

**SALISSURES BIOLOGIQUES DE SUBSTRATS VIERGES ARTIFICIELS  
IMMERGÉS EN EAU PURE, DURANT 26 MOIS,  
DANS LA RÉGION DE MARSEILLE  
(MÉDITERRANÉE NORD-OCCIDENTALE). I. ÉTUDE QUALITATIVE (\*)**

par Denise BELLAN-SANTINI

Station marine d'Endoume — 13-Marseille 7<sup>e</sup>

**SUMMARY**

The present contribution deals with the study of the biofouling on a 300 m long pipe-line, immersed during 26 months between 17 and 19 m depth, in open sea. 269 species have been found, 189 of which with a degree of presence superior at 1. The different stages of settlement took place in less of one year and had left place, progressively, at definitive settlement, the destiny of which is to become richer with species of all near biotops. The comparative study of the settlement of superior and inferior parts of the pipe-line has been done. One have tried to give a biocenotic explanation of the settlement on immersed structures. The notion of "biofouling" is revized:

**RESUME**

Une structure de 300 m de long, immergée pendant 26 mois, à des profondeurs de 17 à 19 m, en pleine eau, a été étudiée. Elle a fourni 269 espèces dont 189 avaient un degré de présence supérieur à 1. Les stades d'installation ont duré moins d'un an et ont laissé place, progressivement, à un stade définitif dont la destinée est de s'enrichir par apport d'espèces provenant de tous les biotopes. On a tenté de donner une explication biocénotique au peuplement des structures immergées, tout en révisant la notion de "biofouling".

**I — CONDITIONS DE L'EXPERIENCE**

A la fin de l'année 1963, un tuyau de 300 m de long et de 1 m de diamètre, fut immergé, en deux tronçons raccordés, au dessus de fonds d'environ 60 m, à proximité des îles du Frioul (Baie de Marseille). Cette construction flottait entre - 17 m et - 19 m. Les buts poursuivis au cours de cette étude étaient de deux ordres : étude de la corrosion physico-chimique de divers matériaux et étude des salissures biologiques ("biofouling" des auteurs anglo-saxons) et de leur agressivité vis à vis des matériaux. C'est une partie de cette dernière étude qui fait l'objet de la présente communication.

A la suite de sélections préliminaires, 10 revêtements seulement avaient été retenus. Il a été effectué, de janvier 1964 à décembre 1965, 10 séries de prélèvements. (Tableau 1) Chaque série de prélèvements comportait un grattage complet d'une surface de 1/25 m<sup>2</sup> à la face supérieure et un autre à la face inférieure du tuyau qui constituait la partie principale de la construction ; et ce, pour chacun des 10 rev-

-----  
(\*) Il m'est agréable de remercier la Compagnie Française des Pétroles qui m'a permis de poursuivre et d'achever ce travail. Je tiens, aussi, à remercier tout le personnel du Chantier du Frioul pour son excellente collaboration.

tements pris en considération. Les prélèvements étaient réalisés par des plongeurs, à l'aide d'un grattoir et d'un cadre carré de 0,20 m de côté, suivant la technique en usage dans les travaux de ce type, sur substrat dur (D. BELLAN-SANTINI, 1969). Le travail était grandement facilité en raison de l'état de surface du substrat, "vitrifié". Les prélèvements se sont suivis, horizontalement, avec un espace d'environ 30 cm et ceci à partir d'un repère visible, portant le numéro du revêtement. Le matériel était amené au Laboratoire, fixé avec de l'eau formolée à 10 % neutralisée, trié puis déterminé.

Tableau 1  
Répartition dans le temps des 10 séries de prélèvements.

Numéro du revêtement	1 2 3	4 5 6 7 8 9 10
	Culée Sud	Culée Nord
Immersion	X 1963	XII 1963
1ère série de prélèvements	I 1964 (3 mois)	I 1964 (1 mois)
2ème série de prélèvements	IV 1964 (6 mois)	IV 1964 (4 mois)
3ème série de prélèvements	V 1964 (7 mois)	V 1964 (5 mois)
4ème série de prélèvements	VII 1964 (9 mois)	VII 1964 (7 mois)
5ème série de prélèvements	IX 1964 (11 mois)	IX 1964 (9 mois)
6ème série de prélèvements	XI 1964 (13 mois)	XI 1964 (11 mois)
7ème série de prélèvements	II 1965 (16 mois)	II 1965 (14 mois)
8ème série de prélèvements	III 1965 (17 mois)	III 1965 (15 mois)
9ème série de prélèvements	VI 1965 (20 mois)	VI 1965 (18 mois)
10ème série de prélèvements	XII 1965 (26 mois)	XII 1965 (24 mois)

Les 10 revêtements étudiés ont été immergés en deux temps : les revêtements 1, 2, 3 appartenant à la culée Sud, en octobre 1963 et les revêtements 4 à 10 appartenant à la Culée Nord, en décembre 1963. Autre particularité de ces revêtements : seuls les n° 9 et 10 étaient enduits de peinture "antifouling".

Avant d'exposer les résultats de cette étude, il est nécessaire de faire quelques remarques :

1) La structure servant de substrat au peuplement qui va être étudié était immergée en pleine eau pure ; elle était donc soumise à un renouvellement de l'eau très favorable, avec l'oxygénation et l'apport de nourriture que cela implique.

2) Les conditions qui régnaient au niveau de ce substrat artificiel étaient tout à fait particulières. Les divers facteurs du milieu présentaient des variations importantes : la lumière offrait sur la surface courbe du tuyau de grandes variations d'intensité ; aux courants s'ajoutaient les mouvements propres du tuyau ; la sédimentation à la face supérieure remplissant les cavités du peuplement, créait de nombreux micro-milieus. On peut considérer qu'au niveau de ce substrat artificiel, les facteurs abiotiques présentaient des variations qui, dans leur intensité et leur interaction, ne se retrouvent pas en milieu naturel.

3) Le tuyau, immergé en pleine eau, n'avait aucun contact direct avec un quelconque substrat dur naturel. Tout le peuplement installé sur la structure a dû, pour y parvenir, franchir une barrière liquide de plusieurs centaines de mètres.

4) La surface de prélèvement étant une portion de cylindre, les strates élevées du peuplement avaient un volume potentiel de développement plus grand que sur un substrat plan.

5) La structure sur laquelle l'étude a été poursuivie était expérimentale. Des travaux étaient effectués en permanence et provoquaient des destructions partielles du peuplement, ceci explique les "dents de scie" observées dans les courbes de croissance du peuplement.

## II - FAUNE ET FLORE RECOLTES

269 espèces ont été récoltées au cours de l'expérience ; elles sont réparties de la manière suivante (fig. 1, Tableau 2).

