

SUR UN NOUVEAU CAS DE SALISSURES BIOLOGIQUES FAVORISÉES PAR LE CHLORE

Helmut ZIBROWIUS et Gérard BELLAN

Station Marine d'Endoume, Marseille - 7

SUMMARY

The present study deals with fouling organisms the development of which was promoted by the addition of chlorine to the sea-water used in the cooling system of an oil refinery. To the main species, *Pomatoceros triqueter*, are associated several other species of Polychaeta *Serpulidae*, various species of Polychaeta belonging to other families, a few Mollusca, as well as a species of Actinaria.

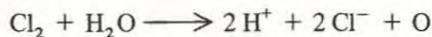
RESUME

La présente étude porte sur un cas de salissures biologiques dont l'installation a été favorisée par l'adjonction du chlore à l'eau de mer utilisée dans le système de refroidissement d'une raffinerie de pétrole. A l'espèce principale, *Pomatoceros triqueter*, sont associées plusieurs autres espèces de Polychètes *Serpulidae*, diverses espèces de Polychètes appartenant à d'autres familles, de rares exemplaires de Mollusques ainsi qu'une espèce d'Actiniaire.

Mots descripteurs : salissures biologiques, chlore, Polychètes *Serpulidae*.

1 - INTRODUCTION

Le chlore, substance relativement bon marché, est assez couramment employé pour empêcher la formation de salissures biologiques ("fouling" des auteurs anglo-saxons) dans les conduites d'eau de mer servant à refroidir des installations industrielles. Ceci est le cas notamment dans les raffineries de pétrole implantées le long des côtes. Dans ces installations, le chlore est injecté, par intermittance, à l'eau de mer utilisée. L'action toxique du chlore sur les organismes marins est essentiellement due à son effet oxydant, mais l'abaissement du pH ne doit pas être négligé lorsque le chlore est ajouté en grande quantité. La réaction du chlore avec l'eau peut être décrite par la formule sommaire :



La dose létale du chlore varie selon les espèces. Les observations ont montré qu'après l'élimination de la plupart de celles-ci, certaines espèces, plus résistantes, se trouvent sans concurrence pour la place disponible et la nourriture et peuvent proliférer sans mesure.

PARENZAN (1965) a décrit un cas de telles proliférations animales dans les conduites d'eau de mer de l'usine ITALSIDER à Taranto (Italie méridionale). Il a observé d'importantes concrétions du Polychète *Serpulidae Hydroides norvegica* Gunnerus, espèce qui dominait de très loin, par son abondance, les Mollusques accompagnateurs appartenant aux genres *Mytilus*, *Ostrea* et *Anomia*. PARENZAN mentionne également la présence de quelques Polychètes *Terebellidae*.

2 – SALISSURES BIOLOGIQUES DANS LA RAFFINERIE BP, A PORT-DE-BOUC. ASPECT ET CONDITIONS GENERALES

Dans la région marseillaise, à Port-de-Bouc (Bouches-du-Rhône), nous avons pu observer un phénomène semblable à celui décrit par PARENZAN, consistant ici en une prolifération excessive du Polychète *Serpulidae Pomatoceros triqueter* (L.) qui s'est installé dans la prise d'eau de mer de la raffinerie BP (port pétrolier de Lavéra), malgré l'adjonction de fortes doses de chlore.

A Port-de-Bouc, l'eau de mer destinée au refroidissement des installations de la raffinerie, est aspirée par une pompe puissante, devant le quai, à quelques mètres de profondeur. Avant d'être répartie dans des conduites plus étroites, l'eau passe, à fort courant, dans un grand bassin couvert, obscur, d'une contenance de plusieurs centaines de mètres cubes.

D'après les renseignements recueillis, il y avait eu, antérieurement à l'introduction du chlore (utilisé comme "anti-salissures") une forte prolifération de *Mytilus* et *Ostrea*, peuplement dont on trouve encore les traces. Ce peuplement à base de Pélécy-podes concrétionnants a été complètement éliminé par le chlore. Malheureusement, il ne devait pas tarder à être remplacé par un peuplement, tout aussi gênant, à base de Polychètes *Serpulidae*.

