



HAL
open science

Récifs, trottoirs et autres biolithosores du bassin de San Miguel de Salinas

Manuel Garcin, Daniel Vachard

► **To cite this version:**

Manuel Garcin, Daniel Vachard. Récifs, trottoirs et autres biolithosores du bassin de San Miguel de Salinas. Regional Committee on Mediterranean Neogene Stratigraphy (RCMNS), 1994, Marseille, France. 14 p. hal-00562596

HAL Id: hal-00562596

<https://brgm.hal.science/hal-00562596v1>

Submitted on 3 Feb 2011

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

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

Récifs, trottoirs et autres biolithosores du bassin de San Miguel de Salinas

Reefs, "trottoirs" and others "biolithosores" of the San Miguel de Salinas Basin

GARCIN M.¹, VACHARD D.²

¹ BRGM SGN/UPE/RNG Av. de Concyr 45060 Orléans cedex 2 France

² Université des Sciences et Techniques de Lille U.F.R Sciences de la Terre et Paléobotanique URA CNRS 1365 59655 Villeneuve d'Asq cedex France

Résumé

Le bassin de San Miguel de Salinas, situé dans la région du Levant espagnol à l'extrémité des Cordillères Bétiques, comporte trois groupes principaux de dépôts messiniens :

- des marnes à Foraminifères planctoniques,
- des faciès diversifiés dits du "Messinien préévaporitique" constitués de dépôts marneux, de bancs gréseux, de constructions récifales à *Porites* et Algues rouges dominantes, de niveaux d'estran à *Hermelles* qui seront exposés dans les deux premiers chapitres de cette note et enfin de marnes polychromes lagunaires à charophytes.
- des faciès du "Messinien évaporitique" rythmés par des séquences où se succèdent : (a) des Stromatolithes; (b) des calcaires blancs oolithiques et sableux de dépôts de plages. C'est au sein de ce membre que s'individualisent des microséquences à Vermets-stromatolithes qui sont l'objet du dernier point de cette communication. (c) des sables jaunes à langues de progradation correspondant probablement à des "fan-deltas"; (d) des marnes de décantation azoïques ou à rares organismes planctoniques et benthiques ; (e) des gypses sélénites toujours développés en fin de séquence.

L'un des points remarquables de ce bassin messinien à terme évaporitique est l'abondance et la diversité des bioconstructions aussi bien avant que pendant l'événement messinien.

Trois types de bioconstructions sont ici décrites et interprétées en terme de paléoenvironnement:

- Des récifs à *Porites* et Algues rouges dont l'état de conservation a permis d'effectuer une zonation récifale comportant 6 unités s'échelonnant du frontolittoral au pré-littoral. Des précisions bathymétriques et paléoenvironnementales sont fournies.
- Une séquence type comportant des biolithosores à *Sabellariidae* (Annélides agglutinants) est présentée, suivie d'une description des biohermes et de la microstructure des tubes. Ces bioconstructions caractérisent un paléoenvironnement intertidal inférieur dont les eaux sont à salinité normale à légèrement dessalé. L'extrême rareté de ces constructions à *Hermelles* dans les périodes géologiques mérite d'être signalée.

- Des séquences à bioconstructions à Vermets et Stromatolithes établies du milieu médiolittoral à l'infralittoral inférieur sont analysées. Le trottoir à Vermets joue ici le rôle de récif barrière en arrière duquel s'individualise une micro-lagune; l'association peu courante Vermets-stromatolithes est discutée.

Abstract

The San Miguel de Salinas basin, located in SE Spain (Betic Cordillera), shows three main groups of Messinian deposits:

- *marls with planctonic foraminifera,*
- *diversified formation said "pre-evaporitic Messinian" constituted by marl deposits, sandy limestone beds, Coral (Porites) and Red Algal reefs, tidal flats with Sabellariid Reefs which constitute the both first chapters of this note and finally versicolor lagoonish marl with Charophytes.*
- *Evaporitic Messinian is rhythmized by following sequences: (a) Stromatolites, (b) white oolitic and sandy limestones from beach deposits. In this formation, micro-sequences constituted by Vermetus-Stromatolites are individualised, these micro-sequences are discussed in the last part of this work. (c) prograding yellow sandstones from fan-delta-like deposits, (d) azoic to sub-azoic decantation marls with rare planctonic and benthic organisms, (e) selenite gypsum developed in end of the sequence.*

One of interesting point of this Messinian basin is the abundance and diversity of bioconstructions as well as before as during "Messinian event".

Three types of bio-constructions are described and interpreted in term of paleo-environment.

- *Porites and Red Algal reefs which conservation state authorise to do a zonation with six units running from frontolittoral to prelittoral. Bathymetrical and paleoenvironmental precisions are given.*
- *A typical sequence of Sabellariid Worm Reef is described and a description of the tubes and bioherms is given. These constructions are characteristic of lower intertidal environment and correspond to a standard to lightly poor salinity water. Poorly of this type of Sabellariid Reef in geological time scale is important to note.*
- *Some sequences with Vermetus and Stromatolites constructions established in mediolittoral to infralittoral environment are described and analysed. The "trottoir à Vermets" is playing the barrier-reef role in back of which a lagoon is individualised. Curious association of Vermetus-Stromatolite is discussed.*

Mots clés: Messinien, Récifs, Trottoirs, Annélides, Paléoenvironnements

Key words: Messinan, Reefs, Trottoirs, Worms, Paleoenvironments

Introduction

Situé dans la région du Levant espagnol, à l'extrémité des Cordillères Bétiques (fig.1), le bassin de San Miguel de Salinas comporte trois groupes principaux de dépôts messiniens (MONTENAT 1977 ; GARCIN 1987; Fig.2) :