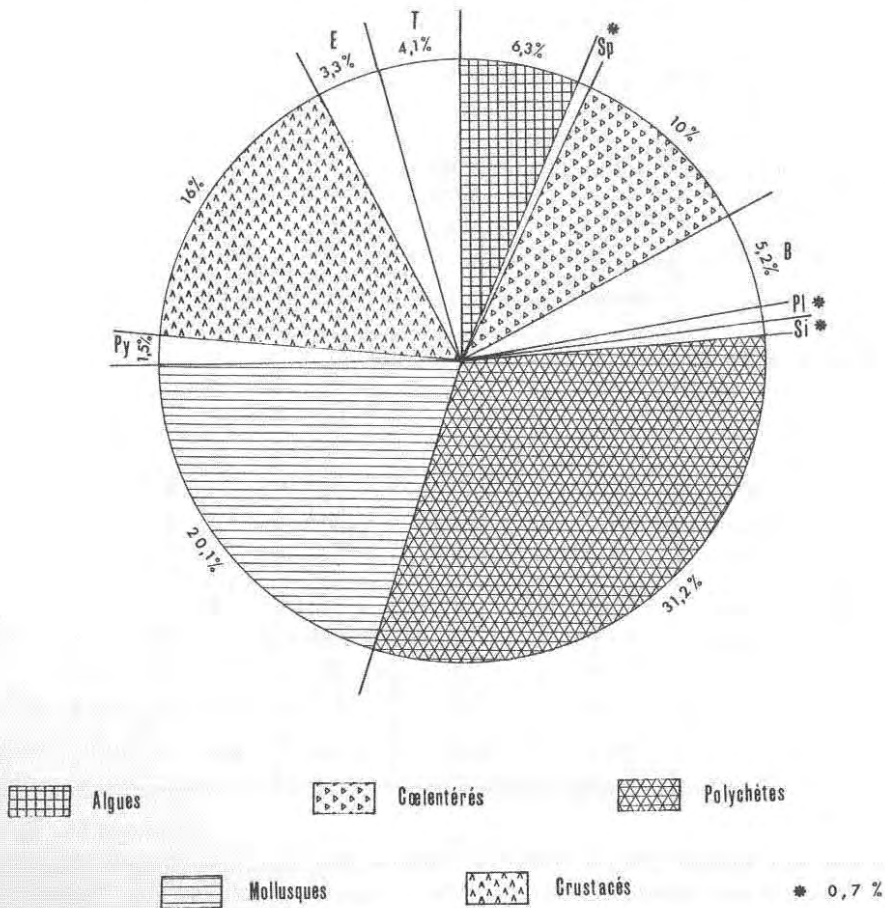


Figure 1 – Répartition des espèces par groupes zoologiques.

Tableau 2

	Nbre d'esp. P > 1	Nbre d'esp. P = 1	Nbre total d'espèces	%
Algues	9	8	17	6,3
Spongiaires	2	0	2	0,7
Coelenteres	19	8	27	10,0
Bryozoaires	10	4	14	5,2
Planaires	2	0	2	0,7
Sipunculides	1	1	2	0,7
Polychètes	53	31	84	31,2
Mollusques	39	15	54	20,1
Pycnogonides	4	0	4	1,5
Crustacés	31	12	43	16,0
Echinodermes	8	1	9	3,3
Tuniciers	11	0	11	4,1
	189	80	269	

Les trois groupes les mieux représentés sont les Polychètes, les Mollusques et les Crustacés. Ces trois groupes représentent, à eux seuls, environ 67 % du nombre total d'espèces récoltées.

Au cours du recensement mondial effectué en 1952 par L.W. HUTCHINS dans "Marine Fouling and its prevention", il avait été dénombré 3149 espèces sur les bouées, "surface-tests", quais, carènes et toutes

autres surfaces susceptibles d'être recouvertes par des salissures. (tableau 3). Un certain nombre d'espèces ont été, depuis lors, ajoutées à cette liste, dans diverses parties du globe, mais je comparerai néanmoins au travail de HUTCHINS, seul répertoire mondial réalisé à ce jour.

Tableau 3

	Mar. Foul. and its prev.			Présente étude	
	Bouées	Surf. test	Total	Total	Nbre d'esp. non citées
Algues	216	106	666	17	4
Spongiaires	7	21	49	2	0
Coelenterés	211	61	464	27	15
Nemertes	2	6	13	0	0
Bryozoaires	22	129	283	14	5
Polychètes	45	75	188	84	54
Mollusques	66	122	323	54	35
Crustacés	178	122	545	43	24
Pycnogonides	3	0	9	4	4
Echinodermes	11	4	31	9	8
Tuniciers	76	70	221	11	5
Autres groupes	138	226	357	4	2
	975	942	3 149	269	156

Plus de la moitié des espèces que j'ai récoltées n'avaient pas été citées comme appartenant au fouling, en 1952. En fait, un certain nombre de ces espèces n'appartiennent pas aux "salissures biologiques". Elles font partie du peuplement de biocénoses bien individualisées et bien connues, telles que la Biocénose des Algues photophiles, celle du Coralligène ou celle du Détritique Côtier.

Ce fait souligne, d'ailleurs le problème de la définition du "fouling" ; je discuterai de ce problème ultérieurement.

Le peuplement étudié est extrêmement riche puisqu'on a récolté 269 espèces, alors que dans l'ensemble des 11 faciès de la Biocénose des Algues photophiles, on a une moyenne de 121 espèces par faciès, le plus riche en ayant procuré 204. De surcroît, il n'y a que fort peu d'accidentelles et d'espèces rares. seulement 29,73 % des espèces ne sont présentes qu'une fois pour l'ensemble des prélèvements alors que les espèces ayant un degré de présence de 1 dans les divers faciès de la Biocénose des Algues photophiles représentent entre 33,7 et 47,8 %. Les espèces sont donc abondantes et constantes, et je vais m'efforcer d'en définir la cause.

### III - EVOLUTION DU PEUPEMENT

#### a) Etude des premiers stades d'installation

Nous avons pu suivre l'installation, puis l'évolution du peuplement dans son ensemble. L'aspect qualitatif sera analysé ici.

1) 1 mois (décembre 1963 à janvier 1964 pour les revêtements 4 à 10)

- **Algues** - 3 espèces ont été récoltées : *Colpomenia sinuosa*, *Dictyopteris membranacea*, *Enteromorpha sp.* et des germinations indéterminables.

- **Spongiaires** - Les deux seules espèces rencontrées apparaissent dès le premier mois ; on y reconnaît déjà des *Sycon*.

- **Coelenterés** - *Aglaophenia octodonta*, *Clytia gravieri* et l'espèce, par excellence, des substrats durs portuaires : *Tubularia mesembryanthemum*.

● Bryozoaires – *Bugula sp.*, *Scrupocellaria reptans*.

● Planaires – Deux espèces dont la *Leptoplana tremellaris*.

● Polychètes – *Hydroides norvegica* (espèce de salissures), *Platynereis dumerili* et *Polyophthalmus pictus*, (deux espèces de la Biocénose des Algues photophiles), *Pomatoceros triqueter*, *Spirobranchus polytrema*, *Scalisetosus pellucidus*, *Serpula vermicularis* et *Serpula concharum*, ces 5 dernières espèces appartenant à la Biocénose du Coralligène.

● Mollusques – *Anomia ephippium*, *Chlamys opercularis*, *Chlamys flexuosa*, *Chlamys varia*, *Musculus costulatus*, *Mytillus gallo-provincialis*, *Rissoa variabilis*, *Trivia europea*, *Trivia sp.*, *Rissoa sp.*

● Pycnogonides – *Anoplodactylus cf. virescens*.

● Crustacés – *Balanus amphitrite*, *Dexamine spiniventris*, *Caprella aequilibra*, *Erichthonius brasiliensis*, *Jassa falcata*, *Nototropis guttatus*.

● Echinoderme – *Amphipholis squamata*.