C'est dans le grand bassin que les salissures biologiques sont les plus importantes. Comme l'a montré l'observation directe (plongée en scaphandre autonome de l'un de nous, H.Z., le 14 décembre 1967), les parois de ce bassin étaient entièrement couvertes d'un concrétionnement – relativement fragile – de tubes du *Serpulidae Pomatoceros triqueter*. A cause de leur extrême abondance, les tubes étaient serrés les uns contre les autres et dressés verticalement, par rapport à la paroi. L'épaisseur du concrétionnement, variable, mais excédant par endroits 20 cm, correspond à la longueur de plusieurs tubes, installés les uns sur les autres. Les tubes, à la surface de la concrétion, étaient pratiquement tous habités. Les autres, servant de supports, plus anciens, étaient inhabités. Les tubes, dressés, fonctionnent comme "piège" pour les détritiques apportés par le courant. Les interstices de la partie basale du concrétionnement étaient remplis de vase. En effectuant un prélèvement, par grattage jusqu'au substrat d'origine, du concrétionnement précédemment décrit, on pouvait constater que les parois du bassin étaient en effet, antérieurement, couvertes d'huîtres dont on trouvait, encore, les valves fixées au-dessous des *Serpulidae*.

Un échantillon d'eau fut prélevé dans le bassin et analysé au laboratoire. La salinité était de 37,39 ‰ (la salinité dans le Golfe de Fos, en raison de la proximité de l'embouchure du Rhône, est inférieure à celle des eaux du large ou dans le Golfe de Marseille). La concentration du chlore dans l'eau, au moment du prélèvement, était suffisante pour abaisser le pH aux environs de 5,4, bien que toute injection de chlore ait été arrêtée peu avant la plongée.

3 – ETUDE DU PEUPEMENT DES SALISSURES BIOLOGIQUES

Un échantillon d'environ 10 dm³ de concrétions comprenant aussi bien les parties basales mortes, que les parties superficielles habitées, a été étudié au laboratoire.

a) Liste faunistique

Actiniaires :

Actinie indéterminée	1500	5
----------------------	------	---

Gastéropodes :

<i>Ocenebra erinacea</i> (L.)	5 coquilles vides, de petite taille
<i>Nassa incrassata</i> Ström	2 vivants, 17 coquilles vides

Pélécy-podes :

<i>Nucula sulcata</i> Bronn	3 vivants, de petite taille
-----------------------------	-----------------------------

<i>Arca lactea</i> L.	2 vivants, de petite taille (l'un immobilisé par un tube de <i>Pomatoceros</i> accolé)
<i>Musculus</i> sp.	1 vivant, juvénile (indéterminable)
<i>Chlamys varia</i> (L.)	1 valve isolée
<i>Thyasira flexuosa</i> (Montagu)	5 vivants
<i>Cardium minimum</i> Philippi	1 valve (fragment)
<i>Tapes rhomboides</i> Pennant	1 vivant, de petite taille, 1 fragment
<i>Irus irus</i> (L.)	3 vivants
<i>Abra alba</i> (L.)	1 vivant, de petite taille, 1 fragment
<i>Saxicava arctica</i> (L.)	1 vivant, valves jointes ou isolées d'environ 10 exemplaires
 <i>Polychètes non Serpulidae :</i>	
<i>Eulalia viridis</i> (O.F. Müller)	18
<i>Syllis gracilis</i> Grube	38
<i>Syllis hyalina</i> Grube	21
<i>Syllis armillaris</i> Malmgren	50
<i>Glycera tessellata</i> Grube	50
<i>Marphysa fallax</i> Marion & Bobretzky	40
<i>Lumbriconereis funchalensis</i> Kinberg	210
<i>Polydora</i> cf. <i>caeca</i> (Oersted)	plusieurs centaines
<i>Cirratulus cirratus</i> (O.F. Müller)	40
 <i>Polychètes Serpulidae :</i>	
<i>Serpula vermicularis</i> L.	2
<i>Serpula concharum</i> Langerhans	15
<i>Hydroides norvegica</i> Gunnerus	1
<i>Hydroides pseudouncinata</i> Zibrowius	38
<i>Vermiliopsis</i> cf. <i>infundibulum</i> (Philippi)	8
<i>Spirobranchus polytrema</i> (Philippi)	17
<i>Pomatoceros triqueter</i> (L.)	7000
<i>Pomatoceros lamarckii</i> (Quatrefages)	900
<i>Spirorbis (Dexiospira)</i> sp.	quelques tubes vides

