

**BIOHASSE ET PRODUCTION DE CHITINE PAR DES BIOCENOSSES  
BENTHIQUES ET PLANCTONIQUES DE LA BAIE DE CALVI**

Ch. JEUNIAUX, M.F. VOSS-FOUCART, E. GERVASI  
J.C. BUSSERS et M. POULICEK

Laboratoires de Morphologie, Systématique et Ecologie animales  
Institut de Zoologie, Université de Liège  
Quai Van Beneden 22, B-4020 LIEGE (Belgique)

Mots-clés : Communautés benthiques, Plancton, Biomasse, Chitine  
Keywords : Benthic communities, Plankton, Biomass, Chitin.

*Chitin biomass and production in benthic and planktonic communities  
of the bay of Calvi*

**SUMMARY.** Using a specific enzymatic method, chitin biomass and chitin production were estimated in several biological communities from a single relatively well defined marine area, namely the bay of Calvi (Corsica, Mediterranean Sea).

The results of a several years study demonstrated that, in benthic communities, Crustaceans are the main contributors to chitin production, followed by Bryozoans. When the pioneering community has reached a climax (after 2 years) the biomass of chitin were about  $1.25 \text{ g.m}^{-2}$  corresponding to a production of  $0.6 \text{ g.m}^{-2} \text{ year}^{-1}$ .

In planktonic communities chitin production was calculated to about  $1 \text{ g.m}^{-2} \text{ year}^{-1}$ . Taking into account the whole surface of the bay (22 000 ha) and on the basis of the relative extent of the rocky substrate, sediments and mass of water, planktonic production accounted for 90 % of the 25 metric tons per year total chitin produced in this area.

**RESUME.** Utilisant une méthode enzymatique spécifique pour le dosage de la chitine, nous avons mesuré la biomasse et la production de ce biopolymère sur divers substrats naturels ou artificiels, à diverses profondeurs, ainsi que dans le compartiment planctonique.

*Les résultats de 6 années de recherches montrent que les Crustacés sont les plus importants producteurs de chitine, suivis par les Bryozoaires dans les biocénoses benthiques. Au moment où le peuplement benthique pionnier atteint une phase d'équilibre, soit après 2 ans, la biomasse de chitine déposée est, en moyenne, de  $1.25 \text{ g.m}^{-2}$ , ce qui correspond à une production de  $0.6 \text{ g.m}^{-2} \text{ an}^{-1}$ .*

*La production de chitine par le zooplancton est de  $1 \text{ g.m}^{-2} \text{ an}^{-1}$ . Dans un site comme la baie de Calvi (22 000 ha), l'importance relative des substrats rocheux, des fonds sédimentaires et de la masse d'eau permet de calculer que la production annuelle de chitine par le zooplancton représente 90 % de la production totale, soit environ 25 tonnes par an pour l'ensemble de la baie. Ces estimations quantitatives permettent de mieux situer l'importance de la chitine dans les cycles biogéochimiques du carbone et de l'azote en milieu marin.*

#### INTRODUCTION

La chitine est un haut polymère de la N-Acétyleglucosamine, où les monomères sont liés par des ponts B-1-4 glucosidiques. A l'exception des Eponges, d'une part, des Echinodermes d'autre part, la chitine est utilisée par la quasi totalité des diverses classes d'invertébrés pour la fabrication de coquilles, d'enveloppes, de carapaces ou de cuticules protectrices, au moins à un stade du développement (JEUNIAUX 1978, 1982). On conçoit aisément que, dans ces conditions, la chitine soit un matériel organique très abondant dans les milieux marins. La synthèse de chitine par les animaux marins implique l'utilisation et l'immobilisation de quantités importantes de carbone et d'azote.

Depuis une dizaine d'années, nous essayons de préciser l'importance quantitative de la chitine dans les cycles biogéochimiques du carbone et de l'azote, en utilisant comme site expérimental la baie de Calvi en Corse.

Ce type de recherche se justifie non seulement par son intérêt fondamental, mais aussi par l'intérêt appliqué que revêt l'exploitation de la chitine et de ses dérivés. Le chitosane, notamment, commence à être employé dans toute une série de domaines et la demande augmente sur le marché. Les industries chimiques s'intéressent donc de plus en plus à la recherche de nouvelles sources de chitine, favorables à une exploitation éventuelle (Muzarelli et Pariser 1978; Hirano et Tokura 1982; Muzarelli, Jeuniaux et Gooday 1986).