● Tuniciers – *Ascidia mentula*, *Diplosoma gelatinosum*.

Le nombre moyen d'espèces par prélèvement est de 17. Plus de la moitié des espèces récoltées au bout d'un mois d'immersion se retrouveront tout au long de l'expérience.

2) 3 mois (octobre 1963 à janvier 1964 pour les revêtements 1, 2, 3)

On a récolté à peu près les mêmes espèces, souvent en plus grand nombre. Au point de vue spécifique, il s'y ajoute :

● Coelentérés – *Bougainvillia sp.*

● Bryozoaires – *Aeta sp.*

● Polychètes – *Amphitrite sp.*, *Eulalia macroceros*, *Nereis rava*

● Mollusques – *Cingula sp.*

● Pycnogonides – *Tanystylum orbiculare*

● Crustacés – *Amphitoe ramondi*

Le nombre moyen d'espèces par prélèvement est de 21.

3) 4 mois (décembre 1963 à avril 1964 pour les revêtements 4 à 10)

On enregistre l'adjonction de nombreuses espèces nouvelles :

● Algues – *Ceramium sp.*, *Cladophora sp.*, *Chaetomorpha sp.*, *Dictyota dichotoma*, *Lomentaria sp.*, *Laurencia pinnatifida*, *Padinia pavonia*, *Plocamium sp.*, *Ulva lactuca*.

● Coelentérés – *Eudendrium sp.*, *Hypsorophus quadratus*, *Plumularia sp.*

● Bryozoaires – *Bugula neritina*, *Crisia sp.*, *Savignyella lafontii*

● Polychètes – *Autolytus prolifer*, *Apomatus ampullifera*, *Chaetopterus variopedatus*, *Eusyllis blomstrandii*, *Harmothoe spinifera*, *Kefersteinia cirrata*, *Lysidice ninetta*, *Lumbriconereis coccinea*, *Nicolea venustula*, *Oriopsis armandi*, *Potamilla torelli*, *Protula intestinum*, *Syllis variegata*, *Syllis prolifera*, *Platynereis coccinea*.

● Mollusques – *Chlamys septemradiata*, *Chlamys semistriata*, *Chlamys multistriata*, *Cardium exiguum*, *Lima sp.*, *Hiatella rugosa*, *Ostrea edulis*.

● Crustacés – *Phtisica marina*, *Stenothoe valida*, *Pilumnus hirtellus*.

● Echinodermes – *Antedon mediterraneum*, *Paracentrotus lividus*.

● Tuniciers – *Clavellina lepadiformis*, *Phallusia mamillata*

Le nombre moyen d'espèces par prélèvement est passé à, environ, 30 ; il atteint même 36 si on ne tient pas compte des prélèvements réalisés sur le revêtement 10 qui contient un "antifouling" efficace.

4) 5 mois (décembre 1963 à mai 1964 pour les revêtements 4 à 10)

L'accroissement du nombre d'espèces paraît se ralentir mais les espèces sont plus constantes dans les divers prélèvements. On enregistre l'apparition de peu d'espèces nouvelles :

● Bryozoaires – *Pedicellina cernua*

● Polychètes – *Eunice aphroditoides*, *Potamilla reniformis*, *Syllis armillaris*.

● Mollusques – *Musculus costulatus*.

- Pycnogonides – *Endeis spinosa*.
- Crustacés – *Caprella liparotensis*, *Stenothoe dollfusi*.
- Echinoderme – *Ophiothrix fragilis*.
- Tunicier – *Didemnum maculatum*.

Le nombre moyen d'espèces par prélèvement est de 32 si on tient compte du revêtement 10 et de 34 si on le néglige.

5) 7 mois (décembre 1963 à juillet 1964 pour les revêtements 4 à 10)

- Algues – *Acetabularia mediterranea*
- Coelentérés – *Lafoeinia tenuis*, *Sertularella ellisi*
- Bryozoaires – *Bugula stolonifera*, *Barentsia gracilis*, *Cryptosula pallasiana*, *Pedicellina nutans*
- Polychètes – *Amphitrite rubra*, *Amphiglena mediterranea*, *Dasychone bombyx*, *Jasmineira elegans*, *Syllis hyalina*, *Spirographis spallanzani*, *Salmacina dysteri*.
- Mollusques – *Cardium papillosum*, *Corbula gibba*, *Lima hians*, *Nassa incrassata*, *Pecten jacobeus*, *Propeamussium hyalinum*, *Rissoa violacea*.

- Crustacés – *Balanus perforatus*, *Balanus sp.*, *Eurynome aspera*

- Tuniciers – *Ctenicella appendiculata*, *Pyura corallina*.

Le nombre moyen d'espèces par prélèvement est monté à 40 si on tient compte des 6 revêtements, il est de 43 si on néglige le 10.

En juillet 1964, pour les trois grands groupes, Polychètes, Mollusques et Crustacés, 50 % des espèces enregistrées au cours du travail, ont été récoltées.

6) 9 mois (décembre 1963 à septembre 1964 pour les revêtements 4 à 10)

- Coelentérés – *Eudendrium capillare*, *Obelia dichotoma*, *Clytia gracilis*
- Polychètes – *Audouinia tentaculata*, *Eunice harassii*, *Glycera tessellata*, *Leocrates claparedei*, *Nereis zonata*, *Syllis krohni*, *Lepidonotus clava*
- Mollusques – *Acanthochiton fascicularis*, *Cardium paucicostatum*, *Cardium echinatum*, *Ocenebra edwardsi*, *Ocenebra blainvillei*.

- Echinoderme – *Psammechinus microtuberculatus*.

7) 11 mois (décembre 1963 à novembre 1964 pour les revêtements 4 à 10)

- Algues – *Codium sp.*
- Coelentérés – *Halecium lankesteri*, *Clytia johnstoni*, *Phellia elongata* (espèce des cavités).
- Polychètes – *Polycirrus aurantiacus* et *Chrysopetalum debile* sont des espèces qui, par la suite, seront constamment retrouvées avec, même, une certaine abondance, *Nereis hircinicola*, *Syllis vittata* et, enfin, deux espèces qui ne sont représentées que par un seul exemplaire : *Lepidasthenia elegans* et *Laonice cirrata*.

- Mollusques – *Acanthochiton discrepans*, *Clathurella linearis*, *Coralliophaga lithophagella* présente une seule fois (1 exemplaire).

- Crustacés – *Pseudoprotella phasma*, *Stenothoe spinimana*, *Acheus cranchii* sont trois espèces qui apparaissent dans cette série de prélèvements et qui seront, par la suite, abondantes.

- Echinoderme – *Ophiopsila aranea*

Si l'on compare le nombre moyen d'espèces par prélèvement, au cours des 14 premiers mois d'étude, on a :

durée	1 mois	3 mois	4 mois	5 mois	7 mois	9 mois	11 mois	14 mois
Nbre moy. d'espèces	17	21	30	32	40	36	46	46

A partir du 11<sup>ème</sup> mois, l'accroissement du nombre d'espèces par prélèvement se ralentit de manière très sensible, on peut alors considérer que les phases d'installation du peuplement sont dépassées.