- 1) des marnes à Foraminifères planctoniques, à intercalations monotones de grès jaunes à cimentation calcaire, de la zone à Conomiozea-Mediterranea en continuité parfaite avec les marnes tortoniennes de la zone à Suteræ-Exserta. Les profondeurs de dépôt de ces ensembles sont variables. Les marnes à Foraminifères planctoniques et les alternances de grès et de marnes se déposent vers 400-500 m de fond dans l'ensemble des bassins bétiques (BRIMAUD et VACHARD, 1985).
- 2) des faciès diversifiés dits du "Messinien préévaporitique" constitués de dépôts marneux, de bancs gréseux parfois dus à des écoulements gravitaires (coulées fluidifiées), de constructions récifales à *Porites* et *Algues rouges*, de niveaux d'estran à *Hermelles* (GARCIN et VACHARD 1987; BODEUR et al. 1987) qui constituent les deux premiers chapitres de cette note, de marnes polychromes lagunaires à charophytes et ripple-marks. Le "préévaporitique" voit sa paléogéographie et ses profondeurs progressivement diminuer : le large bassin fait place à une cuvette dont le fond se situe vers 100-200 m, et où récifs et estrans marquent les bordures submergeantes.
- 3) des faciès du "Messinien évaporitique" rythmés par des séquences où se succèdent : (a) des stromatolithes et des calcaires rognonneux à feuilles de végétaux terrestres ; (b) des calcaires blancs oolithiques et sableux à ciment de ménisque et clinostratifications parfois en chevron (*herring-bone*) indiquant des dépôts de plages. C'est au sein de ce membre que s'individualisent des microséquences à Vermets-stromatolithes qui sont l'objet du dernier chapitre de cette note. (c) des sables jaunes à langues de progradation correspondant probablement à des "fan-deltas" ; (d) des marnes de décantation azoïques ou à rares organismes planctoniques et benthiques ; (e) des gypses sélénites toujours développés en fin de séquence. Le Messinien évaporitique se développe dans la même cuvette ; les gypses sous-marins se forment par 50 m de fond environ (GARCIN, 1987).

L'un des points remarquables de ce bassin messinien à terme évaporitique est l'abondance et la diversité des bioconstructions aussi bien avant que pendant l'événement messinien.

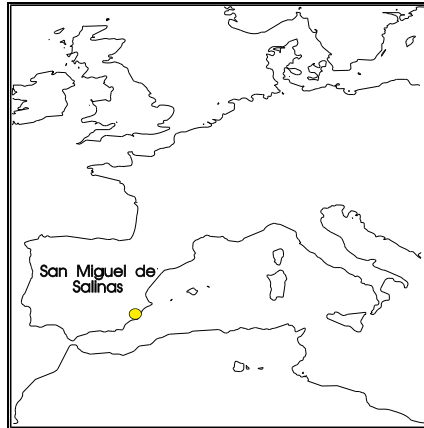


Figure 1: Localisation du bassin de San Miguel de Salinas - *Location of San Miguel de Salinas basin*

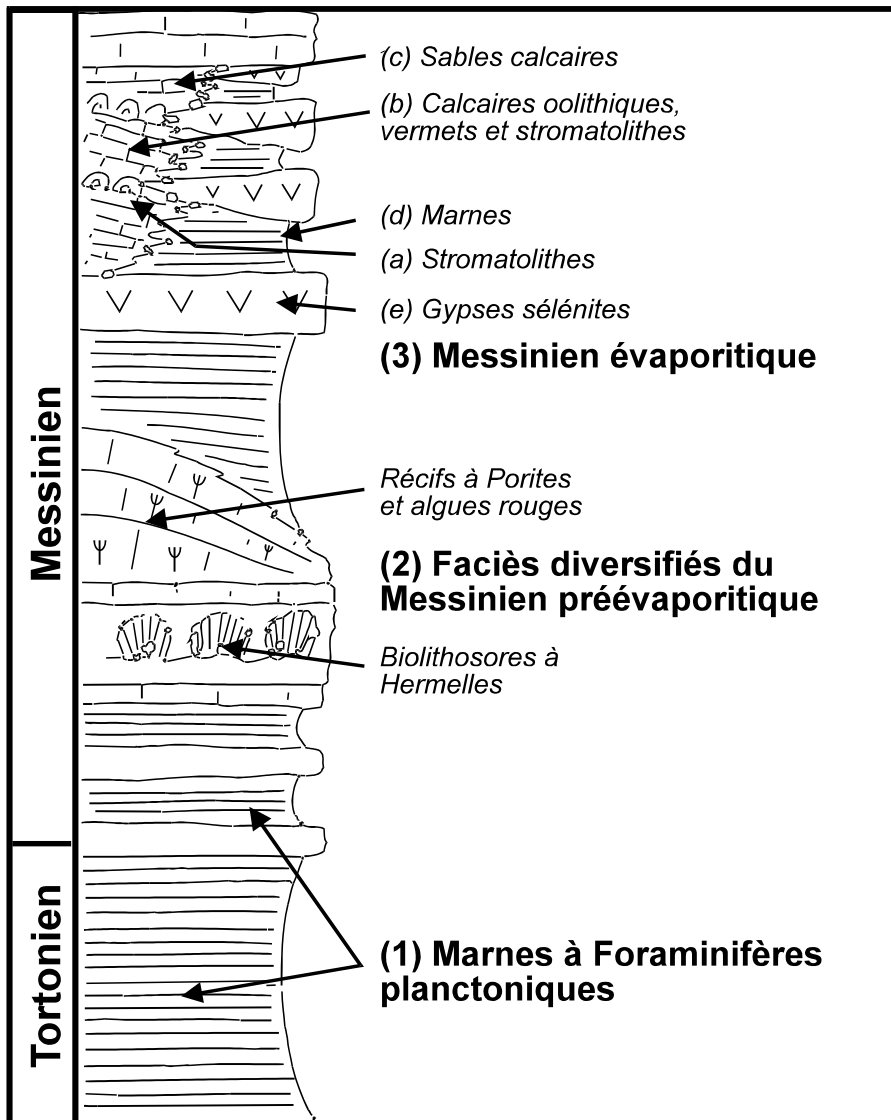


Figure 2: Coupe synthétique du Messinien du bassin de San Miguel de Salinas - *Synthetic log of Messinian from San Miguel de Salinas basin*

Récifs à *Porites* et algues rouges

Localisation

Les récifs à *Porites* et algues rouges sont plus particulièrement développés dans la partie SW du bassin de San Miguel de Salinas dans le secteur de Puerto Rebate. On peut y observer la progradation des faciès carbonatés de la formation de la Virgen (Messinien préévaporitique dans lequel s'individualisent les ensembles récifaux) en direction du centre du bassin à remplissage marneux (formation des Marnes de Torremendo).