#### MATERIEL ET METHODES

Pour obtenir des résultats significatifs, la chitine ne peut être dosée que par une méthode hautement spécifique, en l'occurrence une méthode enzymatique basée sur l'utilisation, dans des conditions bien définies, de chitinases purifiées (Jeuniaux 1963, 1965).

## RESULTATS

## BIOCENOSSES BENTHIQUES

## 1) Biomasses de chitine

Les biomasses de chitine ont été calculées pour divers types de peuplements benthiques sur fonds rocheux, appartenant à des biocénoses d'algues photophiles dominées par diverses espèces de *Cystoseira*, d'une part, à des biocénoses sciaphiles de type précoraligène, d'autre part (Jeuniaux *et al.* 1982).

Les résultats, repris dans le tableau I, permettent de calculer que les biomasses de chitine atteignent en moyenne 1 à 1.5 g. par m<sup>2</sup>, avec de grandes variations d'un prélèvement à l'autre. Ces résultats confirment également l'importance des Crustacés dans les biomasses de chitine et soulignent le rôle non négligeable de la faune vagile que l'on peut recueillir par aspiration avant de prélever les organismes fixés (Bussers *et al.* 1983).

La chitine est présente également dans les sédiments, surtout dans les sédiments organoclastiques, mais en quantité beaucoup plus faible, atteignant au maximum 3 mg par g. de sédiment décalcifié, ce qui s'explique par les phénomènes de biodégradation que la chitine détritique subit dans les sédiments (Poulicek *et al.* 1982, 1986, 1988).

## 2) Production de chitine

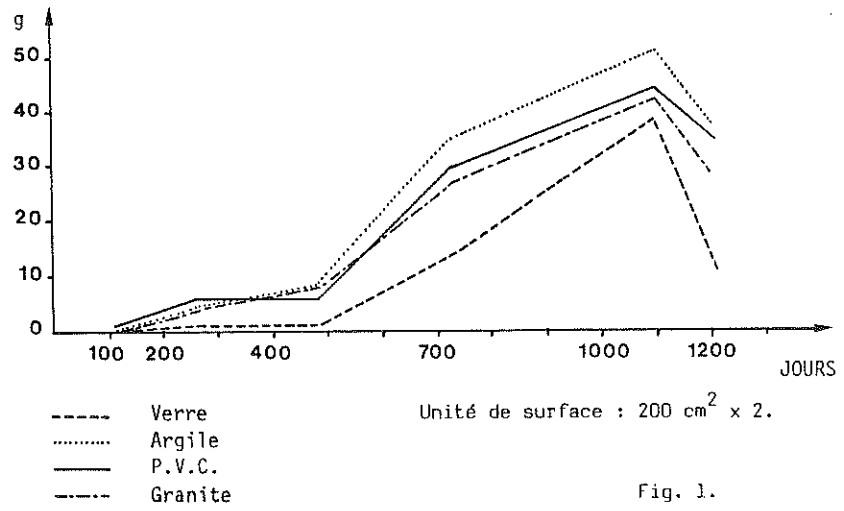
Pour situer la chitine dans les cycles biogéochimiques, il est important de pouvoir en mesurer la production. Nous avons choisi de résoudre ce problème de manière expérimentale, en mesurant l'augmentation de la biomasse totale et de la biomasse de chitine de peuplements pionniers se développant sur des substrats vierges. Il s'agissait de plaques rectangulaires de 200 cm<sup>2</sup>, faites de granite, de verre, de terre cuite ou de matière plastique (PVC). Les plaques, fixées à la roche ou à des blocs de béton par des attaches métalliques, ont été immergées à diverses profondeurs, à proximité de la station STARESO, et retirées après des laps de temps variables pour l'analyse de la couverture biologique.

La détermination des quantités de chitine sur chaque plaque après des périodes croissantes d'immersion permet de calculer par extrapolation la production pionnière en g. de chitine par an et par m<sup>2</sup>.

