiment dans ce cadre appelle plusieurs constatations: l'accumulation est moindre aux lieux de production préférentielle (sur plate-formes, haut-fonds, seuils etc.); l'étude pétrographique démontre le remaniement précoce des sables à crinoïdes dans plusieurs cas (plate-forme bourguignonne, bordure de bassins



alpines); l'accumulation était la plus marquée en bordures de sillons ou bassins sous forme de prismes épais mais peu progradants, agencés par l'action des tempêtes.

Les accumulations épaisses de calcarénites, en bordure des bassins alpins, peuvent être attribuées à des failles synsédimentaires dues au "rifting" téthysien. Mais l'agencement de ces prismes de sédiments calcarénitiques, provoquant une charge sur des séquences antérieures comprenant évaporites ou argiles, a pu mettre en place des structures de croissance gravitaires argilo- ou halo-kinétiques. L'un ou l'autre scénario tectonique peut expliquer l'absence de progradation importante des prismes calcarénitiques.

Par rapport aux volumes de carbonate produits et préservés sur le domaine entre le Morvan et les Alpes, l'enregistrement local ne reflète de toute évidence pas sa production. Le contexte généralement transgressif s'accorde avec un écosystème moins varié et une production de carbonates moins élevée. Pourtant, plutôt que d'y voir une production anormalement faible, ou d'en déduire un taux de préservation excessivement limité, une évaluation réaliste de la production carbonatée dans ce système doit tenir compte d'une redistribution régionale du sédiment par l'action des tempêtes. La structuration, traditionnellement vue comme système en extension lié au "rifting" téthysien (faible taux d'extension au Lias moyen), pourrait bien inclure une activité de croissance synsédimentaire "gravitaire". Ainsi la faible épaisseur de sédiments pour la région considérée, est expliquée par l'action conjointe de deux phénomènes: production diminuée en cours de transgression générale; redistribution de sédiment sur un profil bathymétrique peu différencié par l'action des tempêtes ("wave-base rasor").

- 1) Mettraux, M., Dommergues JL., Meister, C., paleoeco.-clim.-ecol.,91,229-246,1992.
- 2) Dommergues, JL., revue de Paléobiologie,12/1,67-173, 1993.
- 3) McDonough, KJ., et al., abstr. 3ème Congrès français de Sédimentologie, 211-212,Brest 1991.
- 4) Whalen, M., et al. abstr. 14th Regional Meeting IAS, Marrakesh ,336-337, 1993.
- 5) Homewood, P., abstr. réunion AFS-SGF Paris 94

Séance Spécialisée A.S.F.-S.G.F. - Résumés, 1994, Publication A.S.F., Paris, n° 21, 51 p.  
**Sédimentologie de faciès et organisation paraséquentielle des calcarénites périurgoniennes d'Archiane (Vercors).**

Didier QUESNE et Serge FERRY  
Université de Lyon

Le cirque d'Archiane montre deux épaisses formations (oo-)bioclastiques barrémiennes progradantes qui ont reçu des interprétations séquentielles diverses, essentiellement sur la base d'arguments géométriques (Jacquin et al. 1991, Arnaud-Vanneau et al. 1992, Everts et al. 1992). La sédimentologie de faciès n'a pas été abordée.

"Archiane inférieur" est un ensemble d'abord très rapidement progradant puis aggradant et enfin rapidement rétrogradant. L'analyse du faciès montre que la base de la formation correspond bien à une chute brutale du niveau marin relatif (NMR) et que l'accommodation est même nulle pour un temps sur une bonne partie du profil d'avant-côte (zone de by-pass), entre la plage située quelque part à l'amont et la zone d'accumulation des tempestites litées dans le shoreface distal. A la base de la formation, ces tempestites litées se déposent en un prisme progradant à structure interne sigmoïde, géométrie curieuse qui peut s'expliquer par une flexuration active de la marge au-delà de la zone de by-pass (fig. 1). Cette flexuration empêche la réalisation d'un profil régulièrement penté vers l'aval.

Un mouvement tectonique local de bascule, qui transfère les plages vers le Sud peut, à lui seul, être à l'origine de la discontinuité de chute du NMR (donc du dépôt d'Archiane inférieur) et de la géométrie particulière des calcarénites sur la limite de séquence. Lorsqu'il cesse (stade 2, fig. 1), un profil d'avant-côte à pente plus régulière se met en place. Dans la zone de by-pass, l'accommodation devient positive ; des calcarénites à faciès d'HCS emboîtés s'y accumulent au fur et à mesure que le régime aggradant, témoin d'une lente remontée du NMR, s'installe sur tout le profil (stade 3, fig. 1).

Après un ennoyage (vire "marneuse"), se dépose la formation calcarénitique d'"Archiane supérieur" qui représente une nouvelle chute du niveau marin relatif mais dont le scénario est plus complexe (fig. 2). Ce qui en apparaît à première vue comme la première paraséquence comporte du faciès urgonien à madrépores et rudistes ("banc gris") qui vient en continuité de dépôt sur des calcarénites d'abord à faciès d'HCS/SCS emboîtés (shoreface proximal à moyen) puis mieux litées (shoreface distal). Tout indique qu'il s'agit d'une paraséquence d'approfondissement sur discontinuité de chute du NMR car son organisation verticale (progradation rapide puis aggradation) est du même type que l'ensemble de la masse d'Archiane inférieur. Mais elle pose le *problème de la signification de l'urgonien qui la termine*. La surface supérieure du banc gris est ravinée. Sur la base d'arguments diagénétiques, Arnout et al. (1994) ont montré qu'il s'agit bien d'une surface d'émersion. Malgré son style en approfondissement (sur discontinuité de chute modérée du NMR), la paraséquence au banc gris se dépose pendant la *période générale de chute* qui a déplacé la côte beaucoup plus loin vers le Sud. Elle pourrait donc être un exemple de ce que Hunt et Tucker (1992) appellent un "forced regressive wedge systems tract (FRWST) mais d'un style particulier. La durée de la vidange a pu être très brève.

Après un autre ennoyage, représenté par un prisme marneux qui se pince vers le fond du cirque, se dépose le reste de la masse d'"Archiane supérieur". Son style aggradant puis lentement rétrogradant (visible à Combeau) et l'organisation de sa paraséquence basale montre qu'il s'agit d'un prisme de bas niveau construit sur le modèle d'"Archiane inférieur". Les paraséquences qui le composent sont toutes organisées selon le même type (en approfondissement) que la paraséquence au banc gris mais on n'atteint plus le faciès urgonien au toit ; on a simplement des calcarénites fines et bioturbées, sans structures de dépôt, qui marquent les maxima de profondeur.

Ces observations appellent deux remarques :

1. Comme le soulignent Arnout *et al.* (1994) et Fouke *et al.* (1994), la géométrie n'est pas suffisante pour faire une analyse séquentielle correcte.

2. Est surtout posé le problème de la *signification du faciès urgonien*, d'abord dans la paraséquence au banc gris, ensuite dans les séquences de 3° ordre. S'agit-il, comme on l'a toujours dit, d'un faciès de lagon, protégé par des barres de sables ou des récifs, dans des paraséquences ou des séquences "régressives" ? Ou bien s'agit-il d'un *faciès d'approfondissement* par rapport aux faciès de calcarénites de plage et d'avant-plage sous-jacents ? D'autres exemples sont pris dans le Bajocien et le Coniacien du bassin du Sud-Est de la France.

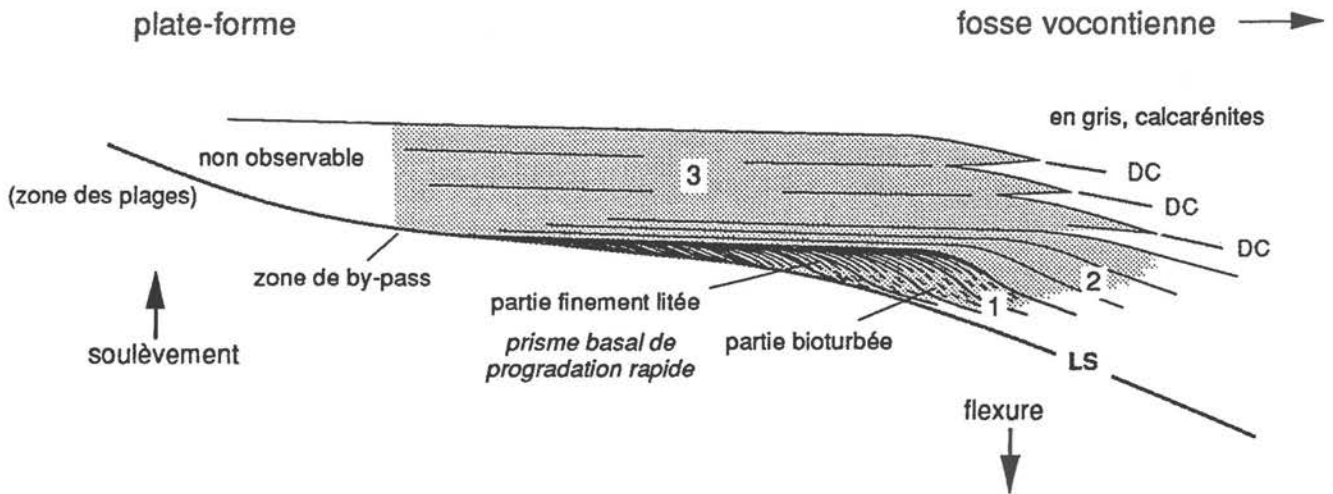


Fig. 1 - Organisation interne des calcarénites d'Archiane inférieur  
 (schéma de principe sans échelle)  
 (LS, limite de séquence ; DC, discontinuité de chute mineure du niveau marin relatif)

