

**Keys for sedimentation in the Balearic islands continental margin: benthic carbonate production vs. particle fluxes**

M. CANALS\*, A.-M. CALAFAT\*, J.-L. CASAMOR\*, J. SERRA\*, E. BALLESTEROS\*\* and M. ZABALA\*\*\*

\*Departament de Geologia Dinàmica, Universitat de Barcelona, 08071 Barcelona (Spain)  
 \*\*Centre d'Estudis Avançats de Blanes, 17300 Blanes (Spain)  
 \*\*\*Departament d'Ecologia, Universitat de Barcelona, 08071 Barcelona (Spain)

The "warm temperate" Balearic Shelf, which has been studied in the frame of several Spanish an European projects (namely EURECOMARGE), can be considered as a counterpart of the terrigenous-dominated margin of the Gulf of Lions (BROOKFIELD, 1988; LA VIOLETTE, 1990).

The biogenic-dominated continental shelf sedimentation is controlled by extreme water transparency, hydrodynamism, nutrients and particulate organic matter (POM) concentrations, type of substrate and microtopography (CANALS et al., 1990). Carbonate production rates by benthic communities are explicated in Table 1. Calculations based on biomass estimations and turnover rates give a mean carbonate annual production of 0.7 metric tonnes per hectare (BALLESTEROS, 1984). This significant amount of biogenic particles continuously contributes to sediment formation.

| Benthic com. | Water depth range (m) | Mean annual production rate gCpCO <sub>3</sub> m <sup>-2</sup> y <sup>-1</sup> | Covered area  |     | Total annual CaCO <sub>3</sub> production |     |      |
|--------------|-----------------------|--|---------------|-----|---|-----|------|
|              |                       |  | Ha            | %   | Tm  | %   |      |
| A            | 0.5-5                 | 200  | 280           | 5   | 541                                       | 13  | 1.9  |
| B            | 0-6                   | 5  | 640           | 11  | 32  | 0.8 | 0.05 |
| C            | 5-35                  | 100  | 2,655         | 45  | 2,656                                     | 66  | 1    |
| D            | 35->50                | 5  | 1,565         | 26  | 78  | 2   | 0.05 |
| E            | 37-50                 | 90   | 800           | 13  | 721                                       | 18  | 0.9  |
| F            | >45                   | 125  | Small patches |     | Too low                                   |     |      |
| G            | >50                   | 350  | Small patches |     | Too low                                   |     |      |
|              |                       |  | 5,940         | 100 | 4,028                                     | 100 |      |

Table 1. Carbonate production by benthic communities in the Pollensa Shelf area (NE of Mallorca Is.). A: Photophilic algae; B: *C. prolifera*; C: *P. oceanica*; D: sand com. w/ *Spartanous*; E: Algal crusts, *V. vulvulis*; F: Coralligenous; G: Maërt.

The coarse particles (sand and gravel sizes) of biogenic production are transported by traction processes (mainly longshore currents and their helical components) as proved by the existence of modern sand wave fields to 50m of water depth (CANALS et al., 1990). As it was expected, suspended particulate matter (SPM) in the water column over the shelfbreak is very low, specially if compared with values obtained in the Gulf of Lions (Table 2).

Although they are two different concepts, and even though it may be considered an oversimplification, comparison between measured gross particle fluxes from the Gulf of Lions and biogenic production from Balearic Shelf, both expressed in g m<sup>-2</sup> y<sup>-1</sup>, taking also into account the areas of the sediment-feeding zones (the river basins for the terrigenous input, and the productive zone over the shelf for the carbonate input), shows the main contrasting features between both depositional systems and eventually would allow an interesting discussion foreseen for the corresponding round table (Fig. 1).

| SPM CONCENTRATION (mg/l) | BALEARIC ISLANDS |      |       |     |      | GULF OF LIONS |      |       |     |      |      |
|--------------------------|------------------|------|-------|-----|------|---------------|------|-------|-----|------|------|
|                          | TOTAL SURFACE    | N    | M     | SD  | Max  | Min           | N    | M     | SD  | Max  | Min  |
| BOTTOM                   | 18               | 0.23 | 0.157 | 0.8 | 0.04 | 24            | 0.86 | 0.504 | 2.3 | 0.30 | 0.23 |
|                          | 26               | 0.22 | 0.157 | 0.8 | 0.04 | 13            | 1.02 | 0.590 | 2.3 | 0.30 |      |

Table 2. Suspended particulate matter concentrations (mg/l) in surficial (less than 50m depth) and near bottom (more than 50m depth) waters in the shelfbreak areas of the Balearic Is. and Central Gulf of Lions. Data from water samples obtained during 1986 to 1989 EURECOMARGE cruises. N: set of samples; M: mean values; SD: standard deviations; Max: maximal values; Min: minimal values.