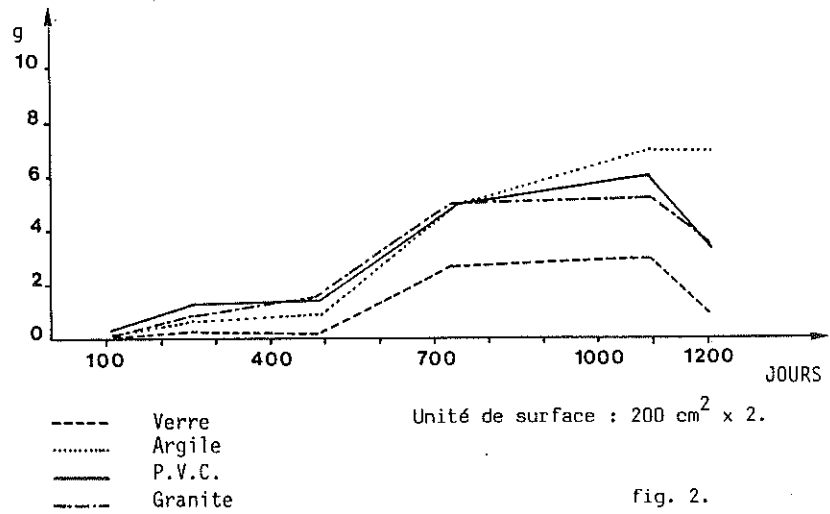
Les résultats obtenus peuvent être synthétisés de la façon suivante (fig.1) :

a) l'évolution du recouvrement des plaques par les peuplements biologiques se fait lentement au cours de la première année, puis beaucoup plus rapidement au cours de la deuxième année pour atteindre un maximum après 3 ans. On remarque qu'à l'exception du verre, les trois matériaux choisis se prêtent également bien au développement des biocénoses pionnières.

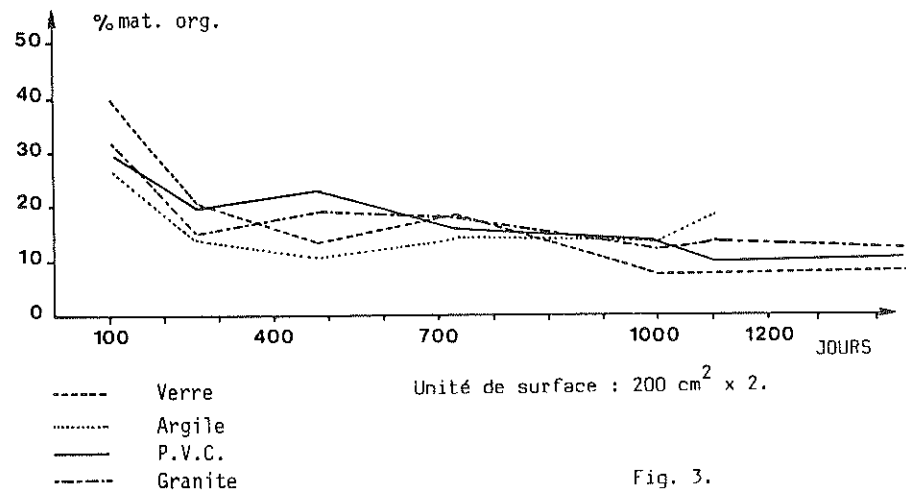
Evolution du recouvrement en fonction du temps à - 18 m  
(Poids sec total)



Evolution du recouvrement en fonction du temps à - 18 m  
(Poids sec de matières organiques)