Zonation récifale et implications paléoenvironnementales

Des coupes sériées effectuées sur la langue de progradation de Puerto Rebate mettent en évidence six unités principales permettant d'appréhender la zonation des récifs messiniens du bassin de San Miguel. Du platier récifal vers le large, nous distinguons (fig.3):

Unité 1 :

Elle possède une texture de bafflestone, l'organisme constructeur dominant est le polypier *Porites* sp.

GEISTER (1980) signale dans les récifs actuels de la mer des Caraïbes une distribution optimale de *Porites astreoides* et de *Porites porites* var. *furcata* dans la zone bathymétrique de 0 à 20 mètres.

Les Rhodophycées *Lithoporella* et *Lithophyllum* spp. sont peu fréquentes ; de rares Bryozoaires encroûtants apparaissent. L'organisation et l'association de ces organismes caractérisent une construction sous très faible tranche d'eau dans un milieu à énergie relativement modérée.

Unité 2 :

C'est un bindstone à Rhodophycées où les Bryozoaires sont assez fréquents.

Nous remarquons l'apparition de *Vermetus* sp., Gastéropodes présents dans la zone où l'énergie due aux vagues est maximum (PERES ET PICARD, 1964). Des fragments de tests de Lamellibranches, Echinodermes et Ostracodes sont fréquents. Cette unité évoque fortement les trottoirs et les crêtes algales formées en Méditerranée actuelle et dans les mers tropicales par *Lithophyllum* et *Neogoniolithon* spp., dans les zones sub-tidales à intertidales à très fortes luminosité et turbulence (JOHNSON, 1961). Schreiber (1978) constate que ces algues peuvent utiliser un substrat dur préexistant ou produire celui-ci par une liaison solide du matériau lâche présent. Les Algues rouges sont associées pour la construction au Gastéropode *Vermetus* sp. et au Foraminifère *Homotrema rubrum*, à des Cirripèdes et à quelques coraux ahermatypiques ; les polypiers hermatypiques sont très rares et lorsqu'ils sont présents, ils sont encroûtants ou aplatis (SCHREIBER, 1978). On notera l'analogie écologique entre les crêtes algales actuelles et l'unité 2.

Unité 3 :

Elle forme la masse principale du récif. L'organisme dominant est *Lithoporella* sp. en association encroûtante avec des Bryozoaires et des Lituolidés. Quelques *Serpula* sp. ainsi que les Foraminifères *Elphidium* sp. et *Globigerina* sp. apparaissent. Cette unité voit le développement des rhodolithes signalés dans la coupe de Puerto Rebate (GARCIN, 1987) qui se forment, d'après les données actuelles, entre 25 et 60 mètres dans l'avant-récif, en milieu circalittoral parcouru de violents courants de fonds.

Lithoporella sp., genre sciaphile, est typique des mers tropicales ou sub-tropicales et est actuellement absent de la Méditerranée (FRAVEGA ET VANNUCI, 1980). La présence d'*Elphidium* sp. confirme cette évaluation bathymétrique ; en effet, en Méditerranée actuelle, *Elphidium* vit soit dans les herbiers à une profondeur de l'ordre de 10 mètres, soit dans les "sables détritiques circalittoraux" (-40 à -80 mètres) (BLANC-VERNET, 1969). D'après VENEC-PEYRE (1984), *Elphidium crispum* est surtout présent entre 5 et 35 mètres de profondeur ; quant à *Elphidium excavatum forma lidoensis*, il est prédominant de 35 à 50 mètres.

Unité 4 :

Sa texture est celle d'un wackestone. La microfaune dominante et caractéristique de cette unité, est composée par *Serpula* sp. et par la Chlorophycée *Halimeda* sp. Des débris transportés de thalles d'Algues rouges sont observables et proviennent du démantèlement du front récifal. Les Foraminifères benthiques sont représentés par des *Ammonia* sp., des Miliolidae et des Cibicididae. Ces derniers sont présents de l'étage infralittoral, riche en végétaux, jusqu'au circalittoral détritique sur les fonds de la Méditerranée actuelle. La macrofaune est constituée par des Echinodermes et des Pectinidae.

Unité 5 :

C'est un wackestone caractérisé par la présence de nombreux *Ditrupa* sp. associés à des *Halimeda* sp. Cette association indique un étage circalittoral à fond sablo-vaseux meuble (PERES ET PICARD, 1964). Le Miliolidé *Pyrgo* sp. est rattachable à l'étage circalittoral (détritique du large) ; il est le plus souvent fréquent dans la tranche de profondeur de 100 à 150 mètres (BLANC-VERNET, 1969). Les *Triloculina* visibles dans les lames minces, s'observent actuellement dans les peuplements algaires de l'étage infralittoral ; toutefois, de rares espèces sont signalées dans le détritique du large.

Cette unité fournit d'autres Foraminifères : *Ammonia* sp., *Discorbis* sp. *Pseudorotalia* sp., genre connu dans le Miocène terminal d'Indonésie ; *Globigerina* sp. chez les Foraminifères planctoniques.

L'association de cette unité caractérise l'étage circalittoral supérieur (partie inférieure).

Unité 6 :

Sa texture est celle d'un mudstone formé dans un milieu à faible énergie. Le peuplement est très pauvre et peu diversifié : rares Lamellibranches, Echinodermes (pièces), rares *Ditrupa* et le Foraminifère benthique *Ammonia* sp. Cette unité peut être rattachée aux Vases Terrigènes Côtiers (V.T.C.).