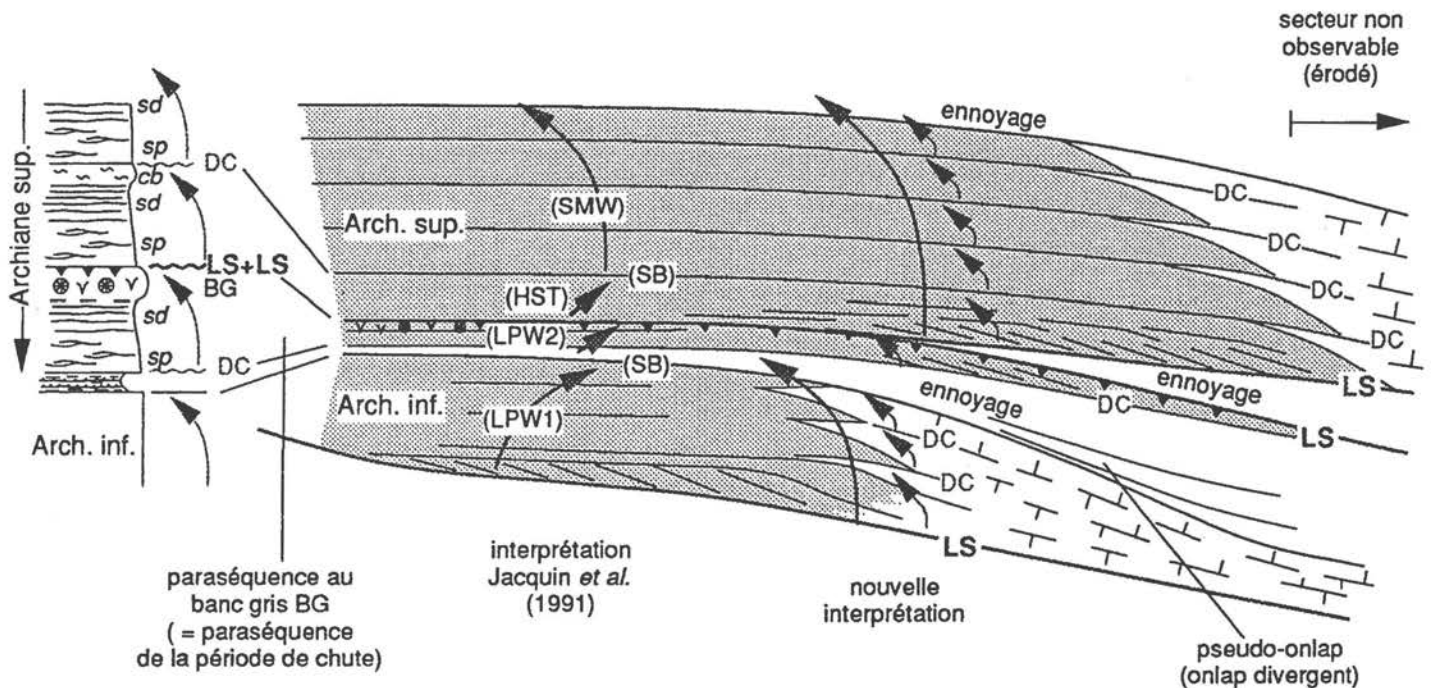


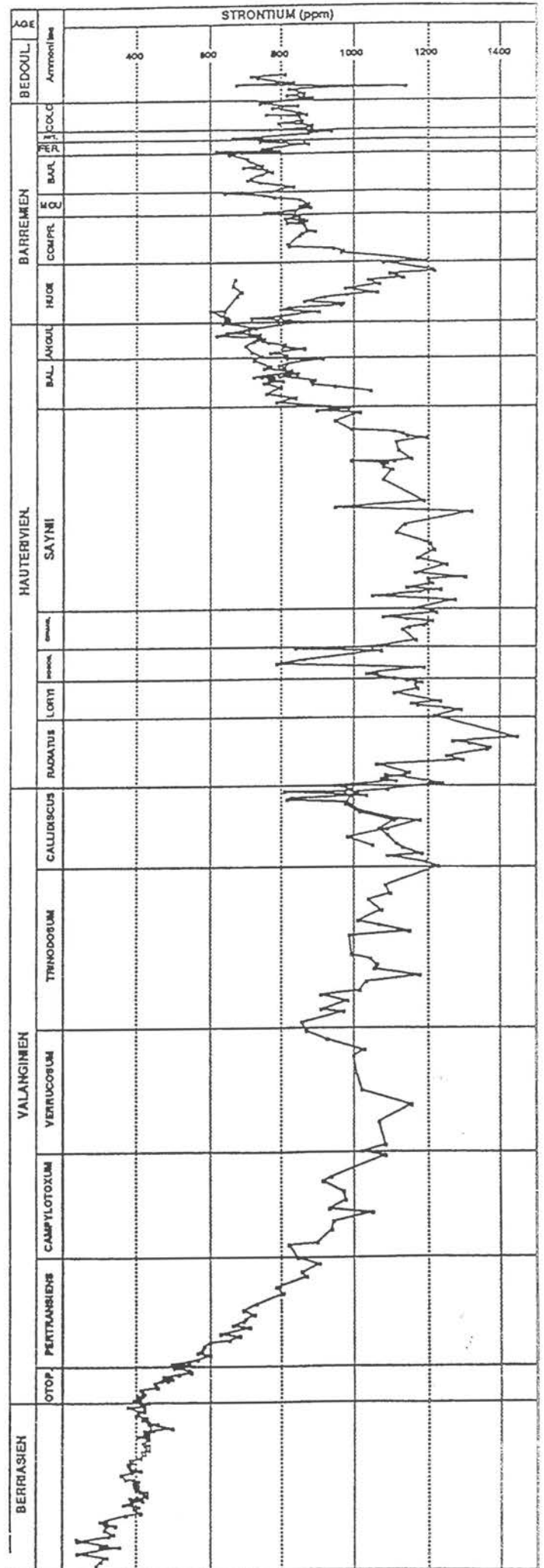
Fig. 2 - Organisation interne des calcarénites d'Archiane supérieur  
 (schéma de principe sans échelle)  
 (LS, limite de séquence ; DC, discontinuité de chute mineure du niveau marin relatif  
 sp, shoreface proximal à HCS emboîtés ; sd, shoreface distal mieux lité, cb, calcarénites fines bioturbées  
 LPW, lowstand prograding wedge ; SB, sequence boundary ; HST, highstand systems tract ; SMW, shelf  
 margin wedge)

Bibliographie

Arnaud-Vanneau et al. (1992), *Colloque Platform margins, Grenoble, livret-guide excursion*. Arnout et al. (1994), *1st. Meeting on Mediterranean Carbonate Platforms, Marseille, (abstract)*. Everts et al. (1992), *Colloque Platform margins, Grenoble, (abstract)*. Fouke et al. (1994), *1st. Meeting on Mediterranean Carbonate Platforms, Marseille, (abstract)*. Hunt et Tucker (1992), *Sedimentary Geol., v. 81*. Jacquin et al. (1991), *Marine & Petroleum Geology, v. 8*.



Fig.2: Evolution des teneurs en Sr des carbonates pélagiques du domaine vocontien du Berriasien à l'Aptien.



**Plateformes carbonatées dans un contexte de rift :  
exemple des séries plio-quadernaires du Golfe de Suez.**

par

Marianne RIOUAL, Fabienne ORSZAG-SPERBER & Bruce PURSER  
Dépt. de Géologie, Bât. 504, Université de Paris Sud, 91405 Orsay

**Resumé**

L'ensemble Mer Rouge-Golfe de Suez comporte de nombreux blocs structuraux engendrés lors des divers stades du rift. Ceux du Miocène inf-moyen servent de base au développement des plateformes carbonatées dont l'évolution est interrompue par une importante phase de sédimentation évaporitique d'âge miocène moyen-sup. La série post évaporitique - le sujet de cette contribution - concerne environ 1000m de sédiments plio-quadernaires comportant aussi bien des faciès évaporitiques que silico-détritiques et, surtout, des carbonates. Cet ensemble post-évaporitique est mis en place pendant l'ouverture (dérive) du rift qui se manifeste à plusieurs échelles:

- à l'échelle régionale, le Golfe de Suez constitue un bassin étroit (50km) bordé par des reliefs considérables (2000m). Le Golfe est séparé de la Mer Rouge par une rupture morpho-structurale qui délimite la plateforme peu profonde (moins de 100m) de Suez;
- à l'échelle locale, le Golfe de Suez comporte de nombreux blocs structuraux et/ou diapiriques souvent allongés parallèles à l'axe du rift. Ces composants structuraux se trouvent sur la plateforme de Suez où ils forment des hauts-fonds bathymétriques et des îles, ainsi que dans les profondeurs plus importantes (au moins 1000m) au large de cette plateforme.