Evolution du pourcentage de matière organique au cours du temps à - 18 m



Evolution du pourcentage de chitine au cours du temps à - 18 m

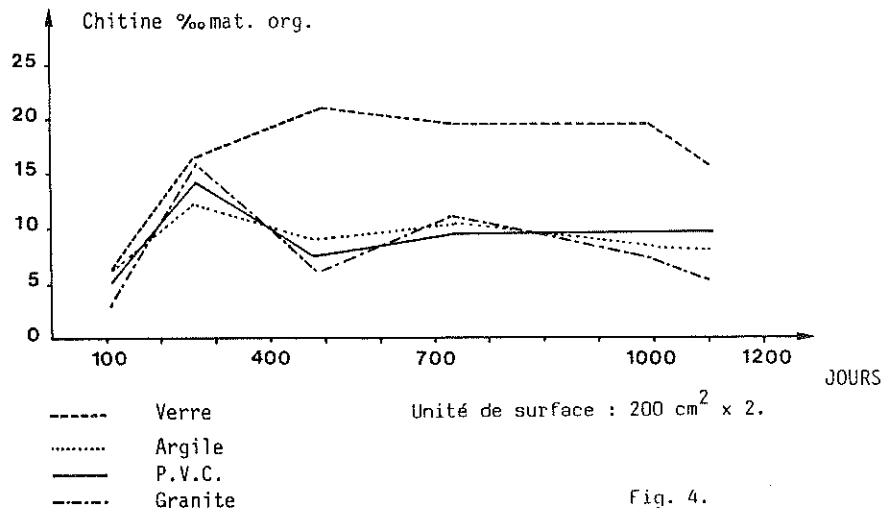


TABLEAU I : BIOMASSE DE CHITINE ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ ) DANS LES COMMUNAUTÉS BENTHIQUES INFRA-LITTORALES DES COTES  
ROCHEUSES DE LA BAIE DE CALVI (D'APRES JEUNIAUX ET AL., 1982)

Type de Biocénose	Poids sec total ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )	Chitine ( $\text{g}\cdot\text{m}^{-2}$ )				Total
		Organismes benthiques (crustacés exclus)		Crustacés décapodes ( $> 5 \text{ mm}$ )		
		fixés	vagiles total			
Biocénoses à Algues photophiles <i>Cystoseira</i> <i>crinita</i> et <i>stricta</i>						
- moyenne $\bar{x}$	2 168	0.56	0.12	0.71	0.38	1.11
- écart-type $\sqrt{V}$	808	0.22	0.09	0.28	0.51	0.66
- maximum M	3 920	(0.97)	(0.27)	(1.10)	(1.80)	(2.70)
Communautés sciaphiles (grottes semi-obscurées)						
- moyenne $\bar{x}$	870			0.27	1.20	1.46
- écart-type $\sqrt{V}$	586			0.11		2.68
- maximum M	(1 170)			(0.37)	(7.10)	(7.45)

TABLEAU II : PRODUCTION DE CHITINE PAR DIVERSES COMMUNAUTES DE LA BAIE DE CALVI (CORSE)  
(JEUNIAUX, VOSS-FOUCART ET BUSSERS, 1982)

Communautés	Production de chitine de chitine $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{an}^{-1}$	Surface couverte	Production de chitine pour l'ensemble de la baie $\text{kg} \cdot \text{an}^{-1}$
Benthiques			
- algues photophiles sur substrat rocheux			
0-12 m (1)	0.23	76	175
12-27 m (2)	0.62	114	707
- petits Crustacés			
Décapodes	0.60	190	1 140
- Herbier de Posidonies épiphytes	0.075	1 056	792
Planctoniques			
- Zooplancton (Copépodes)	1.0	2 200	22 000
Total		2 200	24 814

b) l'évolution du recouvrement, en poids de matière organique, est parallèle à celle du poids total, mais l'augmentation au cours des deuxième et troisième années d'immersion est moins manifeste (fig.2).

En fait, le pourcentage de matière organique diminue au cours du temps, ce qui traduit évidemment une augmentation du degré de calcification des organismes fixés ou une augmentation des organismes à téguments calcifiés (fig.3);

Quantité de chitine par jour en fonction  
de la saison (à - 18 m)

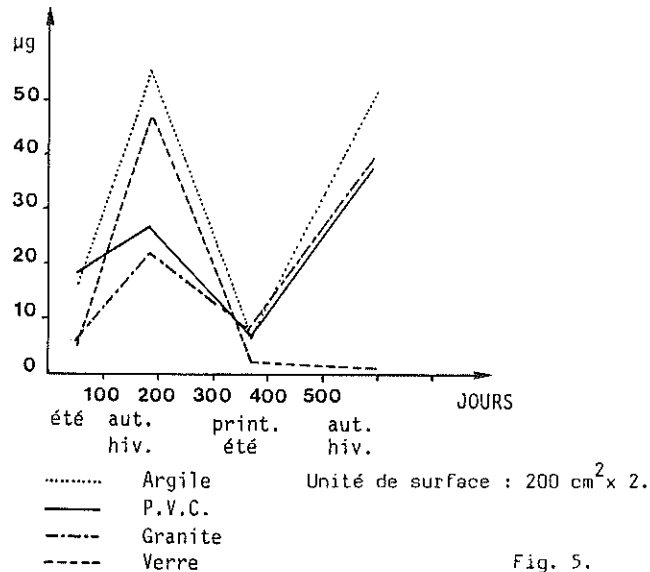


Fig. 5.