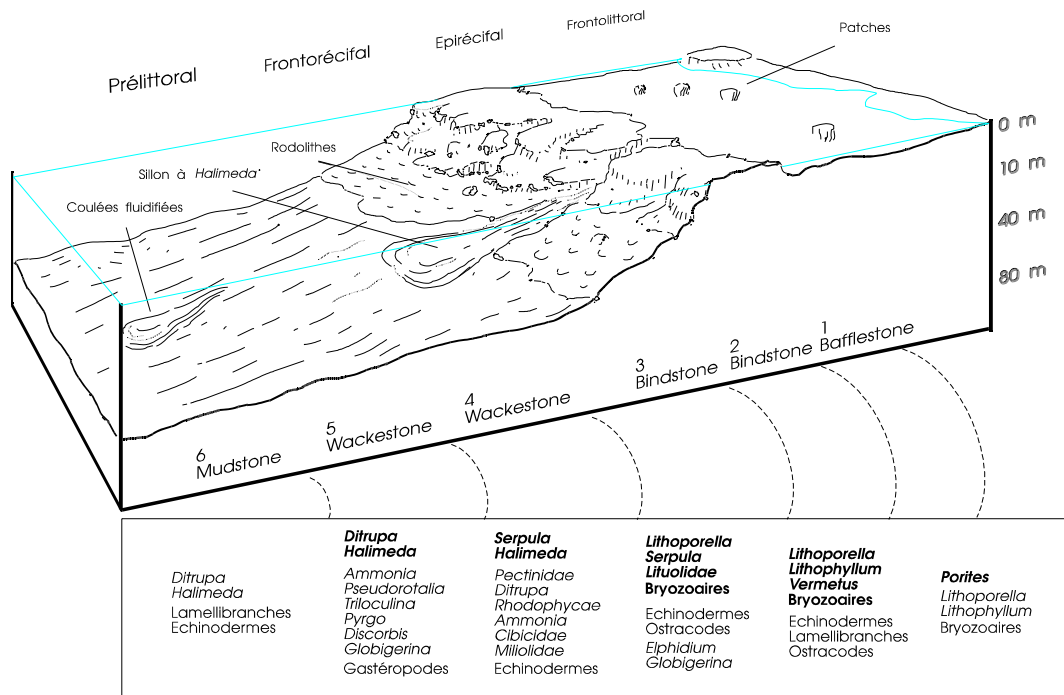


Figure 3: Reconstitution du récif à *Porites* et Algues rouges - Reconstitution of *Porites* and Red Algae reef

Conclusions

Les ressemblances entre les récifs messiniens de San Miguel et les récifs quaternaires de Tuléar (Madagascar) sont frappantes. Celles-ci permettent de définir en termes d'ensembles (définis par PICARD, 1967) les différentes unités étudiées précédemment (fig.3). L'ensemble pré littoral comprendrait les unités 6, 5 et 4. L'ensemble frontorécifal est représenté par les unités 3 et 2 tandis que l'unité 1, riche en polypiers, correspondant à des zones plus protégées des vagues, serait rattachable à l'ensemble épirécifal. L'ensemble frontalittoral serait exprimé dans le Messinien par les faciès de lagon essentiellement marneux tels que ceux signalés dans l'ensemble D de la coupe de Puerto Rebate (GARCIN, 1987).

BIOLITHOSORES A SABELLARIIDAE

Localisation

Les constructions à annélides ont été observées à l'est du lieu-dit Puerto Rebate dans un niveau affleurant sur 200 m environ.

Séquence type

La séquence type offre, de bas en haut, les niveaux suivants :

Membre A: 40 cm de calcaires sableux jaunâtres faiblement bioclastiques ;

Membre B: 20 cm de grès calcaires coquilliers à nombreux tests de Pectinidés et d'Ostréidés ; le sommet est une surface durcie rubéfiée, ondulante.

Membre C: 40 cm de grès calcaires riches en *Ostrea offreti* KILIAN forées par des Cliones. Dans ce banc se rencontrent divers lithoclastes et les premiers fragments de constructions déplacées. Au sommet on trouve des *Cardium* en position physiologique, puis une surface durcie creusée de petites poches et encroûtées par des Serpules ;

Membre D: 1 m de constructions à Annélides. Les biohermes (ou biolithosores au sens de LUCAS, 1959) ont une forme en "champignons" avec des bouquets de tubes plus ou moins évasés au sommet. Les espaces entre les biohermes sont remplis par un calcaire sableux bioclastique montrant de nombreux fragments de constructions à Annélides probablement arrachés de leur substrat lors de tempêtes ;

Membre E: 70 cm de calcaires sableux beiges, presque azoïques, présentant dans la partie inférieure, de nombreuses figures de courants : laminations horizontales (*laminated sands*), rides de vagues (*wave ripples*), structures madrées (*flaser structures*). Le sommet montre une surface durcie ravinée ;

Membre F: base d'une construction récifale (troisième récif ou R3 de GARCIN, 1987) à Rhodophycées, *Porites* et nombreux lithoclastes probablement arrachés de leur substrat lors de tempêtes.

La lithologie, l'agencement séquentiel régional, les rides de courants, les surfaces durcies ravinées et les *Cardium* en position de vie plaident pour une sédimentation d'estran et donc de domaine intertidal (fig.4). Les microfaciès montrent des cimentations de "beach rocks", voisines de celles décrites en Méditerranée à l'Holocène (ALEXANDERSSON, 1972).

Description des biohermes

La taille des biohermes varie de soixante à quatre vingts centimètres de haut pour soixante centimètres de large au maximum. Ils se présentent sous la forme de bouquets plus ou moins évasés au sommet. Les biohermes sont formés par la coalescence de chaque tube.

Ces constructions forment un biolithosore affleurant sur 200 mètres. Le terme de biolithosore est employé de préférence à celui de récif en effet, il a le mérite de faire abstraction des notions écologiques, structurales et est indépendant de l'organisme constructeur. Ce terme créé par LUCAS (1959) à propos des constructions à Hermelles du Mont Saint Michel, dans lequel seule l'idée de "masse rocheuse construite par des organismes" est à retenir, s'applique parfaitement aux constructions à Annélides de San Miguel.