Dans ce contexte structural de rift la sédimentation carbonatée, essentiellement biogénique, est importante. A l'échelle régionale, les carbonates dominent dans le tiers SE du Golfe passant aux séries plutôt terrigènes et évaporitiques vers le NW. La plateforme carbonatée occupe donc la zone périphérique de la plateforme, aujourd'hui comme dans le passé; la bordure actuelle de la plateforme coïncide avec des failles N-S (direction Aqaba) dont le rejet est de 1000m environ. La zone effondrée, qui occupe la partie SE du Golfe de Suez, comporte également des séries carbonatées dont les éléments les plus spectaculaires sont des "pinnacles".

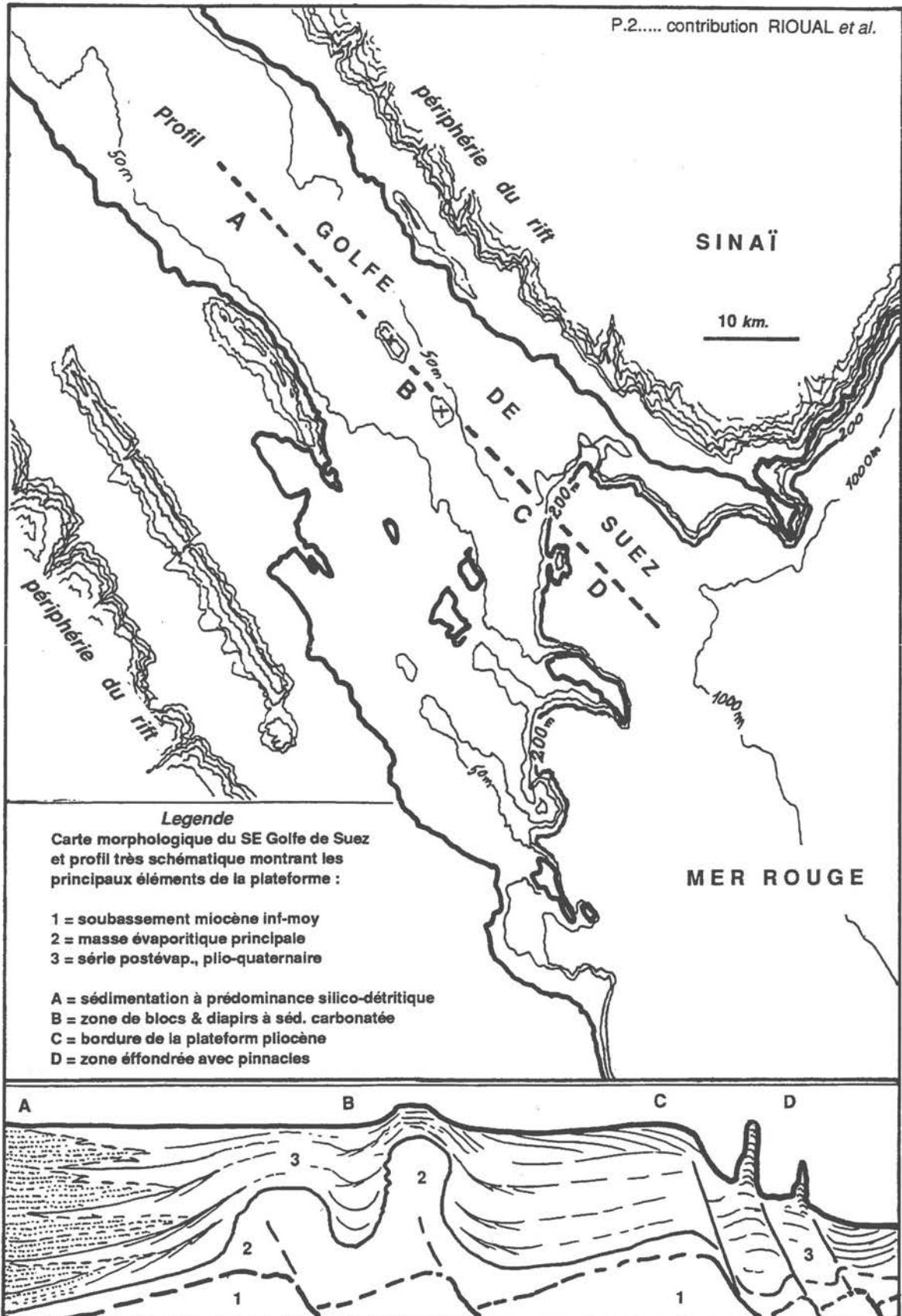
A l'échelle locale on constate une concentration, au sommet des blocs et des diapirs, de carbonates à sismofaciès irréguliers & massifs tandis que dans les zones basses avoisinantes le sismofaciès est mieux lité. Sur les profils sismiques ainsi qu'à l'affleurement, on observe de multiples discontinuités délimitant les séquences. Plus nombreuses et mieux exprimées aux voisinages des culminations structurales, ces ruptures sont, de toute évidence, engendrées par l'instabilité tectonique. Cette instabilité est confirmée par la présence de terrasses récifales quadernaires dont l'altitude varie d'un point à l'autre.

**DISCUSSION & CONCLUSIONS:** Les facteurs qui déterminent la géométrie et le découpage séquentiel des carbonates plio-quadernaires du Golfe de Suez sont multiples; la formation d'une épaisse série carbonatée dans un contexte de tectonique active semble, de prime abord, paradoxale. Malgré un relief morpho-structural important, l'apport de détritiques terrigènes est restreint pour plusieurs raisons - d'une part, un climat chaud et sec et, d'autre part, le style structural lui-même. En effet, l'existence de blocs allongés dont les axes sont disposés plus ou moins parallèles à la bordure du bassin (rift), semble constituer un élément favorable; les décharges terrigènes seront piégées dans les demi-grabens situés au voisinage de la source. D'autre part, l'existence de zones hautes (horsts) empêche la remontée des silicates vers les culminations bathymétriques- sites privilégiés des carbonates.

L'épaisseur ainsi que la taille des plateformes carbonatées est également fonction de leur situation structurale. En effet, dans les secteurs peu perturbés par la tectonique tels que la bordure SE de la plateforme de Suez, la série carbonatée prograde en offlap vers la périphérie de l'escarpement. En revanche, sur les blocs situés au large de cette marge, affectés par une subsidence relativement importante, la croissance de plateforme de dimension très modeste (2-3 km) est essentiellement verticale créant ainsi des véritables "pinnacles".

En somme, les plateformes plio-quadernaires du Golfe de Suez, bien qu'essentiellement d'origine biogénique, doivent leurs géométries finales non pas aux facteurs écologiques mais surtout aux mouvements structuraux liés à la dynamique du rift.

P.2..... contribution RIOUAL et al.



## **GEOMETRIE ET PRODUCTION DES PLATES-FORMES CARBONATEES PALEOGENES D'OMAN**

Jack ROGER\*, Philippe RAZIN\*\*, Chantal BOURDILLON\*\*, Jean-Pierre PLATEL\*\* et Robert WYNS\*\*\*  
\*BRGM DR/HYT, \*\*BRGM SGN/I2G, \*\*\*BRGM SGN/UPE BP 6009 45060 Orléans Cedex.

Alors que la marge sud-orientale de l'Oman et plusieurs sillons subsidents contrôlés tectoniquement enregistrent une sédimentation marine quasi-continue pendant le Paléogène, les zones les plus internes de la plaque arabique ne sont qu'épisodiquement transgressées, recouvertes à deux périodes clés, au Paléocène supérieur-Eocène inférieur et à l'Eocène moyen, par de très vastes plates-formes carbonatées, dont le développement est favorisé par la position intertropicale de la région. Ces plates-formes viennent ceinturer tout l'Est de la Péninsule arabique, s'étendant depuis la Somalie et le Yémen, au Sud, jusque vers le Koweït et l'Arabie saoudite au Nord-Est. En Oman, ces plate-formes occupent à ces époques presque tout le territoire, montrant le passage depuis la plate-forme stable, au Dhofar, jusqu'à des contextes tectoniques diversifiés de marge mobile à la périphérie des Montagnes d'Oman.

La plate-forme la plus basale, d'âge Thanétien à llerdien, qui cumule jusqu'à 500m de dépôts, principalement carbonatés, caractérise la première inondation marine qui fait suite à l'émersion finimaastrichtienne. Après un épisode émerusif important marqué par la lacune du Cuisien, la plate-forme du Lutétien-Bartonien, vient relayer la précédente, accumulant plusieurs centaines de mètres de dépôts mixtes marno-carbonatés.

En l'absence de construction récifale d'importance, ces plate-formes constituent de vastes rampes, propices à l'épanouissement de riches associations de foraminifères benthiques, de mollusques et d'algues. Au total, ces milieux, ouverts aux circulations et bien oxygénés, sont fortement producteurs de carbonate. C'est cependant dans les secteurs tectoniquement les plus actifs des Montagnes d'Oman, que sont le mieux exposés les profils de dépôt, permettant de reconstituer la géométrie des plate-formes et de leur marge.