c) en ce qui concerne la chitine, la proportion par rapport à la matière organique augmente nettement au cours des 200 premiers jours d'immersion pour atteindre une valeur moyenne de  $\pm 1\%$ , valeur qui reste à peu près stable au cours du temps (fig. 4). La proportion de chitine a toutefois tendance à être plus élevée sur le verre que sur les autres substrats, ce qui traduit la différence de peuplement (prépondérance des Bryozoaires);

d) la production de chitine varie fortement avec la saison, en tout cas au cours de l'installation des peuplements pionniers : elle peut dépasser 2.5 mg par jour par m<sup>2</sup> en cas d'immersion hivernale, alors qu'elle fluctue autour de 0.5 mg par jour en cas d'immersion estivale. Mais ces valeurs varient avec le type de support (fig. 5).



L'ensemble de ces données permet de conclure que, au moment où le peuplement pionnier atteint une phase d'équilibre (soit après 2 ans, lorsque la quantité de chitine ne varie plus), la quantité de chitine déposée est égale à 1.2 g par m<sup>2</sup> soit à peu près la teneur en chitine du recouvrement naturel des roches, bien que le type de peuplement et le taux de recouvrement soient différents. La production de chitine peut donc être estimée à 0.6 g.m<sup>-2</sup> an<sup>-1</sup>.

#### PLANCTON

Les valeurs de production de chitine par les biocénoses benthiques de la baie de Calvi peuvent être comparées aux valeurs de production obtenues par Gervasi et Dauby pour le zooplancton de la même région (Gervasi 1987; Gervasi *et al.* 1988).

La production de chitine due aux zooplanctontes dominants appartenant aux Crustacés Copépodes et Cladocères est de l'ordre de 1 g par m<sup>2</sup> et par an. Mais on observe un pic de production très marqué au début du mois de mai, où la production de chitine se monte à 20 mg par m<sup>2</sup> et par jour, pendant une courte période (fig. 6).

#### BILAN DE LA PRODUCTION DE CHITINE EN BAIE DE CALVI

Si nous calculons la production de chitine par les biocénoses benthiques sur substrat rocheux (Jeuniaux *et al.* 1986), et par les biocénoses planctoniques de la baie (Gervasi 1987) et que nous y ajoutons la production due aux épiphytes des Posidonies (Mesureur 1981), nous obtenons le bilan repris dans le tableau II. Ce bilan montre que, pour un site marin méditerranéen comme la baie de Calvi en Corse, la production de chitine due aux Crustacés planctoniques représente plus de 90 % de la production totale de chitine.

Les Crustacés, Décapodes benthiques et Copépodes planctoniques, sont les principaux producteurs de chitine, alors que les espèces de grande dimension qui vivent dans les cavités (homards et crabes) et les espèces nectoniques n'ont pas été prises en compte. Crustacés planctoniques et benthiques représentent donc, au bas mot, 95 % de la production totale en chitine de la baie qui est estimée à 24.8 tonnes par an.

Les estimations quantitatives que nous venons de présenter indiquent que ce n'est pas au niveau des peuplements benthiques des fonds rocheux qu'il faut espérer trouver des sources de chitine favorables à l'exploitation : la biomasse et la production de chitine y sont relativement faibles et, de plus, associées à une proportion considérable de carbonates. Les sédiments ne représentent pas non plus une source utilisable étant donné la dégradation rapide de la chitine à ce niveau. La recherche d'une source alternative de chitine devrait s'orienter plutôt

vers l'utilisation éventuelle du plancton dont la biomasse et la production en chitine sont beaucoup plus élevées.