Dès mars 1964 et ce, pour l'ensemble des groupes, on peut admettre que le retard de la Culée nord (5 mois d'immersion) par rapport à la Culée Sud (7 mois d'immersion), immergée un peu moins de deux mois plus tôt est rattrapé (Tab. 4). Ceci est, peut-être, en rapport avec le cycle d'installation des jeunes et la présence de surfaces nouvelles à coloniser ; cet aspect du problème n'a pas été approfondi. Cette constatation est le fruit de la comparaison des listes d'espèces et des nombres d'individus. On peut donc étudier les séries de prélèvements dans leur ensemble puisqu'en fait, seules les deux premières montrent des différences entre les Culées Nord et Sud.

Tableau 4  
Nombre d'espèces récoltées par prélèvement.

Séries	Revêtements										Total
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	19	25	20	13	13	22	25	18	19	10	57
2	28	25	27	14	35	41	39	30	39	12	94
3	29	31	29	26	38	37	42	36	30	18	78
4	47	37	29	42	46	41	49	42	38	25	103
5	47	36	42	39	41	32	42	42	34	29	99
6	50	54	48	42	53	54	54	44	40	37	113
7				42	44	47	52	47			
8	42	42	57	37	52	47	38	41	47	42	115
9	43	44	58	46	45	44	34	35	40	37	108
10	45	46	51	39	42	38	44	50	53	38	114

Si on étudie les courbes d'apparition des espèces en fonction du temps, on observe que, dès le mois de novembre 1964 75 % de l'ensemble des espèces a été récolté (fig. 2 et 3).

Il faut moins d'un an pour que le peuplement d'une construction artificielle, du type de celle décrite ici, ait franchi les divers stades d'installation et soit présent sous sa forme définitive qui ne variera plus sensiblement dans sa composition, et s'enrichira seulement de quelques rares espèces en fonction de l'arrivée de larves provenant de biotopes voisins.

SIMON-PAPYN (1965) a étudié, dans la même région, de petits substrats artificiels. Elle a aussi observé, dès le 7ème mois, le début de l'installation de ce qu'elle nommait le stade définitif, sans pouvoir, d'ailleurs, le définir biocénotiquement. Son expérience fut stoppée au 12ème mois, on ne peut donc savoir au bout de combien de temps l'accroissement spécifique du stade définitif s'est ralenti.

Je pense que, dans le cas de petits et de grands substrats durs artificiels, la période de préparation qui précède le stade définitif est du même ordre de grandeur elle ne correspond pas à la durée d'un cycle annuel, mais est plus courte.

#### b) Aperçu sur la distribution dans le temps de quelques espèces (Tab. 5)

Il n'est pas question, bien entendu, de passer en revue ici, les quelques 250 espèces déterminées au cours de ce travail. Nombreuses sont celles qui présentent un grand intérêt je ne prendrai, cependant, que quelques exemples :

1) **Spongiaires** — Les seuls Spongiaires vraiment bien représentés sont des *Sycon*, avec un net maximum dans les prélèvements sur la face inférieure.

2) **Coelentérés** — *Bougainvillia ramosa* est une espèce dont les colonies en plein développement se récoltent, surtout, sur les structures portuaires (comm. pers. J. Picard). Elle est bien représentée dans les séries de prélèvements 1 à 5 et a complètement disparu par la suite. Peut-être, est-ce une véritable espèce de salissures.

3) **Sipunculide** — On a récolté des *Phascolosoma granulatum* dans les prélèvements 9 et 10, c'est-à-dire à partir du moment où le peuplement atteignait sa complexité maximale avec des cavités, des poches de sédimentation, des strates multiples et enchevêtrées.

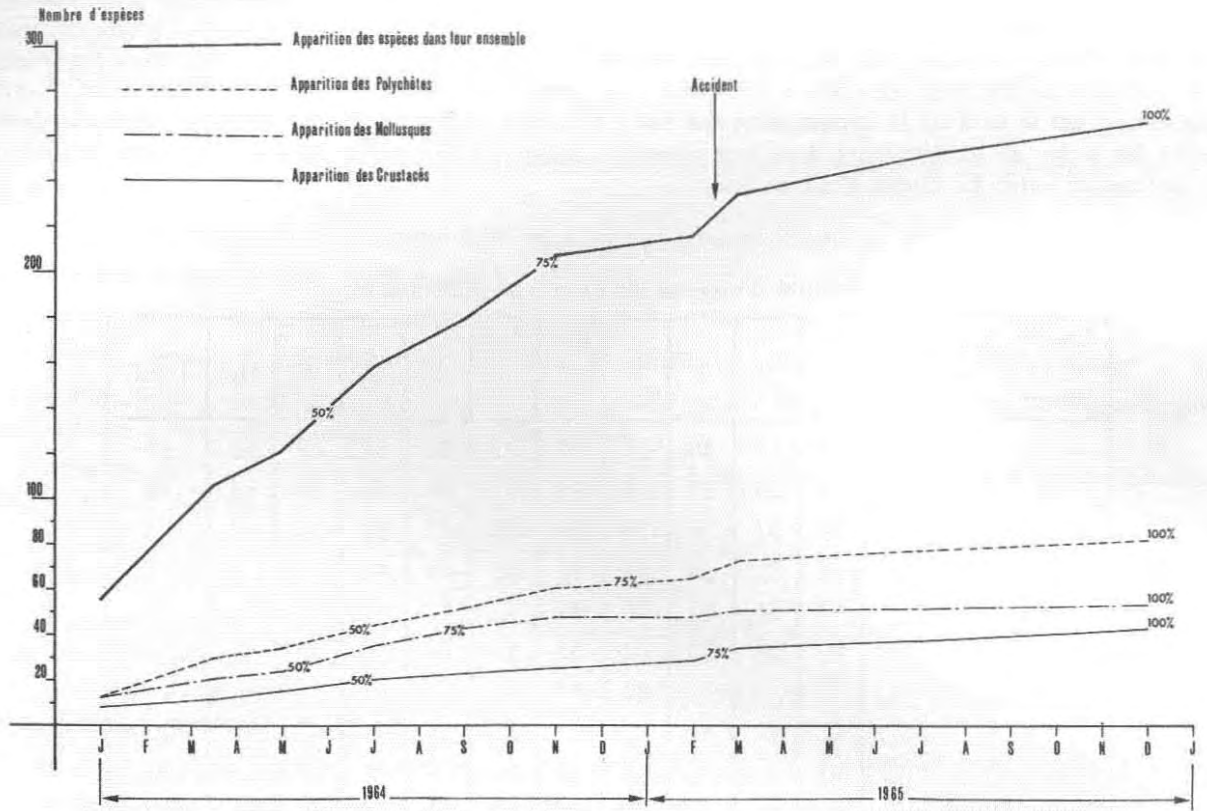


Figure 2 – Courbe d'apparition des espèces en fonction du temps.