Dans l'intervalle de temps considéré, les dépôts carbonatés, se développent préférentiellement au cours des phases de progradation de la plate-forme et déterminent, aux différents ordres, des cycles transgression-régression dissymétriques.



*Séance Spécialisée A.S.F.-S.G.F. - Résumés, 1994, Publication A.S.F., Paris, n° 21, 51 p.*

**LES CORTEGES TRANSGRESSIFS DU MIOCENE MEDITERRANEEN :  
DES PLATEFORMES CARBONATEES  
DU TYPE FORAMOL SOUS CONTROLE TIDAL**

**J.L. RUBINO\* , J.L. LESUEUR+ , L. GUY+ , B. GRANIER\* , G. CLAUZON°**

\* TOTAL Paris

+ Present adress : ELF/Pau - Boussens

° Université d'Aix en Provence

Du Sud de l'Italie au bassin Molassique Suisse en passant par le bassin Rhodanien, ainsi qu'en Corse et en Sardaigne, les séries néogènes se caractérisent notamment dans les zones distales par une alternance de carbonates, de marnes et de grès.

A l'exception de rares édifices coralliens de petites tailles, souvent monospécifiques et proliférant plus largement au Miocène inférieur (Aquitainien) (Chevalier 1977) et supérieur (Tortonien - Messinien) (Ésteban et al. 1993) au Sud du bassin méditerranéen ; la quasi totalité des carbonates miocènes sont des calcaires bioclastiques, dont la composition les rattache au faciès Foramol (Lee et Bullers 1972) caractéristique des zones de moyennes latitudes, ce qui est en accord avec les reconstitutions paléogéographiques régionales (Dercourt et al 1985).

L'analyse sédimentologique régionale en terme de stratigraphie, séquentielle de ces séries, contrainte par un canevas biostratigraphique, relativement fiable, permet d'identifier dans l'intervalle Burdigalien-Tortonien Inférieur, 7 séquences de dépôts (Rubino et al 1990) qui se corrèlent bien avec les cycles eustatiques tel qu'ils sont définis par Haq et al. 1987.

Les carbonates dans la plupart des exemples étudiés se trouvent restreint au seul interval transgressif de ces séquences de dépôts. Ils constituent des formations dont l'épaisseur varie de quelques mètres à la centaine de mètres. Leur caractère transgressif est attesté à la fois par :

- l'évolution verticale des faciès, notamment une décroissance de la taille des structures sédimentaires, les relations géométriques entre séquences de dépôts, ainsi que par la nature des contacts avec les formations sus et sous-jacentes ; ils surmontent soit directement la limite de séquence (émersion), soit ils reposent sur les 1er termes de la transgression (faciès lagunaires) par l'intermédiaire de la surface de ravinement.

Ils sont surmontés par les marnes, les argiles ou les grès de la partie régressive de la séquence, leur sommet coïncide souvent avec la surface de transgression maximale associée à une condensation (Drowning platform).

Ces barres bioclastiques se caractérisent par une forte hétérogénéité interne, résultant de la juxtaposition et de la superposition de corps sableux décimétriques à plurimétriques constitués de stratifications obliques d'origine tidale sans influence significative des houles et des tempêtes.

Une analyse pétrographique (macro + microscopique) conduite conjointement à celle des structures sédimentaires permet de mettre en évidence l'existence d'une relation entre la taille et la nature des structures sédimentaires et le type de faciès carbonaté.

D'une façon générale, les sables bioclastiques caractérisant le faciès Foramol sont constitués de fragments : de mollusques, d'échinodermes, de bryozoaires de foraminifères et d'algues rouges, en proportion variable. Il est en fait très rare de retrouver cette diversité du matériel, sur 1 échantillon. On observe généralement 2 pôles opposés, l'un dominé par la prépondérance des algues rouges, FACIES RHODALGAL de Carannante et al. 1988, dans un sable très grossier ou associé à une fraction très fine.

L'autre est caractérisé par l'abondance des mollusques des bryozoaires, des échinodermes, et des foraminifères, FACIES MOLECHFOR de Carannante et al 1988) dans un sable moyen à grossier.

Le 1er se trouve toujours associé soit à des corps sableux de grande taille, plurimétriques, transverses ou longitudinaux, à grande stratifications obliques, soit à des structures érosives (ravinement), les deux indiquant des vitesses de courants élevés à très élevés et une forte asymétrie, des courants de marée.

A l'opposé, le second type de faciès se trouve généralement associé à des corps sableux de plus petites tailles, souvent constitués de mégarides tidales décimétriques bidirectionnelles ou des dunes métriques, qui indiquent des vitesses de courants de marée moindres et une plus forte symétrie.

En l'état actuel des observations, et compte tenue à la fois des faibles vitesses de subsidence et d'accumulation, qui caractérise ces dépôts miocènes il est difficile de discriminer le rôle respectif des processus auto et allocycliques (cycle à haute fréquence) dans la genèse des nombreuses érosions internes et des juxtapositions de faciès qui caractérisent ces cortèges transgressifs.

Bien que moins sensible à la pollution terrigène que les plate formes du type Chlorozan, les plate formes de type Foramol, disparaissent néanmoins presque totalement en période régressive de haut niveau marin, et comme leur homologue des basses latitudes leur productivité croît en période transgressive tandis que les forts courants de marée assure une homogénéisation du matériel, et qu'ils n'est pas possible de différencier, zones de production et zones d'accumulation.

#### REFERENCES :

- Carannante, G, Esteban, M, Milliman, JD and Simone L, 1988. Carbonate lithofacies as paleolatitude indicators : problems and limitations. *Sediment. Geol.*, 60 : 333-346.
- Chevalier, JP, 1977. Aperçu sur la faune corallienne récifale du Néogène. *Mém. Bur. Rech. Géol. Min*, 89 : 359-366.
- Dercourt J et al. 1985 : Présentation de 9 cartes paléogéographiques au 1/20 000 000 s'étendant de l'Atlantique au Pamir pour la période du Lias à l'Actuel. *Bull. Soc. Géol. France T1*, n° 5 p 637-652 + Atlas.
- Esteban, M, Braga, JC, Martin, J.M. and Santisteban, C, 1993. An overview of Miocene reefs from the Mediterranean areas : Miocene reefs of the Western Mediterranean. In : C. Jordan, M. Colgan and M. Esteban (Editors). *Miocene Reefs. A Global Comparison*. Springer, Heidelberg (in press).
- Haq, BU, Hardenbol, J and Vail, PR, 1987. Chronology of fluctuating sea levels since the Triassic. *Science*, 235 : 1156-1167.
- Lees, A and Buller, A.T., 1972. Modern temperate water and warm water shelf carbonate sediments contrasted. *Mar. Geol.*, 13 : 1767-1773.
- Rubino JL, Lesueur JL, Guy L et Clauzon G, 1989 : *Sédimentologie et stratigraphie séquentielle du miocène Rhodanien*, ASF livret guide (inédit).

## **ANATOMIE DE QUELQUES PLATES-FORMES CARBONATEES PROGRADANTES MESSINIENNES DE MEDITERRANEE OCCIDENTALE**

Jean-Paul SAINT MARTIN<sup>1</sup>, Gilles CONESA<sup>1</sup>, Jean-Jacques CORNEE<sup>1</sup>, Jacques MULLER<sup>1</sup> et Jean-Pierre ANDRE<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Université de provence, URA 1208 du CNRS, Centre de sédimentologie/Paléontologie, Place Victor-Hugo, 13331 Marseille Cedex 03

<sup>2</sup> Université d'Angers, Laboratoire de géologie, Boulevard Lavoisier, 49045 Angers Cedex

Le développement des plates-formes carbonatées en Méditerranée à la fin du Miocène est corrélatif d'une forte production carbonatée des écosystèmes littoraux. L'accumulation du matériel carbonaté se réalise selon des modalités diversifiées (SAINT MARTIN et ROUCHY, 1990) parmi lesquelles les processus de bioconstruction prennent une grande part. Les scléractiniaires, les algues mélobésiées et les organismes microbiens sont les principaux constructeurs.

L'édification des plates-formes carbonatées est en premier lieu contrôlée par la répartition de l'espace disponible et dépend par conséquent des caractéristiques de la topographie héritée (MULLER *et al.*, 1994). Plusieurs types de géométries peuvent ainsi être distingués (CORNEE *et al.*, 1994a): (1) plates-formes progradantes-aggradantes sur des rampes, (2) plates-formes aggradantes sur des bordures continentales, (3) plates-formes aggradantes isolées, (4) plates-formes récifales frangeantes étroites... Diverses plates-formes carbonatées messiniennes du premier type situées dans plusieurs secteurs de Méditerranée occidentale sont envisagées ici sur les plans géométrique, sédimentologique et paléoenvironnemental. Pour chacune, des profils, restituant par des méthodes rétro-tectoniques les géométries originelles, ont été établis.