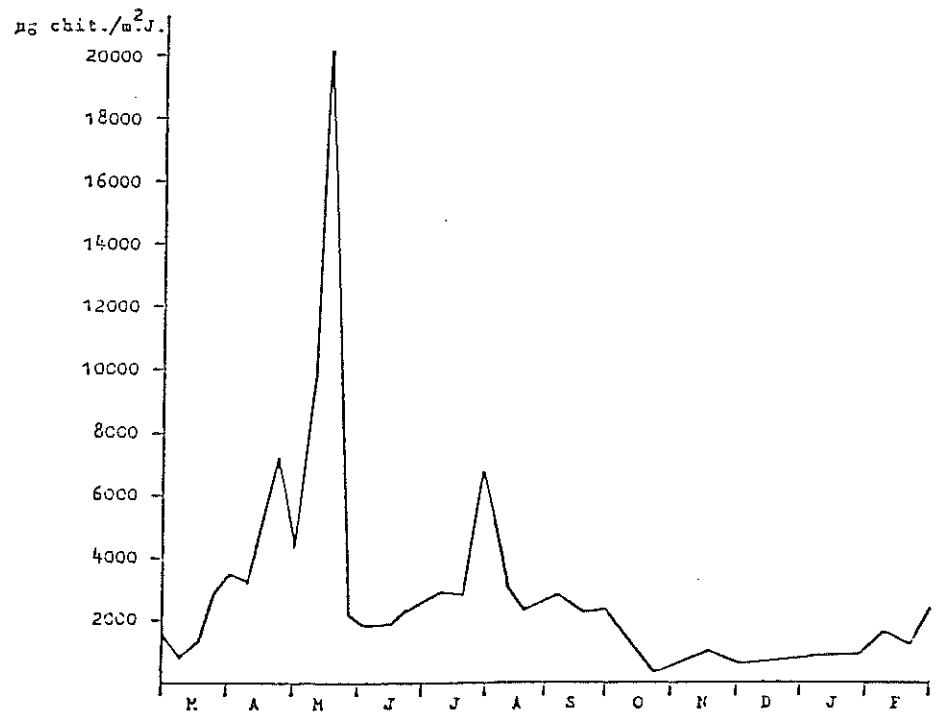


Fig. 6 : Variation annuelle de la production de chitine par les espèces dominantes de crustacés planctoniques dans la baie de Calvi (Corse).

## REFERENCES

- BOLAND, A. (1986). - Contribution à l'étude de la biodégradation de la chitine dans les sédiments marins : rôle des bactéries et des chitinases libres des eaux interstitielles. Thèse Licence, Univ. Liège, 55 p.
- BOLAND, A. (1987). - Chitinolyse dans les sédiments marins. Annls. Soc. zool. Belg., 117 : 111-123.
- BUSSERS, J.C., M. POULICEK et J. DIEPVINTS. (1983). - Description d'une suceuse à air comprimé économique et utilisable par un seul plongeur. Cah. Biol. Mar., 24 : 215-217.
- DAUBY, P. (1980). - Cycle annuel du zooplancton de surface dans la baie de Calvi (Corse). Biomasse totale et plancton copépodien. Oceanol Acta., 3 : 403-407.
- DAUBY, P. (1985). - Dynamique et productivité de l'écosystème planctonique du golfe de Calvi (Corse). Thèse Doctorat Univ. Liège, 277 p.
- GERVASI, E. (1986). - Biomasse et production de chitine de la communauté planctonique du golfe de Calvi (Corse). Thèse Licence Univ. Liège, 55 p.
- GERVASI, E. (1987). - Biomasse et production de chitine de la communauté planctonique du Golfe de Calvi (Corse). Annls. Soc. r. zool. Belg., 117 : 111-113.
- GERVASI, E., Ch. JEUNIAUX et P. DAUBY. (1988). - Production de chitine par les Crustacés du Zooplancton de la baie de Calvi (Corse). In : "Aspects récents de la biologie des Crustacés". Actes du Colloque (Xe Réunion des Carcin. Langue Franç.) (IFREMER edit.) ( sous presse)
- HIRANO, S. et S.TOKURA. (1982). - Proceed. 2nd Internat. Conf. on Chitin and Chitosan, Sapporo (Japan), 254 p.
- JEUNIAUX, Ch. (1963). - Chitine et chitinolyse. Paris, Masson éd. 181 p.
- JEUNIAUX, Ch. (1965). - Chitine et phylogénie : application d'une méthode enzymatique de dosage de la chitine. Bull. Soc. Chim. Biol. 47 : 2267-2278.
- JEUNIAUX, Ch. (1978). - Distribution and quantitative importance of chitin in animals. Proceed. 1st Internat. Conf. on Chitin and Chitosan (MUZZARELLI & PARISIÈRE, eds) : 5-10.
- JEUNIAUX, Ch. (1982). - La chitine dans le règne animal. Bull. Soc. zool. France, 107 : 363-386.
- JEUNIAUX, Ch., J.C. BUSSERS, M.F. VOSS-FOUCART & M. POULICEK. (1986). - Chitin in nature and technology. (R., MUZZARELLI, Ch., JEUNIAUX, G.W., GOODAY, ed. Plenum Publishing Corporation) : 515-522.
- JEUNIAUX, Ch., M.F. VOSS-FOUCART et J.C. BUSSERS. (1982). - Preliminary results on chitin biomass in some benthic marine biocenoses. In : "Chitin and Chitosan". Proceed. 2nd. Internat. Conf. on Chitin and Chitosan, (HIRANO and TOKURA ed., Sapporo) : 200-204.