b) Classement des groupes zoologiques rencontrés, par ordre d'importance quantitative

- 1/ Polychètes *Serpulidae*
- 2/ Polychètes non *Serpulidae*
- 3/ Actiniaires
- 4/ Mollusques (Gastéropodes + Pélécy-podes)

c) Remarques sur les espèces (écologie)

Actiniaires :

Ce groupe est représenté par un très grand nombre d'individus d'une petite espèce d'Actinie que nous ne sommes pas en mesure de déterminer (groupe d'*Aiptasia* ??).

Gastéropodes :

Ocenebra erinacea et *Nassa incrassata*, représentés surtout par des coquilles vides, sont les seules espèces relevées d'une faune vagile qui n'appartiennent pas aux Polychètes. Ces deux espèces ont une large répartition écologique dans les peuplements infralittoraux sur substrat dur, et sont notamment fréquentes dans les milieux portuaires.

Pélécyposes :

Parmi les espèces de Pélécyposes on peut distinguer plusieurs catégories écologiques qui pourraient être favorisées par l'un ou l'autre facteur caractérisant le milieu du bassin. La plupart des espèces relevées, représentées par ailleurs par des individus peu nombreux, trouveraient peut-être des conditions favorables de vie dans ce biotope particulier où seul l'injection de chlore semble les empêcher de prospérer. L'envasement des interstices de la partie basale des concrétions semble convenir à des espèces vasicoles strictes et vasicoles tolérantes (*Nucula sulcata*, *Thyasira flexuosa*, *Abra alba*). Les parties plus superficielles des concrétions, moins envasées, abritent des espèces foreuses ou liées à la présence de microcavités (*Irus irus*, *Saxicava arctica*). *Tapes rhomboides*, espèce considérée comme caractéristique de la biocoenose des sables grossiers et fins graviers sous influence des courants de fond, se trouve ici dans un milieu caractérisé par le déplacement d'importantes masses d'eau.

Polychètes non Serpulidae :

Les Polychètes non constructeurs de tubes calcaires sont représentés par 9 espèces appartenant à plusieurs familles (*Phyllocoridae*, *Syllidae*, *Glyceridae*, *Eunicidae*, *Pionidae*, *Cirratulidae*). Parmi ces espèces dont certaines sont représentées par de très nombreux individus, 8 vivent, souvent en abondance, dans les peuplements de la roche littorale. C'est ainsi que *Eulalia viridis*, *Syllis hyalina*, *Syllis armillaris* et *Lumbriconereis funchalensis* sont souvent abondants dans le concrétionnement de base des peuplements infralittoraux et circalittoraux de substrat dur. *Glycera tessellata* et *Marphysa fallax* sont deux espèces normalement caractéristiques des peuplements circalittoraux (Biocoenose Coralligène au sens large). *Cirratulus cirratus* est particulièrement abondant dans les milieux pollués ; c'est la seule espèce de pollution qui ait été récoltée. Il est difficile de ranger dans une catégorie écologique le *Polydora caeca*, espèce peu connue en Méditerranée. Il en a été récolté plusieurs centaines d'individus mais cela n'a rien de remarquable, les populations de *Polydora* étant généralement très denses.