La densité des constructions est importante et les espaces les délimitant montrent fréquemment des fragments arrachés de leur substrat.

Microstructure des tubes

Les tubes ont une section circulaire ; leur diamètre externe est de 5 à 7 mm et leur diamètre interne moyen de 3 mm. L'agglutinat est formé de tests de Lamellibranches disposés obliquement et imbriqués comme les tuiles d'un toit. Il s'agit presque toujours de valves dissociées brisées. Lorsqu'elles sont complètes, leur charnière est vers l'avant et leur concavité vers l'extérieur. Plus rarement on trouve des coquilles bivalves. Divers Foraminifères sont agglutinés dans les parois ; les uns contemporains : *Elphidium*, *Ammonia* et *Triloculina* ; les autres remaniés de niveaux

allant du Crétacé supérieur au Miocène inférieur : *Globotruncana*, *Nummulites*, *Discocyclusina*, *Alveolina*, *Nephrolepidina*, *Miogypsina*.

Les grains non tabulaires (très rares) interviennent dans la constitution de l'extérieur du tube. Le remplissage des tubes, plus fin, est généralement constitué de micrite sableuse à rares Foraminifères planctoniques.

Apports paléoécologiques

Les Sabellariidae actuelles et leurs constructions sont bien connus sur les côtes atlantiques de l'Europe et des Etats-Unis, notamment dans la baie de Bourgneuf (GRUET, 1971), la baie du Mont-Saint-Michel (LUCAS, 1959 ; MATHIEU, 1967 ; LANG et *alii*, 1973 ; CALINE et *alii*, 1982 ; GRUET, 1972, 1982, 1986) et sur les côtes de Floride (MULTER ET MILLIMAN, 1967 ; GRAM, 1968 ; KIRTLEY ET TANNER, 1968). On les trouve aussi au large du Belize (BURKE et *al.* 1992) et de la Nouvelle Zélande (EKDALE et LEWIS 1993).

Les principales espèces de France et de Floride, *Sabellaria alveolata* (Linné) et *Phragmatopoma lapidosa* KINGBERG, produisent des biohermes assez épais, résistants à l'action des vagues, dans la partie inférieure de la zone intertidale, dans les baies ou sur les côtes rocheuses peu ou moyennement battues. Il y a donc identité de milieu de vie entre formes messiniennes et actuelles.

L'aspect des constructions et les dimensions des tubes sont similaires. Il existe des constructions en champignons dans la baie de Bourgneuf et du Mont-Saint-Michel (GRUET, 1971, 1972), ainsi que des "barrières" et des "platiers". La hauteur varie de 70 cm (LUCAS, 1959) à 1,50 m (LANG et *alii*, 1973). La topographie générale des ensembles construits est très fluctuante (GRUET, 1986). Les tubes des Hermelles actuelles ont des sections circulaires de 5 à 10 mm de diamètre et une paroi épaisse de 2 à 3 mm (MATHIEU, 1967, GRUET, 1987).

Les Hermelles actuelles pratiquent aussi le tri des grains et ont le goût des remaniements. La granulométrie de leurs prises diffère de celle des substrats sédimentaires ; plus fine (LUCAS, 1959) ou plus grossière (GRUET, 1982). L'agglutinat est carbonaté à 70 % alors que la matrice ambiante comporte beaucoup de grains de quartz ; le choix est en partie dû au ver (GRUET, 1982). Les Hermelles du Mont-Saint-Michel utilisent des fragments d'Alvéolines éocènes (MATHIEU, 1967), de la même façon que les Hermelles miocènes font appel à un matériau remanié.

La disposition et la taille des coquilles de Lamellibranches incorporées par les Annélides miocènes présentent une ressemblance frappante avec l'agglutinat des Sabellariidae de Floride schématisé par GRAM (1968) et KIRTLEY et TANNER (1968) ou illustré par MULTER ET MILLIMAN (1967).

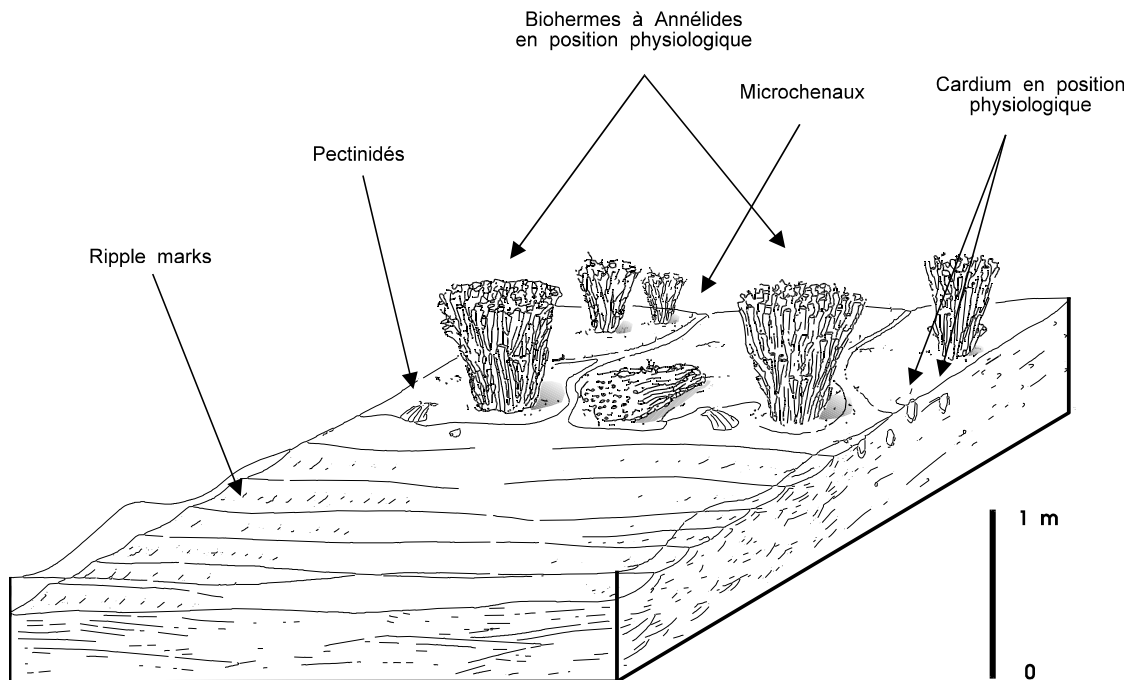
Les milieux à Hermelles fossiles appartiennent au domaine intertidal et plutôt à l'intertidal inférieur, puisque des récifs à *Porites* de l'infralittoral supérieur leur succèdent dans les séquences. Comme sur les estrans actuels, Hermelles et *Cardium*, tous deux suspensivores, sont associés dans le Miocène.