L'analyse comparée des profils rétro-tectoniques montre un enchaînement similaire des principaux corps sédimentaires. Plusieurs phases de progradation et de rétrogradation sont ainsi mises en évidence, permettant d'apprécier les variations relatives du niveau marin et d'évaluer leur amplitude. L'édification des plates-formes s'effectue globalement lors d'une hausse majeure du niveau marin relatif (SAINT MARTIN, 1990; CORNEE *et al.*, 1994b). Dans le détail, celle-ci se décompose en variations à haute fréquence du niveau marin avec des périodes d'élévations marquées par des rétrogradations, des périodes de niveau stable ou de légères baisses marquées par la progradation du matériel carbonaté bioconstruit et bioclastique ou par des discontinuités érosives dans les zones les plus internes. Les reconstitutions géométriques contredisent partout l'hypothèse souvent proposée d'un phénomène

général de progradation descendante affectant les constructions coralliennes à *Porites*, phénomène qui a été longtemps considéré comme préluant à la crise de salinité. La seule évidence d'une chute conséquente du plan d'eau se situe vers la fin du Messinien et se traduit par une érosion aérienne entaillant la partie supérieure de la plate-forme à Melilla (Maroc), jusque dans ses parties distales.

Les premières phases d'édification des plates-formes sont marquées par l'abondance des grands mollusques, des grands foraminifères, des algues mélobésiées et de colonies coralliennes relativement diversifiées. Les constructions coralliennes monogénériques deviennent ensuite prépondérantes, les articles d'*Halimeda* représentant également une grande partie du matériel carbonaté produit dans les récifs. Bien que déjà associés aux sclérectiniaires dans la trame récifale, les organismes cynobactériens constituent finalement l'élément dominant, avec le développement spectaculaire des stromatolites. L'étude statistique des composants biologiques majeurs montre une évolution progressive, selon un processus de relais, des écosystèmes, sans coupures ou "crises" biologiques brusques apparentes à travers l'ensemble de la succession carbonatée.

La répartition des plates-formes carbonatées a joué un rôle non négligeable dans la "crise de salinité" du Messinien, du moins sur les marges. En effet, comme l'a également souligné BUSSON (1990), l'occupation progressive de l'espace disponible par le matériel carbonaté bioclastique et bioconstruit a réduit notablement la dimension des zones de transit des masses d'eau marines sur les marges et favorisé l'instauration de conditions évaporitiques locales, sans qu'une chute notable du plan d'eau ne soit nécessairement survenue.

---

BUSSON G. (1990) - Le Messinien de la Méditerranée...vingt ans après. *Géologie de la France*, 3-4, p. 3-58.

CORNEE J.J., GUIEU G., MULLER J. & SAINT MARTIN J.P. (1994a) - Mediterranean Messinian carbonate platforms: some controlling factors. - "*Peri-Mediterranean Carbonate Platforms*", Marseille, Résumés, p. 45-48.

CORNEE J.J., SAINT MARTIN J.P., CONESA G. & MULLER J. (1994b) - Geometry, palaeoenvironments and relative sea-level (accommodation space) changes in the Messinian Murdjado carbonate platform (Oran Western Algeria): consequences. *Sed. geol.*, 89, p. 143-158.

MULLER J., GUIEU G., CORNEE J.J., SAINT MARTIN J.P., ANDRE J.P., PUIGDEFABREGAS C. & BERASTEGUI X. (1994) - Les plates-formes carbonatées messiniennes dans leur environnement paléogéographique et structural. *Interim-Colloquium R.C.M.N.S.*, Marseille, Résumés, p. 40.

SAINT MARTIN J.P. (1990) - Les formations récifales coralliennes du Miocène supérieur d'Algérie et du Maroc. *Mém. Mus. Natl. Hist. Nat.*, Paris, Sc. de la Terre, 56, 366 p.

SAINT MARTIN J.P. & ROUCHY J.P. (1990) - Les plates-formes carbonatées en Méditerranée occidentale: leur importance pour la reconstitution des variations du niveau marin au Miocène terminal. *Bull. Soc. geol. France*, (8), VI, p. 83-94.

**OLIGOCENE-MIOCENE SHALLOW CARBONATES IN OFFSHORE TUNISIA:  
A CASE STUDY OF A CSM FORWARD SEISMIC MODEL**

Anne M. SCHAWB

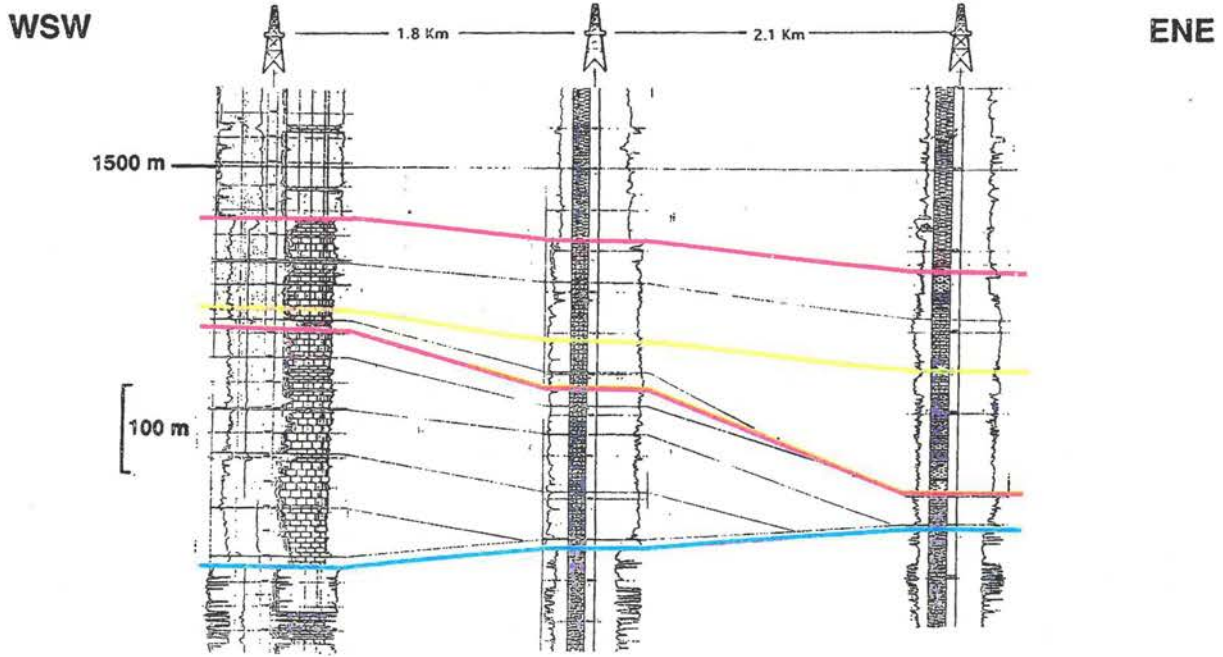
Elf Aquitaine Production, Avenue Larribau, 64018 Pau, France

The Ketatna-Salammbô series of Offshore Tunisia contains shallow water marine carbonates that interfinger with shales. The aim of this study was to determine a depositional model for this series based on the 3-D seismic data. The study involved a seismic stratigraphic interpretation which was used together with the well logs to construct a Composite Stratigraphic Model (CSM), comprising sequence stratigraphy and lithology. This was then the basis for a forward model which was compared with the original seismic. The synthetic seismic line shows a good match with the real data which validates the CSM model.

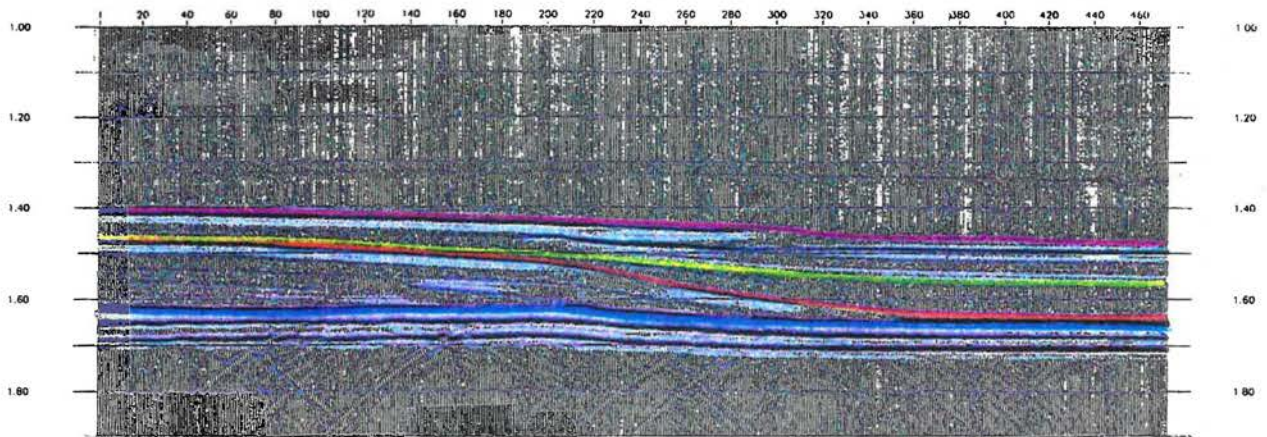
The seismic stratigraphic analysis of the 3-D data defined major surfaces of onlap and downlap. A variety of seismic facies, mainly progradation, mounded reflections, and variable amplitude reflections, were observed. An interpretation of the seismic facies and well logs led to a CSM model of a shallow marine platform where a major period of carbonate progradation was followed by a minor period of backstepping and then by a period of minor progradation before the carbonate system was shut down.