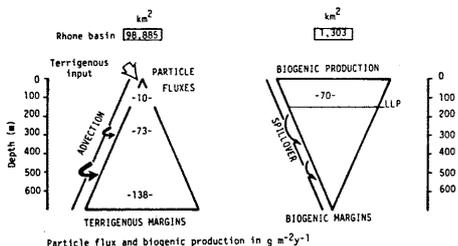


Fig. 1. Sketch showing the main contrasting features of particle fluxes vs. carbonate production in the Gulf of Lions and Balearic shelves. Gulf of Lions data are recalculated from MONACO et al (1987).

The production vs. transport/accumulation sediment regime dominating in the Balearic Islands continental margin during Pleistocene times has resulted in an important progradation of the outer shelf and upper slope, frequently associated with severe mass movement processes. The overall benthic carbonate production rate reaches its maximum during sea-level highstands when, according to the physiography of the margin, the greatest sea-floor area under the photic zone is available for benthic community growth (present shelfbreak is at 115m depth). Carbonate maceration from ALEXANDERSSON (1979) and hemipelagic settling of planktonic and aeolian particles are necessary processes to explain the muddy, calcareous nature of the sediments in the outermost margin. In the light of the available data, which show the absence of mid-water and bottom nepheloid layers, vertical particle fluxes are irrelevant as a sediment contributor factor in the Balearic carbonate environment.

ALEXANDERSSON, T. (1979). - *Sedimentology*, 26: 845-852.  
 BALLESTEROS, E. (1984). - Ph.D. Thesis, Univ. of Barcelona (Spain); 587 p.  
 BROOKFIELD, M.E. (1988). - *Sed. Geol.*, 60: 137-153.  
 CANALS, M. et al. (1990). - *Sed. Geol.* (submitted).  
 LA VIOLETTE, P. et al. (1990). - *Jour. Geoph. Res.*, 95 C2: 1559-1568.  
 MONACO, A. et al. (1987). - *Mitt. Geol.-Paläont. Inst. Univ. Hamburg SCOPE/UNEP, Sond.* 62: 109-125.

**Prélèvement de M.E.S. dans le Népheloïde Benthique profond par utilisation de ESAUP-6000**

Jean-Michel FERNANDEZ\* et André MONACO\*\*

\*Station Marine de Toulon, Service d'Etudes et de Recherches sur l'Environnement, DERS/IPSN/CEA, Base Ifremer BP 330, 83500 La Seyne-sur-Mer (France)

\*\*Laboratoire de Sédimentologie et Géochimie Marines, Université de Perpignan, Avenue de Villeneuve, 66025 Perpignan (France)

RESUME.

Les campagnes antérieures (ECOMARGE et EPICEA-2) ont souligné la nécessité de réaliser des opérations d'échantillonnage avec la plus grande précision possible et visant à étudier le népheloïde benthique.

La pompe immergeable ESAUP-6000, élaborée pour travailler sur la colonne d'eau depuis la surface, a également été conçue pour permettre d'effectuer des prélèvements au niveau de l'interface eau/sédiment, à partir d'un submersible habité.

Un premier essai de pompage à 10 cm au-dessus de l'interface eau/sédiment a été réalisé au cours de la campagne CYANECO (sept. 1989) au large de Toulon par 1100 mètres de profondeur. Le volume filtré a été approximativement de 535 litres au terme de 1h 30 de travail et la masse particulaire récoltée est de 240 mg.

I - INTRODUCTION.

Pour étudier la matière en suspension compte tenu des faibles charges particulaires rencontrées dans le milieu marin, il est souvent nécessaire de travailler sur des volumes d'eau dépassant la centaine de litres. Dans ce but un appareillage autonome et immergeable capable d'effectuer des filtrations à été développé au cours de ces dernières années (ESAUP-6000).

En milieu profond, contrairement à l'ensemble de la colonne d'eau, les structures népheloïdes benthiques, épaisses de quelques dizaines de mètres sont plus difficilement accessibles depuis la surface par les systèmes de prélèvement classiques. Or l'intérêt que suscite la connaissance de ce type de structure oblige à cibler l'échantillonnage au niveau même de l'interface eau/sédiment. On sait par ailleurs, que les grosses particules sont peu représentées dans les captures par bouteille.