- MESUREUR, B. (1981). - Un aspect écologique de l'herbier de Posidones dans la baie de Calvi : productions primaire et secondaire de la couverture épiphytique. Thèse Licence, Univ. Liège, 55p.
- MUZZARELLI, R.A.A. (1977). - "Chitin". Pergamon Press, Oxford, 309 p.
- MUZZARELLI, R.A.A. et E.R. PARISIER E.R. (1978). - Proceed. 1st Internat. Conf. on Chitin and Chitosan, M.I.T. Cambridge, 652 p.
- MUZZARELLI, R.A.A., Ch. JEUNIAUX and G.W. GOODAY. (1986). - Chitin in Nature and Technology, (Plenum Press, New York), 583 p.
- POULICEK, M. et Ch. JEUNIAUX. (1982). - Biomass and Biodegradation of Mollusk Shell chitin in some marine sediments. Proceed 2nd. Internat. Conf. on Chitin and Chitosan, (HIRANO et TOKURA ed. Sapporo) : 196-199.
- POULICEK, M., R. MACHIROUX and C. TOUSSAINT. (1986). - "Chitin in Nature and Technology", (MUZZARELLI, GOODAY et JEUNIAUX ed., Plenum Press, New York,) 523-530.
- POULICEK, M. et Ch. JEUNIAUX. (1988). - Chitin Biomass in marine sediments. Proceed. 4th. Internat. Conf. on Chitin and Chitosan, Trondheim, (Norway). (in press).

#### DISCUSSION

G. HAMOIR : *Dans quelle mesure la chitine est-elle recyclée dans le milieu marin par biodégradation, particulièrement dans la baie de Calvi ?*

R : *Contrairement à ce qu'on croyait il y a une trentaine d'années, les organismes capables de produire des chitinases sont nombreux en milieu marin, tant parmi les animaux que parmi les champignons et les bactéries. La chitine est donc rapidement hydrolysée et recyclée, ce qui explique la faible teneur en chitine des sédiments, comme l'a bien montré Monsieur Poulícek.*

P. ORENGA : *Quel est l'effet des tempêtes sur les peuplements benthiques qui se développent sur vos plaques, selon qu'elles sont situées à 7 ou 37 mètres de profondeur ?*

R : *A 7 mètres de profondeur, nous avons effectivement dû déplorer le bris d'un nombre important de plaques, ce qui ne s'est pas passé à 37 mètres. Cela pourrait être dû effectivement à l'effet des tempêtes, mais nous n'avons pas de données précises à ce sujet.*

Melle A. GOFFART : *La production des chitine est-elle à peu près semblable pour toutes les espèces zooplanctoniques ?*

R : *Pour les Copépodes et les Cladocères, elle peut varier considérablement d'une espèce à l'autre. La teneur en chitine par rapport au poids sec varie déjà dans des proportions appréciables, de 2 à 12 % environ.*

J. VOSS : *Comment expliquez-vous que la production de chitine soit plus élevée sur plaques de verre, surface pourtant très lisse par rapport aux autres substrats utilisés.*

R : *Le verre, bien que très lisse, est plus favorable à la fixation des Bryozoaires qu'à celle d'autres organismes, ce qui explique la différence observée, puisque les ectocystes de Bryozoaires contiennent de la chitine en proportion relativement élevée.*