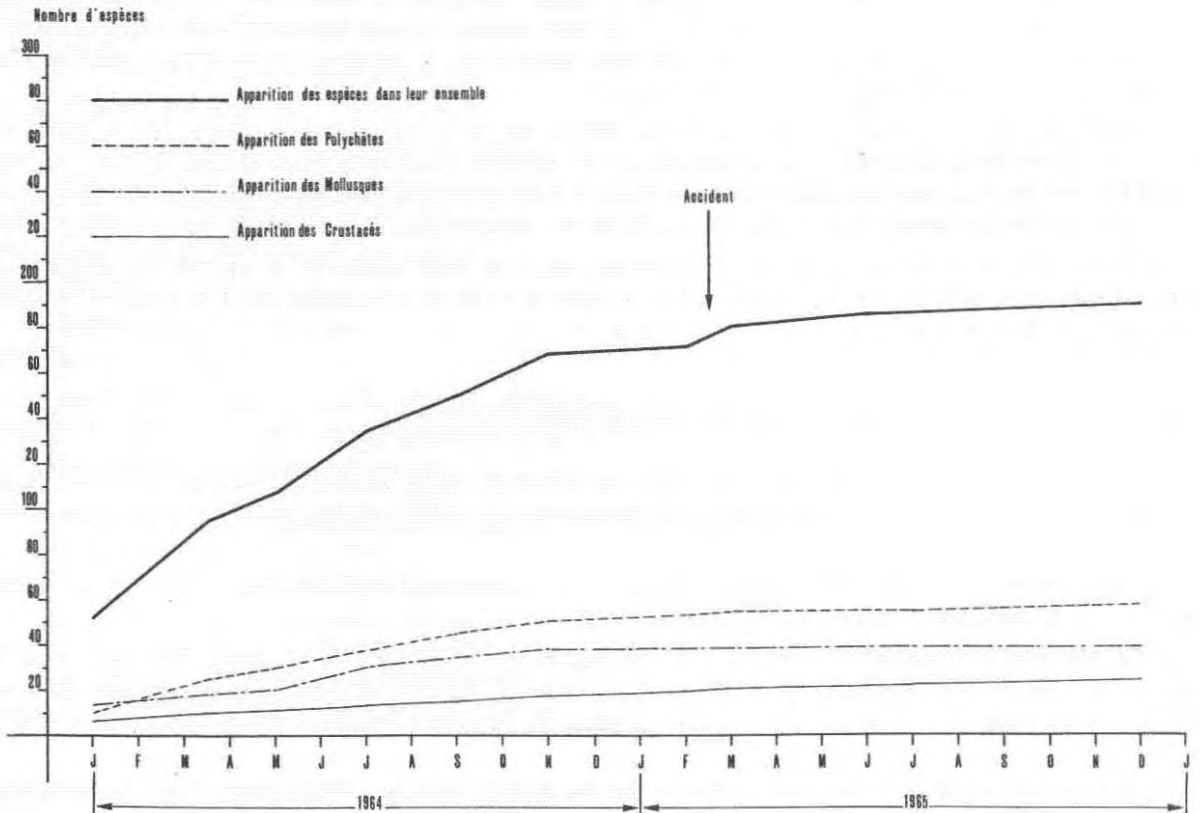


Figure 3 – Courbe d'apparition des espèces dont la  $P > 1$ , en fonction du temps.



4) Polychètes(\*) – (Fig. 4) Dès la 1ère série de prélèvements, 12 espèces étaient déjà présentes, parmi celles-ci, 10 auront, par la suite, un degré de présence supérieur à 1 et 8 seront présentes jusqu'à la fin de l'étude. Parmi ces espèces, il faut citer les trois Serpulidae *Pomatoceros triqueter*, *Spirobranchus polytrema* et *Serpula vermicularis* qui prennent une grande importance sur toutes les structures sous-marines de ce type. Nous citerons aussi, comme intéressante, l'espèce *Scalisetosus pellucidus*, exemple d'espèce qui se maintient tout au long de l'étude et dont le maximum se situe dès la 2ème série de prélèvements.

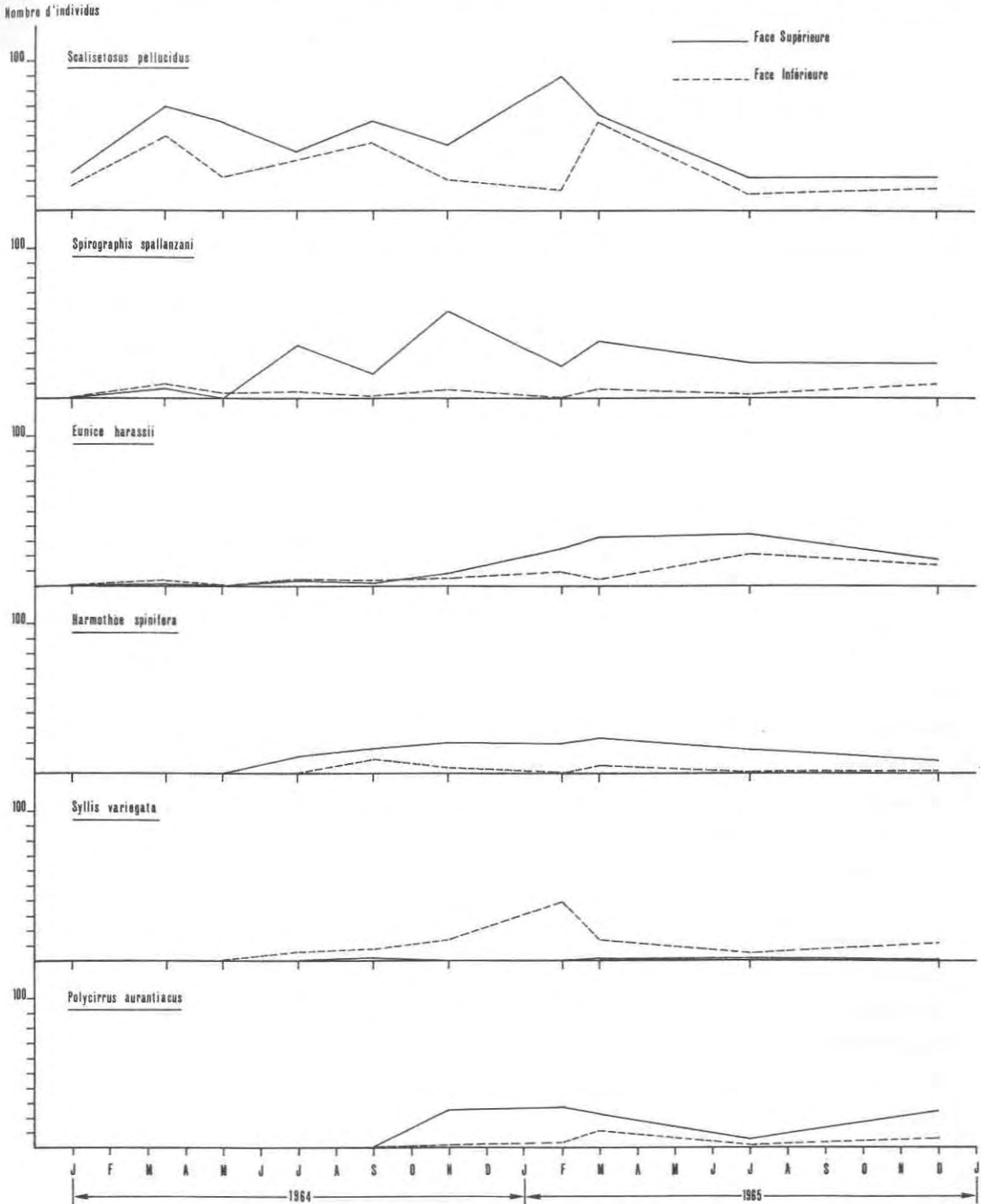


Figure 4 – Distribution de quelques espèces de Polychètes.

(\*) Je tiens à remercier J. PICARD et G. BELLAN qui ont déterminé, respectivement, les Coelentérés et les Polychètes.