Polychètes Serpulidae :

Il est surprenant de voir qu'à Port-de-Bouc *Hydroides norvegica*, espèce très abondante dans les milieux portuaires et connue pour sa résistance exceptionnelle au chlore (PARENZAN, 1965) n'a pas contribué au concrétionnement à base de *Serpulidae*. Peut-être le moment de l'élimination du peuplement précédent à base de Pélécyposes concrétionnants coïncidait-il avec une reproduction massive de *Pomatoceros triqueter*, à la suite de laquelle de très nombreuses larves de cette espèce ont pu s'installer sur les surfaces disponibles, sans concurrence notable de larves de *Hydroides norvegica*. En tout cas, l'accroissement des concrétions ne semble pas due à l'apport, de l'extérieur, de nouvelles générations de larves de *Pomatoceros triqueter* mais plutôt à la reproduction des individus déjà en place.

Pomatoceros triqueter a une large répartition écologique dans les étages infralittoral et circalittoral. L'espèce est assez peu abondante dans les peuplements bien équilibrés comme celui des concrétions du coralligène ou des grottes sous-marines. Par contre, *P. triqueter* semble favorisé pour la colonisation de surfaces neuves où il constitue vite des populations particulièrement denses (espèce "pionnière"). *P. triqueter* est ainsi très abondant sur les moules et huîtres dans les milieux portuaires (par exemple sur la digue Ste.-Marie du port de Marseille, associé à *Hydroides norvegica*) ou sur des objets récemment immergés, épars sur des fonds meubles sablo-vaseux (par exemple bouteilles de verre, aux îles du Frioul, Golfe de Marseille).

Pomatoceros lamarckii a une répartition écologique moins large que *P. triqueter*. Plus que ce dernier, *P. lamarckii* est une espèce des niveaux superficiels de l'étage infralittoral (pierres à très faible profondeur, moulières). On l'a également trouvé dans des biotopes caractérisés par une dessalure (résurgence sous-marine de Port Miou, à Cassis ; Etang de Thau) où cependant il coexiste avec *P. triqueter*. A la différence de *P. triqueter* qui y prospère, *P. lamarckii* semble absent des moules et huîtres dans les ports de Marseille (digue Ste.-Marie, Vieux Port). *P. lamarckii* semble également absent des biotopes plus profonds habités par *P. triqueter* (grottes sous-marines, coralligène, substrats durs épars sur fonds meubles circalittoraux). Tout en étant représenté, dans les salissures biologiques à Port-de-Bouc, par un grand nombre d'individus

(nombre toutefois de loin inférieur à celui de *P. triqueter*) *P. lamarckii*, espèce de taille inférieure, ne contribue que peu au concrétionnement décrit plus haut. Dans ces conditions, les spécimens de *P. lamarckii* sont en général de plus petite taille que ceux récoltés ailleurs (par exemple à la face inférieure de pierres infralittorales).

A côté de *Pomatoceros triqueter* et *Pomatoceros lamarckii*, les autres espèces de *Serpulidae* présentes dans les concrétions n'ont aucune importance numérique ou quantitative.

Serpula vermicularis et *Serpula concharum* ont une large répartition écologique, entre les niveaux superficiels et l'étage bathyal, en évitant les eaux très polluées. Les spécimens déterminés comme *Vermiliopsis* cf. *infundibulum* ressemblent à des formes infralittorales et circalittorales attribuées à cette espèce. La répartition écologique de *Spirobranchus polytrema* est à peu près la même que celle de *Pomatoceros triqueter*, avec un maximum d'abondance, semble-t-il, dans les grottes sous-marines.

Hydroides pseudouncinata est une espèce assez commune dans les concrétions de base des peuplements de la roche littorale, dans les grottes sous-marines, le coralligène et, associé notamment à *Pomatoceros triqueter*, sur les substrats solides épars sur fonds meubles infralittoraux et circalittoraux. Sous forme d'exemplaires dispersés, *H. pseudouncinata* existe également dans les milieux portuaires (Vieux Port de Marseille). Il est absent des étangs saumâtres (Etang de Thau, Etang de Berre). Des recherches récentes (inédites, de l'un de nous, H.Z.) ont montré que dans ces étangs *H. pseudouncinata* Zibrowius est remplacé par *Hydroides dianthus* (Verrill), espèce qui avait été assimilée abusivement à *Hydroides uncinata* (Philippi), espèce mal définie.