A CSM model was constructed and geophysical properties were assigned to the model. The velocities were taken directly from the log control, while the densities were calculated from Gardner's Equation. Various models were run using different densities, but no major change in model output was noted.

The good fit of the synthetic seismic line to the real seismic data shows that the CSM model proposed for this shallow carbonate platform is a viable one.

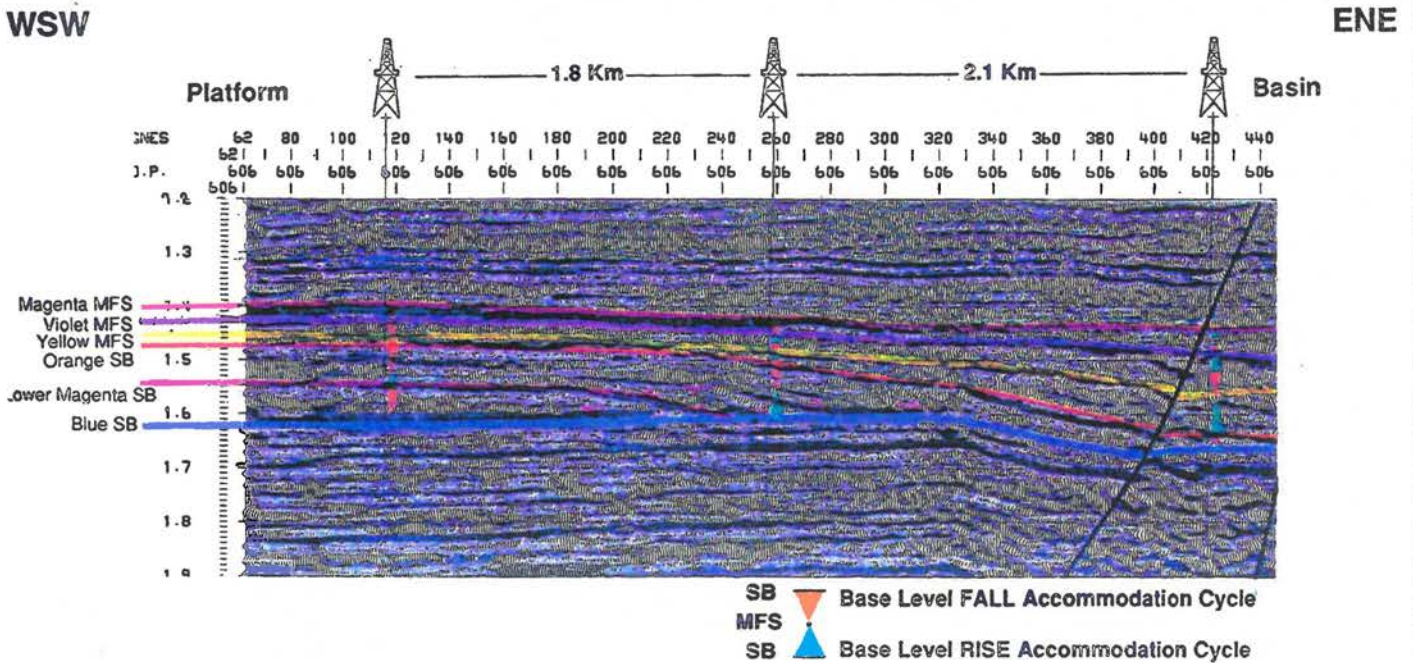


**GEOLOGIC MODEL FOR MODEL I**



Huyghens-Fresnel 30 Hz with Gain  
Sattlegger Modeling Program

**SYNTHETIC SEISMIC LINE MODEL I**



**SEISMIC LINE Y606**



**CARBONATE PRODUCTION AND DEPOSITIONAL GEOMETRIES  
IN THE MIDDLE TRIASSIC PLATFORMS OF THE ITALIAN DOLOMITES**

M. Stefani#, F. Van Buchem#, A. Bosellini##

# I.F.P., 92506 Rueil-Malmaison; France ##University of Ferrara, 44100, Italy

The Dolomites offer an extraordinary opportunity of understanding carbonate platform dynamics through the integrated analysis of seismic scale depositional geometries, sedimentary facies, biostratigraphy and radiometric dating (for the chronostratigraphy and geochronology, cf. Brack and Rieber). The examined interval corresponds to a second order depositional sequence, probably covering a time span of about 7 Myrs, between Anisian and Ladinian times. The sequence is bounded by two main subaerial unconformities, related to important geodynamic reorganization, the first one corresponding to tectonic activation and uplift, the second to massive magmatism. This interval can be subdivided into several third order sequences and, for sake of clarity, into five main evolutionary phases.

(1) The starting of the first phase is characterized by an overall transgression, that produced wide disoxic terrigenous-carbonate lagoons. Carbonate producing banks originally colonized only a few topographic highs, but then they rapidly expanded over the great majority of the region, leaving only a few depressions. Carbonate mud production was generally abundant and off-platform transportation important. The platforms were therefore generally bounded by gently inclining ramps, but steeper bioclastic slopes locally developed, with an inclination of up to 30° (communication of D. Masetti). Platform sedimentation rates are estimated to be in the order of several tens of metres per Myrs.

(2) During the following phase, platform sedimentation became progressively unable to keep pace with the increased relative sea-level rise and tectonic deformation. Huge platform slabs were thus progressively incorporated in the widening basins and then often colonized by deep water bacterial stromatolites. Other platform areas were instead able to sustain the accelerated subsidence, thus producing spectacular growth structures. In the meanwhile, huge breccia and megabreccia bodies, involving both freshly produced carbonates and older lithoclasts, were redeposited in the poorly oxygenated basins. At the end of this phase, the thickness of the carbonate platforms varied between 50 and 400 m.

(3) During the next short but eventful phase (Reitzi Biozone), the region experienced an accelerated tectonic subsidence, leading to general drowning. This evolution was associated with water eutrophication and anoxia, promoting organic C storage in condensed basinal shales. Carbonate production was terminated across the greatest part of the region, and kept on in only a few





localized spots, which correspond to the nuclei of the former generation of carbonate platforms. These small carbonate producing systems rapidly aggraded, thus forming isolated pinnacles. Calcareous mud was still comparatively abundant on top of the subtidal platforms and in the lengthening slopes, that generally show concave shapes and inclinations between 15° and 30°. Whereas the sedimentation rate on the small carbonate platforms could probably reach 500 m per Myrs, in the adjacent deepening basins it was only in the order of a few metres. During the same biozone, some other platforms eventually drowned, and were then covered by condensed deep water carbonates (M. Cernera).

(4) During the subsequent phase (Nevadites and Curioni Biozones), subsidence progressively diminished, probably because of an increased thermal flux and the starting of the magmatic rising in the crust. The small pinnacles were able to grow up to sea level; the platform tops repeatedly emerged and were able to record high frequency sedimentary cyclicity (Latemar). Since the carbonate production exceeded relative sea level increase, the platforms largely prograded, especially in the western, less subsiding portion of the region. The former pinnacles thus became the nuclei of much larger platforms, which sometimes merged together (Rosengarten-Schlern). The slopes were now mainly fed by rounded blocks, derived from the bioencrusted and highly cemented wave resistant margins. The slopes, lacking mud, reached maximum inclination of 45° and were now mainly planar in shape. Exportation of loose carbonate sediment from the "hardened" platforms was reduced and the adjacent basins were starved of platform derived sediments. Planktonic organisms, such as Radiolarians and Pelecypods, were therefore concentrated at the bioturbated basin floors to form thin cherty nodular limestones layers. During this phase, the maximum progradation rate probably exceeded one Km per Myrs, while in the basin less than 10 m were deposited during the same interval; the base of slope therefore migrated in a planar way.

(5) At the end of the progradation stage (Gredleri Biozone), the carbonate platforms were locally more than one kilometre thick and covered an important portion of the region. The carbonate deposition was then temporally terminated (Archelaus Biozone) by violent magmatic and tectonic events, that buried important portions of the buildups.

The depositional evolution of these platforms was thus strongly influenced by active palaeotectonic movements, possibly related to prolonged simple shear lithospheric stretching, and by environmental changes in the shallow water areas, prone to carbonate precipitation.



**CONTRAINTES BIOSTRATIGRAPHIQUES  
ET GÉOMÉTRIE DES CORTÈGES SÉDIMENTAIRES  
SUR LES PLATES-FORMES CARBONATÉES:  
EXEMPLES DE DATATIONS-CORRÉLATIONS  
DANS LE JURASSIQUE MOYEN DU BASSIN DE PARIS  
ET DE LA BORDURE CÉVENOLE**

**Jacques THIERRY**

Centre des Sciences de la Terre et U.R.A. C.N.R.S. n°157 "Paléontologie analytique et Géologie sédimentaire", Université de Bourgogne, 6 Bd Gabriel, 21000, Dijon.