L'agglutinat exclusivement calcaire des Hermelles miocènes semble indiquer des animaux de mers subtropicales, plus proches des formes de Floride que de celles du Mont-Saint-Michel à agglutinat plus siliciclastique. La ressemblance des récifs à *Porites* avec les "cayes" de Floride, dépeints par PURSER (1983), confirme cette comparaison. Dernier indice de mers chaudes, les lithifications précoces en "beach rocks" ont cimenté un substrat dur idéal pour l'implantation des Sabellariidés.

La salinité des milieux actuels à Sabellariidae varie de 15 à 31 pour 1000 dans le Delaware Basin en Floride (WELLS, 1970) et de 27 à 35 pour 1000 dans la Baie de Bourgneuf en France (GRUET, 1982). De ces études il ressort que les Sabellariidae vivent dans des eaux à salinité normale à légèrement dessalées.

Ceci implique que la salinité était normale dans les mers et sur les estrans peu de temps avant la "crise" messinienne. Un régime de courants et de marée renouvelait les eaux.

La difficulté de fossilisation des biohermes à Sabellariidés paraît liée à la conservation des tidalites en général et à l'extrême mobilité du paysage à Hermelles (GRUET, 1986) ce qui explique en partie leur rareté dans les sédiments anciens.



**Figure 4: Reconstitution du biolithosore à Hermelles (*Sabellaria alveolata*) -
Reconstitution of Sabellariid biolithosore (*Sabellaria alveolata*)**

Bioconstructions à versets et stromatolithes

Localisation

La séquence la plus complète à bioconstructions à versets et stromatolithes est exprimée dans la série carbonatée du Messinien évaporitique au centre de l'anticlinal de Benejuzar.

Séquence type

Cinq membres ont été identifiés dans cette séquence :

Membre A : stromatolithes en grands dômes installés sur un ravinement affectant un calcaire oolithique. Les constructions algo-laminées ont subi une diagenèse gypseuse très tardive.

Membre B : calcaire très riche en Gastéropodes et notamment en *Vermetus* sp. Une abondante faune marine y est associée ; elle comporte *Lithophaga lithophaga*, *Chama* sp., *Arca* sp., *Venericardia* sp., *Cylichna* sp., *Cerithium* sp., *Strombus* ex gr. *coronatus*, Lucinidés, Cardiidés, Ostréidés etc... Parfois de petites colonies globuleuses de *Porites* sp. et de *Siderastraea* sp. y sont associées.

Membre C : marnes verdâtres fournissant de grands cristaux de gypse automorphes ; ces marnes sont localement l'équivalent latéral des calcaires à *Vermetus* sp.

Membre D : ce membre est fort proche du membre B ; il est également très riche en Gastéropodes, mais il offre des passées de calcaire à pellétoïdes.

Il se situe soit sur les marnes à gypse, soit sur les calcaires à Vermets de l'unité précédente.

Membre E : calcaire oolithique à stratifications obliques, entrecroisées, rides de vagues etc. similaire à l'horizon précédant le membre A. Localement, il fournit des passées à Gastéropodes remaniés du membre D.

Interprétation paléoenvironnementale

Le membre A correspond à l'installation d'une plaine d'estran à Cyanobactéries (fig.5) dans un milieu médiolittoral à énergie modérée (KENDAL ET SKIPWITH, 1969).

Le membre B caractérise un trottoir à Vermets établi dans la partie la plus haute de l'étage infralittoral, là où les vagues déferlent. Il en résulte que ce genre d'accumulation donne assez précisément le zéro marin et que l'énergie de cet environnement est très forte (PERES, 1961 ; PERES ET PICARD, 1964).

Les marnes du membre C indiquent un dépôt de type lagunaire ; les grands cristaux de gypse automorphes sont le résultat d'une lente croissance à l'intérieur de la nappe phréatique, une fois les marnes enfouies (MASSON, 1955). La lagune s'individualise en arrière et à l'abri des constructions à Gastéropodes et est attribuable à la partie supérieure de l'étage infralittoral. L'énergie du milieu de dépôt est très faible, le trottoir à Vermets joue le rôle de récif barrière et apparaît ici dans une position comparable à celle du type C décrit par PERES (1961) et PERES et PICARD (1964).

Le membre D correspond aux parties les plus profondes du trottoir à Vermets ; les passées riches en pellétoïdes indiquent la présence de vasques à sédimentation plus calme qui s'individualisent dans l'ensemble bioconstruit.

Les calcaires oolithiques du membre E attestent d'une sédimentation dynamique et carbonatée en milieu infralittoral inférieur (REINECK ET SINGH, 1980, ROEP et al., 1979).

Discussion

Les séquences à Vermets de Benejuzar sont des séquences transgressives dans un contexte régressif général. Chaque entité est tronquée par un ravinement qui est la base d'une nouvelle séquence.

On peut se demander si elles ont une liaison avec des épisodes à dépôt sulfaté ; il n'en est rien : la périodicité de ces microcycles est inférieure à celle des épisodes gypseux puisqu'ils sont compris entre deux bancs d'évaporites.