Une grande partie des spécimens de *H. pseudouncinata* des salissures biologiques à Port-de-Bouc possède des opercules régénérés ou présente des malformations operculaires.

d) Variations intraspécifiques de l'opercule de *Pomatoceros triqueter* et de *Pomatoceros lamarckii*

Pomatoceros triqueter (L.) et *Pomatoceros lamarckii* (Quatrefages), espèces presque toujours confondues, se distinguent par leurs opercules et leurs tubes :

	opercule	tube
<i>P. triqueter</i>	partie basale aplatie, pédoncule operculaire inséré sur le bord dorsal ; face distale calcifiée, presque plate et alors avec 3 cornes fort développées, ou cylindrique, conique ou tronconique, portant alors 3 cornes plus ou moins développés, ou conique et dépourvue de cornes	à section triangulaire ou arrondie, avec une seule carène
<i>P. lamarckii</i>	partie basale plus ou moins conique, pédoncule operculaire inséré au centre ; face distale calcifiée presque plate ou légèrement concave, avec ou sans 2 ou 3 pointes peu développées sur une base commune, ou conique et dépourvue d'excroissances	à section triangulaire, en général avec une carène médiane et une paire de carènes latérales

Sur les très nombreux exemplaires des deux espèces de *Pomatoceros*, la variabilité intraspécifique des opercules (ZIBROWIUS, 1968) a pu être confirmée.

La variabilité observée des opercules de *Pomatoceros lamarckii* (fig. 1, a-h) est relativement peu importante. L'opercule est le plus souvent plat et possède une petite excroissance cylindrique se terminant par 2 ou 3 pointes peu écartées. Plus rarement la plaque operculaire calcifiée est légèrement bombée ou épaissie à l'endroit où, chez d'autres spécimens, se trouve cette excroissance bifide ou trifide.

La variabilité observée pour *Pomatoceros triqueter* (fig. 2, a-t), espèce beaucoup plus abondante, est nettement plus grande. En plus des opercules typiques, à 3 cornes plus ou moins développées sur une face distale presque plate ou régulièrement conique, tronconique ou cylindrique, on observe de très nombreuses aberrations et malformations de l'opercule. Il existe des exemplaires qui possèdent des opercules apparemment régénérés car assez petits, non calcifiés, à excroissances peu développées à formes émousées, et portés par un pédoncule operculaire sans ailerons latéraux (f). De rares exemplaires ont des ailerons incisés à l'extrémité, formant ainsi deux franges au lieu d'une seule pointe. Un opercule est divisé à moitié (e). Les exemplaires sans recouvrement calcaire de l'opercule sont assez nombreux. La cuticule cornée (également présente dans les opercules complets où elle se trouve au dessous de la couche de calcaire) est alors épaissie et brune. Sur ces opercules ayant perdu le recouvrement calcaire (on observe en effet des opercules où la plaque distale est en train de se détacher) les cornes si présentes sont en général déformées et l'opercule, avec sa calotte cornée brune, ressemble à un opercule de *Vermiliopsis*.