Les organismes peuplant les plates-formes carbonatées du Jurassique sont essentiellement benthiques (Brachiopodes, Echinides, Crinoïdes, Bivalves, Madréporaires, Grands Foraminifères, Algues calcaires, etc. Tous contribuent à la production de matériel bioclastique donnant leur caractère particulier aux sédiments accumulés dans ces environnements; considérés comme des "fossiles de faciès" leur rôle biochronologique est resté modeste. Compte tenu de la rareté d'organismes nectopélagiques et nectobenthiques comme les ammonites, considérés comme les meilleurs "fossiles stratigraphiques", la datation-corrélation des formations de plates-formes carbonatées restait marquée d'une certaine imprécision vis-à-vis des séries de bassin, plus riches en ce type d'organismes.

Le regain d'intérêt pour les disciplines stratigraphiques, notamment l'analyse séquentielle, a suscité la reconsidération de la "valeur biostratigraphique" de certains groupes fossiles, dans le but de dater et corrélérer les séquences et les discontinuités qui les limitent. Parmi eux, les Brachiopodes, les Grands Foraminifères, les Echinides sont d'une importance capitale. En plus de cet intérêt individuel, leur utilisation conjointe avec d'autres groupes tels que les Dinokystes et des méthodologies complémentaires (analyse séquentielle) en font désormais un outil de datation et de corrélation performant.

**BIOSTRATIGRAPHIE ZONALE et BIOSTRATIGRAPHIE ÉVÉNEMENTIELLE:**

Deux approches, différentes dans leur concept et leur procédure, mais complémentaires dans leurs résultats et conformes à la pratique biochronologique se sont développées.

La première est une biostratigraphie zonale qui définit des biozones et aboutit à des échelles calées sur l' "échelle standard" des ammonites. Conformément à la terminologie et aux règles de la nomenclature biostratigraphique, ces unités, établies par une approche empirique, sont caractérisées par l'association, l'abondance, la concomitance ou l'exclusion de taxons. Rassemblant un grand nombre de données sur une vaste aire géographique, elles se veulent universelles mais se heurtent à la difficulté majeure de l'étroite liaison existant entre organismes benthiques et paléoenvironnements. Les risques de diachronisme d'apparition des taxons sont possibles entre plates-formes différentes et *a fortiori* entre plates-formes et bassins.

La seconde est une biostratigraphie de niveaux-repères basée sur la reconnaissance de lits caractérisés par un taxon ou une association de taxons, facilement repérables par l'abondance particulière des individus. Le caractère instantané de ces niveaux-repères à l'échelle des temps géologiques, le renouvellement significatif des taxons entre niveaux-repères successifs, leur extension latérale au moins à l'échelle d'une plate-forme ou d'un bassin, leurs relations avec les surfaces significatives de la succession séquentielle, la démonstration de leur isochronie par calage sur la biozotation des ammonites, en font un outil performant qualifié de biostratigraphie événementielle.

**LE RÔLE DES BRACHIOPODES:**

Des échelles zonales de Brachiopodes existent pour les ensembles paléogéographiques et biogéographiques jurassiques d'Europe occidentale: le domaine des plates-formes nord-ouest européennes et la marge nord téthysienne (Almèras *et al.*, 1995). Cette distinction traduit la prise en compte de l'impact de l'évolution et de la distribution des paléoenvironnements auxquels sont inféodés les Brachiopodes et qui joue un grand rôle dans leur distribution temporelle et leur répartition spatiale. Elles comportent une quarantaine de biozones d'extension concomitante et d'intervalle (parfois divisées en sous-biozones) corrélées avec les biozones d'ammonites.

Parallèlement, la reconnaissance d'associations de Brachiopodes, de leur succession et remplacement en régime de sédimentation discontinue, a conduit à la construction d'une échelle biochronologique de niveaux repères permettant, dans ce cadre paléogéographique, des corrélations très précises (Garcia, 1993; Garcia & Laurin, 1994). Cette échelle n'aboutit pas forcément à la datation d'une série, mais permet de caractériser biostratigraphiquement des événements, en particulier les inondations maximales de séquences et cycles de dépôt d'ordres variés, souvent marquées par la pénétration des ammonites sur les plates-formes, et donc corrélés avec les échelles standard.



## LE ROLE DES GRANDS FORAMINIFÈRES:

Un découpage zonal du Jurassique par les Grands Foraminifères existe en domaine de plates-formes carbonatées (Bassoulet, 1994, 1995). Sa construction et son utilisation présentent des difficultés plus grandes qu'avec les Brachiopodes: la définition des taxons est encore mal connue; leur distribution temporelle et répartition spatiale sont fortement conditionnées par les environnements; leur présence avec les ammonites est exceptionnelle. Dans la succession du temps, les zones d'association et zones de distribution totale proposées sont isolées par des intervalles dépourvus de Grands Foraminifères.

Ces zonations, conduisent à une notion d' "intervalles de présence certaine", dans lequel se trouve l' "intervalle de distribution observée" qui n'est qu'une petite fraction de l' "intervalle de distribution réelle" de l'espèce-indice ou de l'association. La signification événementielle de cette distribution observée est comparable à celle du niveau-repère et peut être utilisée comme élément de corrélation à l'échelle d'une ou plusieurs plates-formes. Correspondant souvent à des dépôts de fin de séquence ou de cycles, les sédiments à grands foraminifères sont dépourvus d'ammonites; par contre, fréquemment associés aux brachiopodes, une corrélation indirecte critique avec les zones d'ammonites est possible.

## LE ROLE DE LA PALYNOLOGIE:

Plusieurs échelles de Dinokystes comportant des biozones d'abondance et des biozones d'intervalle, sont proposées pour le Jurassique nord-ouest européen et la marge nord-téthysienne (Fauconnier, 1995). Les biorepères d'apparition et de disparition des taxons-indices (FAD et LAD des anglo-saxons), et/ou les biozones sont corrélées avec les échelles d'ammonites.

Parallèlement, des séries montrent des cycles d'alternances de palynofaciès sapropéliques où dominent les associations d'Acritarches, et de palynofaciès humiques alternativement dominés par des Dinokystes ou des Spores-pollens. Ces alternances d'événements palynologiques, observées à des échelles séquentielles différentes, ont une valeur chronologique et corrélatrice différentes. Celles détectées dans les séquences de dépôt d'ordre élevé (*sensu* Vail), sont des niveaux-repères, caractérisés par des taxons ou des associations de taxons renouvelés, pouvant servir dans des corrélations à grande distance. Celles observées dans les paraséquences expriment une cyclicité palynofloristique suggérant un découpage en unités d'ordre inférieur à celui des paraséquences.

## RÉSULTATS et PERSPECTIVES:

Comme en témoignent les premiers résultats obtenus dans le Dogger du Bassin de Paris (Boulonnais, Bourgogne) et du Bassin du Sud-Est (bordure cévenole), la double approche de biostratigraphie zonale et de biostratigraphie événementielle, fournit un remarquable outil biochronologique de datation-corrélation des cortèges sédimentaires sur les plates-formes carbonatées, d'une part si cette méthode comporte une suite de corrélations directes Brachiopodes-Grands Foraminifères, Dinokystes-Brachiopodes et Ammonites-Dinokystes-Brachiopodes, d'autre part si cette démarche est conduite dans un cadre séquentiel. Des recherches sur l'utilisation possible d'autres groupes (Echinides, Thierry *et al.*, 1995) et quelques résultats publiés sur des séries jurassiques marocaines, bulgares, caucasiennes et transcaspennes encouragent à poursuivre dans ce sens et suggèrent la possibilité d'étendre les corrélations à de vastes aires géographiques.

- ALMERAS Y., BOULLIER A. & LAURIN B. (1995) - Biozonation du Jurassique français par les Brachiopodes. *Mém. B.R.G.M.* (sous-presse).
- BASSOULET J.P. (1995) - Révision de la répartition stratigraphique au Jurassique des Grands Foraminifères du Centre du domaine péritéthysien (Europe - Afrique du Nord). *Mém. B.R.G.M.* (sous-presse).
- BASSOULET J.P. (1994) - Nouvelles données biostratigraphiques sur les grands foraminifères du Dogger péritéthysien. *Strata*, Sér. 1, 6, : 187.
- BODEUR Y., DARDEAU G., FAUCCONNIER D., GARDIN S., LE STRAT P., MARCHAND D. & THIERRY J. (1993) - Essai de corrélation zonale entre ammonites subméditerranéennes dinokystes et nannofossiles calcaires: l'exemple du Bathonien supérieur - Callovien inférieur de Quissac (Bordure cévenole, Bassin du Sud-Est de la France). PICG 343, Bucarest, Roumanie. Livre des Résumés, : 5-8.
- FAUCCONNIER D. (1995) - Kystes de Dinoflagellés du Jurassique en domaines Nord-Ouest européen et Nord-téthysien. *iMém. B.R.G.M.* (sous-presse).
- GARCIA J.P. (1993) - Les variations du niveau marin sur le Bassin de Paris au Bathonien-Callovien. Impacts sur les communautés benthiques et sur l'évolution des Ornithellidés (Terebratellidina). *Mém. Géol. Univ. Dijon*, 17, 307 pp.
- GARCIA J.P., LAURIN B., THIERRY J., CHARCOSSET P., GAUMET F., HOCQUET S. & JANNIAUX G. (1993) - Le Bathonien de la région de Neufchâteau; Rapport contrat ELF Aquitaine (P.).- Université de Bourgogne, 51 p., 30 fig. (confidentiel, inédit).
- GARCIA J.P. & LAURIN B. (1994) - Les associations de Brachiopodes du Jurassique moyen du Bassin de Paris: vers une échelle biochronologique de niveaux-repères pour les corrélations à haute résolution. *Strata*, Sér. 1, 6, : 88.
- GARCIA J.P., THIERRY J. & VIDIER J.P. (1994). - le Dogger du Boulonnais: nouveaux découpages chronologique et séquentiel des formations carbonatées jurassiques en bordure du massif Londres-Brabant. *C. R. Acad. Sci., Paris, sér. II* (sous presse).
- HUAULT V., RAUSCHER R. & LAURIN B. (1994) - Mise en évidence de cycles palynologiques à haute résolution dans le Dogger de Bourgogne. *C. R. Acad. Sci.*, 219, sér. 2, : 819-824.
- THIERRY J., HANTZPERGUE P., NERAUDEAU D., RIGOLLET L. & VADET A. (1995) - Distribution chronologique et géographique des échinides jurassiques en France: essai d'utilisation biostratigraphique. *Mém. B.R.G.M.* (sous-presse).