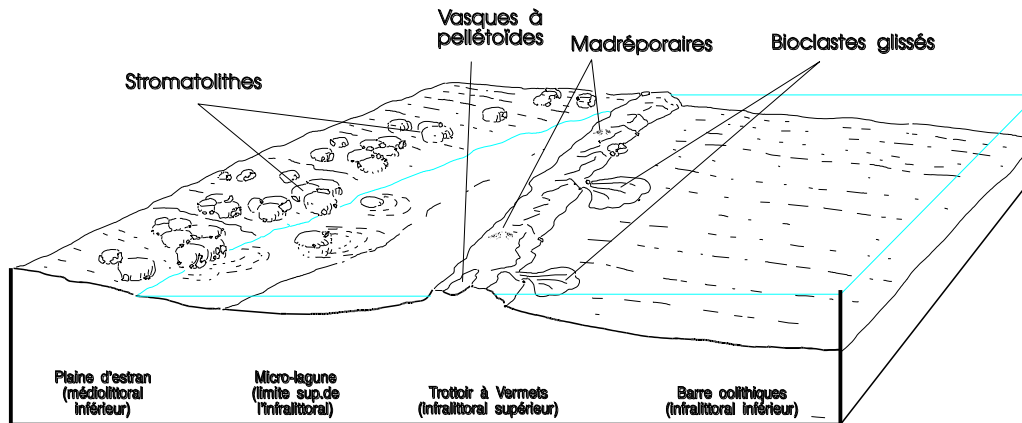


Figure 5: Reconstitution du trottoir à Vermets - Reconstitution of *Vermetus* reefs

Le contrôle tectonique de ces séquences est attesté par la multiplicité et la rapidité des variations du milieu. En effet, ces pulsations très brèves et de faibles amplitudes ne peuvent correspondre à des variations eustatiques dont les oscillations sont plus amples et plus lentes. A l'appui de cette hypothèse, nous pouvons signaler l'absence de phénomènes comparables dans les environs de San Miguel ; s'il s'agissait d'un contrôle eustatique, les événements y seraient aussi enregistrés et probablement corrélables.

Cette interprétation n'est pas incompatible avec la tectonique locale ; en effet, nous savons qu'entre le zone de Benejuzar et celle de San Miguel passe une faille décrochante majeure qui peut donc provoquer ces fluctuations. Un problème reste posé, celui de l'absence d'Algues rouges dans les ensembles construits par *Vermetus* sp. à Benejuzar, ce qui les différencie des trottoirs à Vermets de Méditerranée (PERES, 1961 ; PERES ET PICART, 1964, JOHNSON, 1961) et des crêtes algales de récif .

Pour une raison inconnue, le contrôle évolutif entre les Algues rouges et bleues, semble déjoué à Benejuzar. Le facteur limitant ne saurait être une sursalure, car nous savons que les *Vermetus* sp. sont sténohalines, vivent à des salinités supérieures à 25 pour 1000 et semblent incapables de supporter des salinités supérieures à 37 pour 1000 (BURCHETTE ET RIDING, 1977).

D'autre part, *Strombus* sp., *Chama* sp. et *Cylichna* sp. sont des formes sténohalines (MONTENAT et al., 1980). Quant aux Madréporaires, même s'ils tolèrent des salinités de 45 à 48 pour 1000 respectivement pour *Siderastraea* sp. et *Porites* sp. (KINSMAN, 1964 ; CLARCKE ET KEIG, 1973), leur très grande rareté permet difficilement d'envisager ces valeurs extrêmes. La salinité est vraisemblablement proche de la normale et les stromatolithes occupent la niche écologique qui est la leur actuellement aux Bahamas et dans le Golfe persique, et non celle de la baie des Requins.

De plus, comme nous l'avons signalé à propos de la zonation des récifs à *Porites* et Algues rouges, l'association *Vermetus* sp. et Rhodophycées est connue dans le Messinien préévaporitique des environs de Puerto Rebate. L'absence d'Algues rouges, pendant la période évaporitique, dans un environnement où les différents paramètres nécessaires à leur développement sont présents, pose un problème. D'autant que cette alliance Vermet-stromatolithes n'est pas strictement localisée ; en effet,

MONTENAT et al. (1980) l'ont signalée à Santa Pola où des constructions à Vermets s'installent dans le "récif" à Algues bleues (Cyanophycées).

Bibliographie

ALEXANDERSON T. (1972). - Mediterranean beachrock cementation : marine precipitation of Mg-Calcite ; in STANLEY D.J. : the Mediterranean Sea, a natural sedimentation laboratory. *Dowden, Hutchinson & Ross Inc.*, Stroudsburg : 203-223.

BLANC-VERNET L. (1969). - Contribution à l'étude des Foraminifères de Méditerranée ; relations entre la microfaune et le sédiment, biocénoses actuelles thanatocénoses pliocènes et quaternaires. *Rec. Station Mar. Endoume*, 64, 48 : 1-281.

BODEUR Y., GARCIN M., GRUET Y., VACHARD D. (1987) - Biosédimentologie des constructions à Hermelles de l'île de Noirmoutier (France). Relations avec des équivalents fossiles découverts dans le Messinien des Cordillères Bétiques (Espagne). 8 th IAS Regional Meeting of Sedimentology - Tunis 87.

BRIMAUD C. et VACHARD D. (1985). - Indications paléoécologiques fournies par les Spongiaires du Miocène supérieur d'Espagne. *Bull. Mus. ntn. Hist. nat.*, Paris, 4, 7, C, 1 : 3-11.

BURCHETTE T.P., RIDING R. (1977). - Attached vermiforme Gastropods in Carboniferous marginal marine stromatolites and biostromes. *Lethaia* (Oslo), 10 : 17-28.

BURKE C.D., MAZZULO S.J., BISCHOFF W.D., DUNN R.K. (1992) - Environmental setting of Holocene Sabellariid Worms Reef, Northern Belize. *Palaïos*, 7, 1: 118-124.

CALINE B., LARSONNER C. et L'HOMER A. (1982). - La baie du Mont-Saint-Michel : principaux environnements sédimentaires. *Livre Jubilaire Lucas, Mém. Sc. Terre*, Dijon, 7 : 38-51.