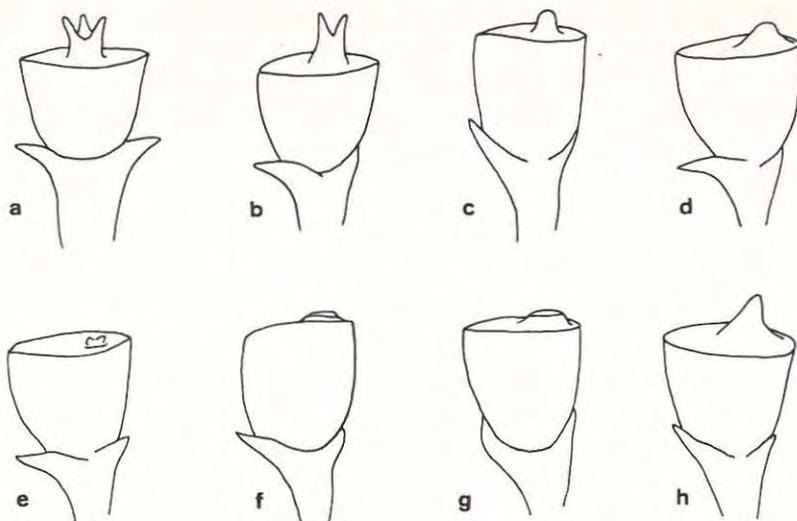


Figure 1 - *Pomatoceros lamarckii* (Quatrefages) a - h opercules

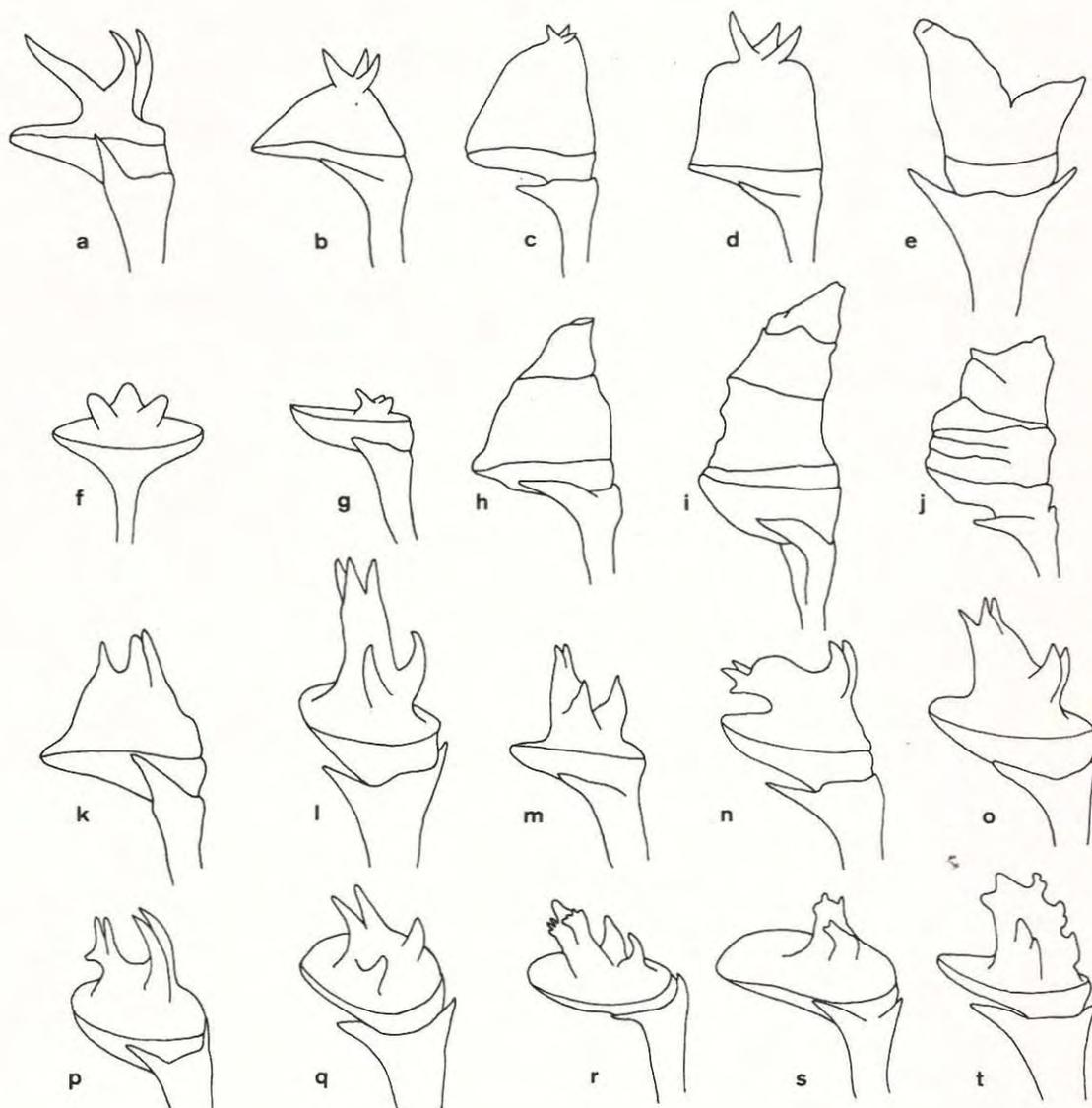


Figure 2 - *Pomatoceros triqueter* (L.) a - t opercules

Sur les opercules normalement constitués de *P. triqueter*, en ce qui concerne la présence d'un revêtement calcaire de la face distale, on observe de nombreuses variations. La corne ventrale, normalement la plus longue (a), est parfois moins développée que les cornes dorsales (k). Parfois, au contraire, elle connaît un développement excessif et peut se terminer par 2 ou 3 pointes secondaires ou même porter des excroissances irrégulièrement lobées (l-r). Les opercules se terminant en cône sans cornes, montrent souvent des irrégularités de croissance dans cette partie (h-j).

4 – CONCLUSIONS

La résistance au chlore ajouté à l'eau de mer (comme "antisalissures") en doses suffisamment fortes pour éliminer la plupart des groupes zoologiques contribuant aux salissures biologiques en conditions normales, n'est pas un phénomène exceptionnel parmi les Annélides Polychètes. L'installation de concrétions à base de *Serpulidae* (*Pomatoceros triqueter*, *Hydroides norvegica*) se trouve même favorisée.

Dans le cas précis des salissures biologiques observées à Port-de-Bouc, la faune associée aux concrétions à base de *Serpulidae* (*Pomatoceros triqueter* numériquement et pondéralement prédominant) comprend surtout des Polychètes appartenant à diverses familles (espèces particulièrement abondantes : *Lumbriconereis funchalensis*, *Polydora* cf. *caeca*) et une espèce d'Actiniaire.