**SEA LEVEL CONTROL ON ORGANIC AND CARBONATE  
CARBON DISTRIBUTION AND GEOMETRICAL STYLES IN A  
MIXED CARBONATE/SILICICLASTIC SYSTEM  
(Upper Devonian, W. Alberta, Canada)**

van BUCHEM, Frans S.P.\*, Gregor P. EBERLI\*\*, Michael T. WHALEN\*\*, Eric  
W. MOUNTJOY\*\*\*, Peter HOMEWOOD\*\*\*\*

\* Institut Français du Pétrole, 92506 Rueil-Malmaison, France; \*\*RSMAS, University of Miami,  
Florida, USA; \*\*\* McGill University, Montreal, Canada; \*\*\*\*Elf Aquitaine Production, 64018  
Pau, France

The Upper Devonian mixed/carbonate siliciclastic system in W. Alberta shows TOC and carbonate carbon variations within a sequence stratigraphic framework, which allows to quantitatively address organic and carbonate carbon productivity in platform and basin, and predict TOC enriched zones on seismic scale systems tracts.

The system documents an overall, 2nd order, development from an initially flat platform or low gradient ramp to isolated, rimmed carbonate platforms during relative sealevel rise, and a subsequent progradation of the platforms during late highstand and early fall. Within this overall trend six medium scale depositional sequences (3rd order, at the scale of tens of meters) were identified in the platform and basin deposits each of them characterised by specific geometrical styles. The key to these correlations involved the identification and lateral tracing of exposure surfaces, major flooding surfaces and lowstand basinal deposits, including coarse carbonate debris flows and fine-grained siliciclastics, that onlap sequence boundaries..

Four outcrop sections covering the change from slope to basin have been sampled in detail (2-3 samples per meter) for the analysis of TOC and carbonate carbon. TOC is overmature (HI=0), but fine and large scale variations are preserved.

The **vertical distribution** of carbonate and organic carbon varies distinctly and is related to different scales of depositional sequences:

- the overall, *2nd order* transgression shows a pulsed, 3rd order, decrease of carbonate (down to 50 weight %) and an increase of TOC (upto 5 weight %), while the overall regression is characterised by low values in both carbonate and TOC. These trends are interpreted as two different dilution relationships: (1) during transgression the background sedimentation of TOC and clays are constant but the input of carbonate varies - hence the inverse relationship between carbonate and TOC content- , while (2)





during the overall regression the TOC and carbonate fractions are both diluted by the high input of clay.

- at the level of the *3rd order* sequences TOC variations coincide in general with stages of platform development with higher values occurring during exposure and backstepping (LST, TST) when carbonate productivity is at a minimum, and lower values during aggradation and progradation (HST) when considerable amounts of carbonate mud are shed off the platform.

- also on a meter scale (4-5m, 4/5th order) cyclic variations in carbonate carbon which are inversely related to the TOC distribution have been observed. They are best developed at proximal positions in the 3rd order TST's, and probably match the metre scale shallowing upward cycles found in the platforms.

The **lateral variations** in distribution of the TOC and carbonate are rapid. Over a distance of 1200 metres, going from buildup margin to slope carbonate content may decrease from 100 to 50%, while TOC may increase from 0.2 to 5 % (TST of medium scale sequence no. 4). This is due to 1) a diminution of the productivity and the preservation potential of TOC in the shallower waters near the buildup margins, and 2) to the higher supply of carbonate clasts and mud in the immediate vicinity of the buildup.

In conclusion, the six medium scale (3rd order) sequences comprising the overall Frasnian trans-/regression can be characterised individually by the geometrical styles of the shallow water carbonates, as well as by the specific geochemical signature of equivalent slope and basinal deposits (TOC-carbonate relationship).



## **LISTE DES AUTEURS**



## LISTE DES AUTEURS

<i>ALLEMAND P.</i>	9
<i>ANDRE J.-P.</i>	39
<i>ARNAUD H.</i>	1
<i>ARNAUD-VANNEAU A.</i>	1
<i>BARBIER S.</i>	20
<i>BOSSELINI A.</i>	43
<i>BOULVAIN F.</i>	3
<i>BOURDILLON C.</i>	36
<i>BOURROUILH R.</i>	5, 6
<i>BOURROUILH-LE JAN F.G.</i>	6, 7
<i>BRIAND C.</i>	22
<i>CALINE B.</i>	15
<i>CAMOIN G.</i>	1
<i>CLAUZON G.</i>	37
<i>CONESA G.</i>	39
<i>CORNEE J. J.</i>	39
<i>DAGALLIER G.</i>	20
<i>DIOP A.</i>	8
<i>DOYLE L.</i>	6
<i>DROMART G.</i>	9, 11
<i>EBERLI G.</i>	47
<i>FERRY S.</i>	30
<i>GARCIA J.P.</i>	9, 13
<i>GAUMET F.</i>	13
<i>GÉGA G.</i>	15
<i>GRANIER B.</i>	16, 18, 37
<i>GUERNET CL.</i>	8
<i>GUILLOCHEAU F.</i>	20
<i>GUY L.</i>	37
<i>HERBOSCH A.</i>	3
<i>HOMWOOD P.</i>	21, 28, 47
<i>IZART A.</i>	22
<i>JOLET P.</i>	23, 26

<i>LE STRAT P.</i>	20
<i>LESUEUR J.L.</i>	37
<i>LEVY A.</i>	6
<i>MASSE P.</i>	15, 25
<i>METTRAUX M.</i>	28
<i>MOUNTJOY E.</i>	47
<i>MULLER J.</i>	39
<i>ORSZAG-SPERBER F.</i>	34
<i>PAYSAN N.</i>	6
<i>PETERSON-STUART F.</i>	7
<i>PHILIP J.</i>	23, 26
<i>PLATEL J.P.</i>	36
<i>POMEROL Ch.</i>	8
<i>PURSER B.</i>	8, 34
<i>QUESNE D.</i>	30
<i>RAZIN Ph.</i>	36
<i>RENARD M.</i>	32
<i>RIOUAL M.</i>	34
<i>ROBIN C.</i>	20
<i>ROGER J.</i>	36
<i>ROUSELLE B.</i>	11
<i>RUBINO J.L.</i>	37
<i>SAINT MARTIN J.-P.</i>	39
<i>SAMBET G.</i>	13
<i>SCHWAB A.</i>	41
<i>SEYVE Ch.</i>	15
<i>STEFANI M.</i>	43
<i>THIERRY J.</i>	45
<i>VAN BUCHEM F.</i>	43,47
<i>VASLET D.</i>	22
<i>VIRGONE A.</i>	18
<i>WHALEN M.</i>	47
<i>WYNS R.</i>	36

# 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 Cetise (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 - 2ème Congrès Français de Sédimentologie. - Paris, 1989 - Livre des résumés.
- 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 distention 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 Oxfordien 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.
- n° 17 - Architecture et faciès d'un prisme deltaïque de bas niveau marin : les grès de Roda (Bassin Eocène sud pyrénéen).  
25-26-27 septembre 1992 - Livret-guide de l'excursion.
- n° 18 - Alternances marnes-calcaires originelles et diagénétiques - Réunion Spécialisée ASF-SGF. -  
2 Décembre 1992 - Livre des résumés.
- n° 19 - 4ème Congrès Français de Sédimentologie.  
17-18-19 novembre 1993 - Livre des résumés.
- n° 20 - 4ème Congrès Français de Sédimentologie.  
15-16 et 20-21 novembre 1993 - Livre des excursions.
- n° 21 - Géométries et Productivité des Plates-formes carbonatées - Séance Spécialisée A.S.F.-S.G.F. -  
8 décembre 1994 - Livre des résumés.

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

Dépôt légal : 4ème trimestre 1994

## Séance spécialisée ASF-SGF

Les thèmes abordés sont :

- systèmes carbonatés du Phanérozoïque
- récifs et bassins épicontinentaux
- influence tectonique
- lithostratigraphie, biostratigraphie
- échelles de résolution
- géométries
- écosystèmes
- productivité

ISSN 0990-3925  
ISBN 2-907205-20-X