EKDALE A.A., LEWIS D.W. (1993) - Sabellariid Reefs in Ruby Bay, New Zealand: a modern analogue of *Skolithos* "Piperock" that is not produced by burrowing activity. *Palaïos*, 8, 6: 614-620.

FRAVEGA P., VANNUCI G. (1980). - Atti Ecologia e Paleocologia delle comunita bentoniche. *Annali dell'universita di Ferrara*. Supplemento al Vol. 6.

GARCIN M. (1987). - Le bassin de San Miguel de Salinas (Alicante, Espagne) ; relations entre contexte structuro-sédimentaire et dépôts évaporitiques et carbonatés. *Thèse Doct. Univ. Orsay*, n°313, 297 p.

GARCIN M., VACHARD D. (1987) - Découverte d'Hermelles fossiles dans le Messinien de San Miguel de Salinas (Annélides du Miocène supérieur du Sud-Est de l'Espagne). *Géobios*, 20,3:407-414, 1 Pl., Lyon Juin 1987.

GRAM R. (1968). - A Florida Sabellariidae Reef and its effect on sediment distribution. *Jour. Sed. Petrology*, 38, 3 : 863-868.

GRUET Y. (1971). - Morphologie, croissance et faune associée des récifs de *Sabellaria alveolata* (LINNE) de la Bernerie-en-Retz (Loire-Atlantique). *Téthys*, Marseille, 3, 2 : 321-380.

GRUET Y. (1972). - Aspects morphologiques et dynamiques de constructions de l'Annélide Polychète *Sabellaria alveolata* (LINNE). *Rec. Trav. Inst. Pêches Marit.*, Nantes, 36, 2 : 131-161.

GRUET Y. (1982). - Recherches sur l'écologie des "récifs" d'Hermelles édifiés par l'Annélide Polychète *Sabellaria alveolata* (LINNE). *Thèse Doct. Etat*, Nantes, n°82-03, 238 p. (inédit).

GRUET Y. (1986). - Spatio-temporal changes of Sabellarian reefs built by the sedentary Polychaete *Sabellaria alveolata* (LINNE). *Marine Ecology*, Hambourg, 7, 4 : 303-319.

KENDAL C., SKIPWITH P. (1969). - Holocene shallow-water and evaporite sediments of Khor al Bazam, Abu Dhabi, Southwest Persian Gulf. *APPG. Bull.*, 53, 4 : 841-869.

KINSMAN D.J.J. (1964).- Reef coral tolerance of high temperatures and salinities. *Nature*, 202 : 1280-1282.

- KIRTLEY D.W. et TANNER W.F. (1968). - Sabellariid Worm : builders of major reef type. *Journ. Sedim. Petrol.*, golden, 38, 1 : 73-78.
- LANG J., LUCAS G. et MATHIEU R. (1973). - Le domaine benthique littoral de la baie du Mont-Saint-Michel (Manche) ; exemple d'environnement détritique marin actuel. *Sciences de la Terre*, Nancy, 98, 1 : 19-78.
- LUCAS G. (1959). - Deux exemples de "biolithosore" construits par des Annélides. *BSGF*, 7, 1 : 385-389.
- MASSON P.H. (1955). - An occurrence of gypsum in the Southwest Texas. *Journ. Sed. Petrology*, 25 : 72-77.
- MATHIEU R. (1967). - Le banc des Hermelles de la baie du Mont-Saint-Michel, bioherme à Annélides ; sédimentologie, structure et genèse ; *Bull. Soc. Géol. Fr.* (7), 9 : 68-78.
- MONTENAT C., OTT D'ESTEVOU P., LAZIAT J.C., CHAPEL J. (1980). - La signification des faunes marines contemporaines des évaporites messiniennes dans le SE de l'Espagne. Conséquences pour l'interprétation des conditions d'isolement de la Méditerranée occidentale. *Géol. Med.*, 7, 1 : 81-90.
- MONTENAT C. (1977). - Les bassins néogènes du Levant d'Alicante et de Murcia. Stratigraphie, paléogéographie et évolution dynamique. *Doc. Lab. Géol. Fac. Sci. Lyon*, 69 : 345.
- MULTER H.G., MILLIMAN J.D. (1967). - Geologic aspects of Sabellarian reefs, southern Florida. *Marine science*, 17, 2 : 257-267.
- PERES J.M. (1961). - Océanographie biologique et biologie marine. I.PUF.
- PERES J.M., PICARD J. (1964). - Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Extr. Rec. St. Mar. Endoume. Bull.*, 31, 47.
- PICARD J. (1967). - Essai de classement des grands types de peuplements marins benthiques tropicaux d'après les observations effectuées dans les parages de Tulear (SW de Madagascar). *Rec. Trav. St. Mar. Endoume. Hors série. Suppl.* 6.
- PURSER B.H. (1983). - Sédimentation et diagenèse des carbonates néritiques récents. t.2 Publs. I.F.P. Technip.
- REINECK H.E., SINGH I.B. (1972). - Genesis of laminated sand and graded rhythms in storm sand layers of shelf mud. *Sedimentology*, 18 : 123-128.
- ROEP T.B., BEETS D.J., DRONKERT H., PAGNIER H. (1979). - A prograding coastal sequence of wave built structures of messinian age, Sorbas, Almeria, Spain. *Sedimentary Geology*, 22 : 135-163.
- SCHREIBER B.C. (1978). - Algal reef sedimentology ; in Fairbridge (R.W.), Bourgeois J. : The Encyclopedia of sedimentology, 6 : 5-8. Dowden, Hutchinson et Ross Inc., Stroudsburg.
- VENEC-PEYRE M.T. (1984). - Etude de la distribution des Foraminifères vivant dans la baie de Banyuls-sur-mer ; in ECOMED-Ecologie des micro-organismes en Méditerranée occidentale. - 60-80.
- WELLS H.W. (1970). - Sabellaria Reef masses in Delaware Bay. *Chesapeake Science*, II, 4 : 258-260.