BIBLIOGRAPHIE

- BELLAN (G.), 1964.— Contribution à l'étude systématique, bionomique et écologique des Annélides Polychètes de la Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, bull. 33 (= fasc. 49) : 1-371.
- BELLAN (G.), 1965.— Contribution à l'étude des Polychètes des substrats solides circalittoraux de la région de Marseille. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, bull. 39 (= fasc. 55) : 237-252.
- BELLAN (G.), 1968.— Contribution à l'étude des Polychètes des substrats solides circalittoraux des environs de Marseille. II. Polychètes (*Serpulidae* exclus) des grottes sous-marines. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, bull. 44 (= fasc. 60) : 109-123.
- PARENZAN (P.), 1965.— Eccezionale resistenza del polichete *Hydroides norvegica* Gunn. all'azione del Cl, nel Mare Piccolo di Taranto. *Rivista chimico-sanitaria*, 3(1) : 3 pp.
- PERES (J.M.) & PICARD (J.), 1964.— Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, bull. 31 (= fasc. 47) : 1-137.
- PICARD (J.), 1965.— Recherches qualitatives sur les biocoenoses marines de substrats meubles dragables de la région marseillaise. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, bull. 36 (= fasc. 52) : 1-130.
- ZIBROWIUS (H.), 1968.— Etude morphologique, systématique et écologique des *Serpulidae* (Annelida Polychaeta) de la région de Marseille. *Rec. Trav. Stat. mar. Endoume*, bull. 43 (= fasc. 59) : 81-252, 14 pl.

Manuscript accepté le 12/1/69