Dans ce but, la pompe immergeable ESAUP-6000 a été améliorée pour assurer sa mise en oeuvre à partir d'un submersible habité de façon à pouvoir prélever avec la plus grande précision géographique possible.

II - MOYENS ET METHODES.

Pour pouvoir envisager la mise en oeuvre de la pompe dans le but d'échantillonner à partir d'un submersible habité (CYANA ou NAUTILE), il a été nécessaire de procéder:

a/- à l'adjonction d'un boîtier de commande magnétique télémanipulable qui assure les fonctions de démarrage et d'arrêt des séquences de pompage,

b/- au montage de la pompe immergeable sur une ligne de mouillage dimensionnée spécifiquement pour provoquer un ralentissement progressif de sa vitesse descendante à l'approche du fond et stabiliser la pompe ESAUP-6000 à 2 mètres au dessus de l'interface eau/sédiments (figure). La pompe a également été équipée d'une longueur de tuyau suffisante (10 m) et d'un collecteur positionnable à la hauteur désirée (10 cm).

Les opérations de mises à l'eau du matériel se sont déroulées en deux temps:

a/- mouillage de la ligne comprenant la pompe immergeable et le largueur pyrotechnique commandé par acoustique,

b/- plongée de la soucoupe CYANA. Le déploiement du cône d'aspiration a été effectué en veillant à toujours effectuer les diverses opérations de télémanipulation en se positionnant en aval du courant. La mise en oeuvre de la pompe s'est opérée un quart d'heure après l'installation du collecteur, temps nécessaire à la dissipation d'une éventuelle remise en suspension des particules sédimentaires.

Au terme de l'expérimentation, l'ensemble a été largué et récupéré en surface. De nombreuses photographies ainsi qu'un film vidéo résumant toute l'opération ont été pris.

III - RESULTATS ET DISCUSSION.

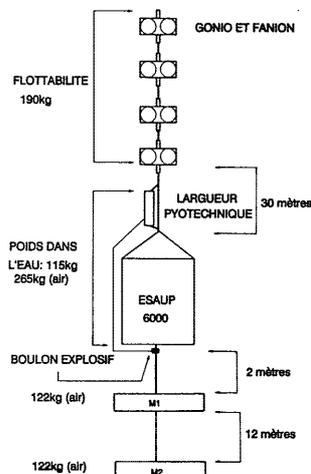
La phase de pompage a comporté un prélèvement de suspension à 10 cm au-dessus de l'interface eau/sédiment. Cette séquence de travail a duré 1h30 et a permis de traiter un volume de 535 litres sur un filtre Millipore de 0,45 microns de porosité et de 293 mm de diamètre qui a été congelé dès la récupération de l'engin en surface.

Au laboratoire, le filtre a été placé avec de l'eau distillée dans une cuve à ultra-sons pendant 10 minutes dans le but de récupérer les particules. Cette opération a permis de récolter la quasi totalité de la matière dont la masse est de 240 mg, soit une charge particulaire de 0,45 mg/l.

Le travail effectué au MEB soulignait la présence de matériel frais d'origine phytoplanctonique (diatomées, coccolithes). La micro-analyse montre l'abondance des aluminosilicates et silicates. On note également la présence de débris de positionnées, abondantes à certains niveaux du sédiment. D'autres analyses sont en cours (CT, COP, minéralogie).

CONCLUSION

La technique de prélèvement employée s'est révélée être intéressante quant aux possibilités offertes pour l'échantillonnage contrôlé des eaux et des suspensions de toutes tailles (fines particules, neige marine, pelotes fécales) en milieu profond. Par ailleurs, un prélèvement analogue (2 m au dessus de l'interface) est envisageable sans l'intervention d'un submersible grâce aux possibilités de programmation de la pompe, grâce sur une ligne de mouillage. D'autre part, l'adjonction d'une vanne multivoies permettra à ESAUP-6000 d'effectuer des prélèvements séquentiels. Cependant si les masses et l'aspect qualitatif de la matière en suspension récoltées sont convenables l'analyse quantitative pose encore certains problèmes provoqués par l'emploi des filtres de grand diamètre difficilement exploitables.



PUBLICATION

FERNANDEZ JM, CALMET D, MONACO A, CHARMASSON S, 1989  
 ESAUP-6000; Un appareil de prélèvement de suspension et de percolation in-situ  
 Congrès de Limnologie-Océanographie, Marseille-Luminy, 26-30 Juin 1989.