Tableau 5  
Apparition des espèces en fonction du temps

Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Algues</b>										
<i>Dictyopteris membranacea</i>										
<i>Colpomenia sinuosa</i>										
<i>Enteromorpha</i> sp.										
Germinations indét.										
<i>Padina pavonia</i>										
<i>Ulva lactuca</i>										
<i>Chaetomorpha</i> sp.										
<i>Dictyota dichotoma</i>										
<i>Aostabularia mediterranea</i>										
<i>Codium</i> sp.										
<b>Spongiaires</b>										
<i>Sycon</i> sp.	0,3	0,3	0,1 0,4	1,1 43,3	1,3 76,0	0,1 13,9	0,2 2,0	8,8 24,2	6,0 9,8	5,0
Espèce indéterminée										
<b>Coelentérés</b>										
Espèce indéterminée										
<i>Bougainvillia ramosa</i>										
<i>Clytia gravieri</i>										
<i>Tubularia mesembryanthemum</i>										
<i>Aglaophenia octodonta</i>										
<i>Eudendrium</i> sp.										
<i>Plumularia setacea</i>										
<i>Hypsorophus quadratus</i>										
<i>Eudendrium capillare</i>										
<i>Sertularella ellisi</i>										
Actinie indét.										
<i>Obelia dichotoma</i>										
<i>Clytia gracilis</i>										
<i>Halecium mediterraneum</i>										
<i>Tubularis</i> sp.										
<i>Halecium tenellum</i>										
<i>Halecium lankesteri</i>										
<i>Phellia elongata</i>										
<i>Alcyonium coralloides</i>										

- 1 ; 2 ; 3 ; ... séries de prélèvements.

- dans chaque colonne, la longueur du cadre est proportionnelle au degré de Présence.

- le cadre supérieur correspond à la face supérieure

- le cadre inférieur correspond à la face inférieure

- les nombres dans les cadres correspondent à l'abondance moyenne de l'espèce dans chaque série de prélèvements.

Tableau 5 (suite)

Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Bryozoaires</b>										
<i>Scrupocellaria reptans</i>										
<i>Aetea</i> sp.										
<i>Bugula</i> sp.										
Espèce indét.										
<i>Savignyella lafontii</i>										
<i>Bugula neritina</i>										
<i>Crisia</i> sp.										
<i>Pediceлина nutans</i>										
<i>Pediceлина cernua</i>										
<i>Mimosella verticillata</i>										
<b>Planaires</b>										
<i>Leptoplana tremellaris</i>	0,2 0,1	0,3 2,2		0,6	0,7 0,3			0,2		
Espèce indét.	0,1	0,1	0,1 0,2		0,1 0,3	0,7 0,6		0,1		
<b>Sipunculides</b>										
<i>Phascolosoma granulatum</i>									0,1 0,1	0,9
<b>Polyhètes</b>										
<i>Soalisetosus pellucidus</i>	2,5 1,8	7,1 5,0	6,1 2,2	4,1 3,5	6,2 4,7	4,5 3,2	9,8 1,4	6,4 5,9	2,5 1,1	2,2 1,5
<i>Spirobranchus polytremas</i>	1,1 29,6	3,8 47,4	18,3 38,1	5,0 47,0	8,0 17,0	12,0 35,0	42,0 42,0	19,6 8,0	5,4 7,8	1,2 7,2
<i>Pomatoceros triquetus</i>	0,4 7,9	3,1 55,1	17,1 8,5	42,6 59,0	58,1 40,0	84,0 25,0	80,0 32,0	69,6 70,0	91,5 34,0	43,1 34,5
<i>Nereis rava</i>	6,4	15,3 0,5	27,0 0,2	34,9 0,3	4,0 0,1	38,7 0,1	3,8	2,2 3,3	5,6 0,8	3,1 0,1
<i>Polyophtalmus pictus</i>	4,8	3,6	12,6		0,1	0,4	1,4	2,9	5,2	0,7
<i>Hydroides norvegica</i>	0,7 10,9	0,5 1,7	5,0 4,2	2,0 2,2	0,2 0,1	0,4 1,4		0,1	0,1	
<i>Serpula vermicularis</i>	17,4	11,0	0,6 13,5	6,6 5,2	1,0 1,5	11,4 18,3	0,4 24,2	3,1 9,4	5,3 41,0	0,3 4,2
<i>Platynereis dumerilii</i>	6,4	13,4	2,3	1,1		0,1		0,6	4,2 0,2	1,1 0,1
<i>Ceratonereis costae</i>	0,4			0,4 0,2		0,1 0,1	0,9	1,3 0,7	0,8 0,1	1,3 0,7
<i>Serpula concharum</i>	0,3				1,0			0,1	0,1	
<i>Syllis variegata</i>		0,7 1,0	0,3	3,6 0,5	1,7 0,2	5,8 0,8	2,2	3,8 0,7	2,4 0,3	2,3 0,9
<i>Harmothoe spinifera</i>		0,2 0,3		0,5 0,4	0,2 0,4	0,9 0,6	2,3 1,0	3,3 0,5	3,4 2,2	1,8 1,5
<i>Nicoles venustula</i>		11,8 1,4	10,7	3,1 0,7	0,1	1,5 0,3	1,0	0,3		0,2 0,2
<i>Platynereis coccinea</i>		0,1		6,2	0,4		3,8	5,0 2,6	0,1	0,2 0,1
<i>Lysidice ninetta</i>		0,1		1,2	3,0 0,7	1,5 0,5		0,9 0,1	0,4	0,2
<i>Kefersteinia cirrata</i>		1,6 0,1	9,6 0,1		0,1 0,3	2,2 0,8	2,6		0,4	
<i>Chaetopterus variopedatus</i>		0,4	0,8	0,4	2,9	1,4 0,2				0,1
<i>Syllis prolifera</i>		0,3	0,1	0,8 0,1		0,3 0,1				0,3

Tableau 5 (suite)

Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Lumbriconereis coccones</i>		0,1			0,1		0,4		0,4	1,8
<i>Potamilla torellii</i>		0,1 0,1	0,8	0,2 1,1				0,2		
<i>Perinereis cultrifera</i>		0,1			0,1				0,1	0,4
<i>Protula intestinum</i>		1,0		1,1						
<i>Vermiliopsis infundibulum</i>		1,0	0,3							
Spionidien indét.		0,1					0,1			
<i>Oridia arxandi</i>		0,2								0,3
<i>Agmatatus ampulliferus</i>		1,2								
<i>Syllis armillaris</i>			0,2	2,2 0,2	0,7 0,1		0,2 0,1	0,5 0,1		0,5 0,7
<i>Eunice sphaerotois</i>			0,1	2,3 1,7	0,5	0,6	0,6		0,1	
<i>Salmacina dysteri</i>			2,0	1,0 60,0	2,0	6,0	3,0	5,0 1,0		
<i>Potamilla reniformis</i>			0,2	0,1		0,1				
<i>Eunice harassii</i>				1,2	1,7 1,0	2,1 0,4	2,0	2,2 0,6	1,5 0,1	0,8 0,2
<i>Pirographis sp. Banzani</i>				0,7	0,3 0,8	1,5	4,0	0,2 1,5	0,2 0,5	0,1 1,2
<i>Syllis hyalina</i>				2,3	0,5 0,5	0,8 0,5			0,1 0,1	0,3 0,4
<i>Amphitrite rubra</i>				0,7 1,0	2,7 0,4	0,3		0,2		0,3
<i>Trypanosyllis zebra</i>				0,2 0,1						0,1
<i>Jasminoire elegans</i>				1,0				0,1		
<i>Dasychone bombyx</i>				0,1				0,1		
<i>Amphiglena mediterranea</i>				0,4 0,2						
<i>Nereis zonata</i>					14,7 0,5			0,7	1,1	0,5
<i>Lepidonetus clava</i>					0,1	0,5 0,2		0,3		1,5
<i>Syllis krohnii</i>					1,7 0,5	0,2 0,1			0,1	
<i>Harmothoe sp.</i>					0,2	0,1		0,1 0,6		
<i>Cirratulus cirratus</i>					0,1	0,2				
<i>Glycera tessellata</i>					1,4					0,2
<i>Polycirrus suranticus</i>						2,6 0,2	2,4 0,4	2,3 1,2	0,7 0,2	2,5 0,7
<i>Chrysopetalum debile</i>						0,3	0,1	1,4 0,3	0,3 0,1	2,8 0,8
<i>Salmacina sp.</i>						1,0	2,0			
<i>Nereis hircinicola</i>						0,2		0,4		
<i>Syllis vittata</i>						0,3 0,1				
<i>Marphysa fallax</i>							0,4	0,4	0,2 0,2	0,5 0,4
<i>Syllis gracilis</i>							0,3			0,1
<i>Eulelia viridis</i>								0,1	0,1 0,1	0,5 0,1
<i>Staurocephalus rubrovittatus</i>								0,1 0,5		0,1

Tableau 5 (suite)

Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Polydora</i> sp.									0,1 0,1	
<i>Pholoe minuta</i>										0,4
<b>Mollusques</b>										
<i>Mytilus galloprovincialis</i>	0,2	0,8 2,1	2,9 4,0	13,5 30,5	22,0 11,9	11,2 10,5	8,8 3,0	28,2 14,3	8,8 36,8	8,7 20,8
<i>Rissoa</i> sp.	11,6 0,3	2,1	0,4	0,6 0,2	0,2	3,3	5,2	1,1 0,6	4,0 0,7	0,3
<i>Trivia</i> sp.	0,3	1,1 0,1	3,4	0,1	9,7 1,2	19,8	8,0	3,2 0,5	0,7	2,1
<i>Chlamys varia</i>	0,6 0,2		1,7 1,0	1,3 1,1	5,9 1,8	0,6 1,3	1,6 2,0	1,6 0,8	0,5 0,7	1,2 1,1
<i>Musculus costellatus</i>	2,0	6,9 0,6	3,7 0,6	0,6 1,9	2,1	6,5 7,3		4,7 3,5		
<i>Anomia ephippium</i>	109,4 20,7	134,9 32,7	70,6 25,2	134,6 18,0	72,4 20,5	6,0 4,4	16,8 3,6	23,3 7,0	11,8 4,4	10,2 2,0
<i>Chlamys opercularis</i>	0,2	3,9 1,0	1,0 0,2	2,7 1,7	0,3 0,3		0,4	0,1	0,2 1,1	
<i>Chlamys flexuosa</i>	0,3	0,5	0,6	0,5	0,8 0,1	0,2		0,1 0,1	0,1	
<i>Trivia europaea</i>	0,7 0,1	0,6		3,1					0,9	0,8
Nudibranche indét.	0,1	0,3	0,2				20,4 10,2			0,4 0,3
Gastéropode indét.	0,2			1,5	1,5	0,1		0,1		
<i>Cingula</i> sp.	0,1			0,2						
<i>Hiatella rugosa</i>		1,2	29,5 2,6	341,5 44,0	298,1 32,6	250,4 22,9	296,2 22,6	296,1 65,5	224,5 16,9	179,3 11,4
<i>Ostrea edulis</i>		0,1		0,1	0,2	0,1 0,3	0,4 0,2	1,1 0,4	0,5 0,3	0,2 0,2
<i>Cardium exiguum</i>		0,3	2,5		0,5	0,3	0,6	0,1		
<i>Chlamys</i> sp.		0,1 0,2		0,3	0,1					0,1
<i>Chlamys multistriata</i>		0,1 0,3	0,3	0,3						
<i>Aplysia roseni</i>		0,1				0,1	0,2			
<i>Lima</i> sp.		2,0	4,7 0,1							
<i>Musculus marmoratus</i>			14,2 0,9	86,3 8	111,0 16,1	88,4 9,2	99,6 9,8	82,7 23,3	72,6 26,6	45,7 20,1
<i>Pteria hiruudo</i>		0,1		0,1						
<i>Lima hians</i>				26,1 0,3	24,1 8,3	38,9	18,6	8,9 1,9	9,4 0,3	5,9
<i>Nassa incrassata</i>				7,7 0,2		2,7 0,3	0,4 0,2	0,3	1,0	
<i>Pecten jacobus</i>				0,5	0,3	0,2	0,4	0,3 0,3	0,3	
<i>Rissoa ventricosa</i>				8,3	3,4 0,1	1,7			0,7	0,1
<i>Rissoa violacea</i>				0,5	0,1					0,4
<i>Rissoa guerinii</i>				0,1						2,2
<i>Cardium papillosum</i>				5,2	0,3					
<i>Cardium paucicostatum</i>				1,4	1,6					
<i>Calliostoma</i> sp.				0,1					0,1	
<i>Nassa</i> sp.					0,4	0,1				0,1
<i>Cardium echinatum</i>					0,1	0,8				

Tableau 5 (suite)

Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Ocinebra</i> sp.					1,3 0,2					
<i>Ocinebra edwardsi</i>					0,6 0,2					
<i>Bittium</i> sp.						0,7	2,0	0,2 0,3		
<i>Acanthochiton discrepens</i>						0,1	0,2	0,1		
<i>Cliathrella linearis</i>						0,8		0,1		
<i>Nassa reticulata</i>								1,1		
<i>Bittium reticulatum</i>								2,6	3,1	2,8
<b>Pycnogonides</b>										
<i>Anoploactylus cf. virescens</i>	0,3 0,4	0,1 1,0				0,2 5,3	0,4	0,5	0,1 0,7	0,2
<i>Tamystylum orbiculare</i>	0,1			0,2	1,2	0,4 9,1	0,4 9,6	4,9	4,0	4,2
<i>Endeis spinosa</i>			1,2	3,0	2,5					
<i>Trypaeus communis</i>				0,2	0,1		2,6 21,4	2,0 9,8	10,4	3,9
<b>Crustacés</b>										
<i>Balanus amphitrite</i>	0,8 4,0	5,8 14,0	8,4 22,8	0,7 9,5	0,3					
<i>Balanus perforatus</i>				3,0	2,2	0,2 2,0	4,2	1,2 0,9	0,1 5,2	1,0 2,8
<i>Balanus</i> sp.				4,0 10,7	6,0 12,1	3,5 5,8	3,2 16,2	5,1 2,9	0,5 5,4	1,6 6,1
<i>Jassa falcata</i>	0,1 1,5		0,7 3,6				0,6 31,2	73,1 73,7	391,7 557,7	22,1 450,9
<i>Stenothoe valida</i>	0,3	4,7		0,7	0,1	16,0	9,3 3,6	3,2 39,3	5,8	5,7 12,5
<i>Erichthonius brasiliensis</i>	9,1	9,2 20,8	21,4	10,2 24,7	7,9 6,7	10,9 44,5	4,4 89,9	0,5 55,3	0,9	0,1 13,1
<i>Caprella aequilibrans</i>	0,2 3,6	11,6 1,3	0,4 0,1		0,3					1,7
<i>Dexamine spiniventris</i>	0,1							0,1	0,1	
<i>Phisica marina</i>		0,1	0,8			1,9 5,1	3,0 0,8	6,8 4,9	10,2 11,6	1,4 0,9
<i>Caprella</i> sp.		0,1	0,1				0,2	0,2		0,1
<i>Caprella liparotensis</i>			7,8	0,2			2,0	10,0 16,9	7,3 18,9	0,1 2,3
<i>Pseudoprotella phasma</i>						4,1	9,2 13,2	32,0 11,7	10,3 14,9	1,2 17,5
<i>Stenothoe spinimana</i>						4,7	0,6 2,4	0,1 3,3	0,4	
<i>Aora typica</i>						0,9	2,2 11,2			
<i>Stenothoe marina</i>							1,4 4,6			0,2
<i>Eurystheus maculatus</i>								2,7 0,3	39,8 75,8	0,7 15,7
<i>Eurystheus</i> sp.								489,5 116,2		3,8
<i>Caprella acanthifera</i>								1,4 0,4		
<i>Jassa</i> sp.								0,6		
<i>Eurymone aspersa</i>		0,1	0,1	0,4 0,3	0,4 0,1	0,1		0,4	0,2	0,4
<i>Pilumnus hirtellus</i>		0,1	0,1	0,1	0,3	0,2 0,1	0,5 0,1	0,3 0,6	0,3 0,4	0,4 1,0

Tableau 5 (fin)

Espèces	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>Crevette indét.</i>				0,1		0,4		0,1	0,1	
<i>Achaeus cranchii</i>						0,5 0,1		0,1	0,2	1,3
<i>Acanthonyx lamulatus</i>									0,2	0,1
<i>Xantho sp.</i>									0,1 2,0	
<i>Thorulus cranchii</i>										0,4 0,2
<i>Porcellans longicornis</i>										9,8 15,5
<i>Athanas nitescens</i>										0,4
<i>Mysis sp.</i>	0,1								0,1	
<b>Echinodermes</b>										
<i>Amphipolis squamata</i>	0,1					0,1	0,4	0,3 0,2	1,4	7,5 2,6
<i>Paracentrotus lividus</i>		1,4	0,1	0,8	2,6 0,3	2,1 0,1	2,8 0,6	1,3 0,3	1,1 0,1	1,1
<i>Antedon mediterranea</i>		0,2				0,2				0,1 0,3
<i>Ophiothrix fragilis</i>			0,4	0,2 0,2	0,3				0,9 0,1	1,2 0,5
<i>Arbacia lixula</i>			0,1					0,1	0,1	0,2
<i>Psammochinus microtuberculatus</i>					0,1	0,1 0,1	0,2	0,1		
<i>Ophiopeltis arenae</i>						1,4				
<i>Cucumaria sp.</i>								0,1		0,1 0,1
<b>Tuniciers</b>										
<i>Diplosoma gelatinosum</i>										
<i>Ascidia mentula</i>	3,4	2,1		0,1 4,8	2,5 3,1	1,3	0,2	1,3	1,3	7,6
<i>Ascidella pellucida</i>	0,1 1,6						0,1			
<i>Phallusia mamillata</i>		0,1 0,5	0,5	0,4	1,1	0,5	1,4	0,1 0,6	1,3	0,1 1,5
<i>Clavellina lepadiformis</i>		0,1		1,0	0,1	0,1 0,3	0,2 0,2	0,2	0,1 1,3	
<i>Ciona intestinalis</i>		0,1	0,3 3,8						0,5	
<i>Didemnum maculatum</i>										
<i>Pyura corallina</i>				0,1	0,2	0,3		0,3	0,1 0,1	
<i>Pyura sp.</i>				0,1				0,1		0,8
<i>Cteniceella appendiculata</i>				0,4						
<i>Espèce indét.</i>					0,1		0,2	0,1 0,1		0,5

*Hydroides norvegica* est une espèce qui apparaît au tout début de l'opération, qui atteint rapidement son maximum et qui disparaît presque totalement dès la fin de la première année d'immersion ; c'est, à mon avis, un parfait exemple d'espèce des salissures.

Au cours de la 2ème série de prélèvements, nous avons encore récolté 18 espèces de Polychètes, 15 d'entre elles auront un degré de présence supérieur à 1 et 9 d'entre elles seront récoltées lors de la dernière série de prélèvements.

Les autres espèces ont été recueillies au cours des prélèvements successifs à raison de 4 à 9 espèces chaque fois. Les espèces telles que *Eunice harassii*, *Spirographis spallanzani* (qu'on récolte surtout à la face inférieure), *Polycirrus aurantiacus* apparaissent échelonnées dans le temps et se maintiennent jusqu'à la fin de l'opération.

5) **Mollusques** – (fig. 5) *Hiatella rugosa* a été très abondamment récoltée. Elle est apparue représentée, seulement, par quelques exemplaires dans la 2ème série de prélèvements. Elle atteint son maximum dès la 4ème série et n'a plus varié dans de grandes proportions, par la suite :

Séries	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nbre FS	0	12	295	3 115	2 081	2 504	2 962	2 961	2 245	1 793
Ind. FI	0	0	26	440	326	229	226	655	169	144

*Musculus marmoratus* et *Lima hians* n'apparaissent que lors des séries 3 et 4, mais se retrouveront jusqu'à la fin de l'expérience, avec des abondances à peu près constantes.

6) **Crustacés** – Nous observons une belle succession de Balances (fig. 6) :

Séries	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<i>B. amphitrite</i>										
Nbre FS	8	58	84	7						
ind. FI	40	140	228	95	3					
<i>B. perforatus</i>										
Nbre FS					2	2		12	1	15
ind. FI				3	22	20	42	9	52	28
<i>Balanus sp.</i>										
Nbre FS				40	60	35	32	51	5	16
ind. FI				107	121	58	162	29	54	61

Lorsque le stade d'installation avec *Balanus amphitrite* fait place au stade définitif, on voit apparaître, puis se développer *Balanus perforatus*, espèces des substrats durs naturels à des profondeurs comparables, tandis que *B. amphitrite* disparaît. La *Balanus sp.* (*Balanus cf. calceolatus* ?) est une troisième espèce en cours d'étude.

Il est, aussi, nécessaire de remarquer le grand développement que prennent les Amphipodes à partir de la 6ème série de prélèvements :

Séries	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nbre espèces	5	5	6	3	3	6	10	13	10	10
Nbre FS	4	209	19	2	19	137	306	6 259	4 593	314
ind. FI	245	269	330	256	71	744	1 639	3 243	6 899	5 148

7) Le peuplement, dans son ensemble, se présente sous la forme d'un épais manchon, qualitativement et quantitativement différent à la face supérieure et à la face inférieure : maximum d'Algues, Mollusques et Echinodermes à la face supérieure, maximum de Spongiaires, Bryozoaires et Ascidies à la face



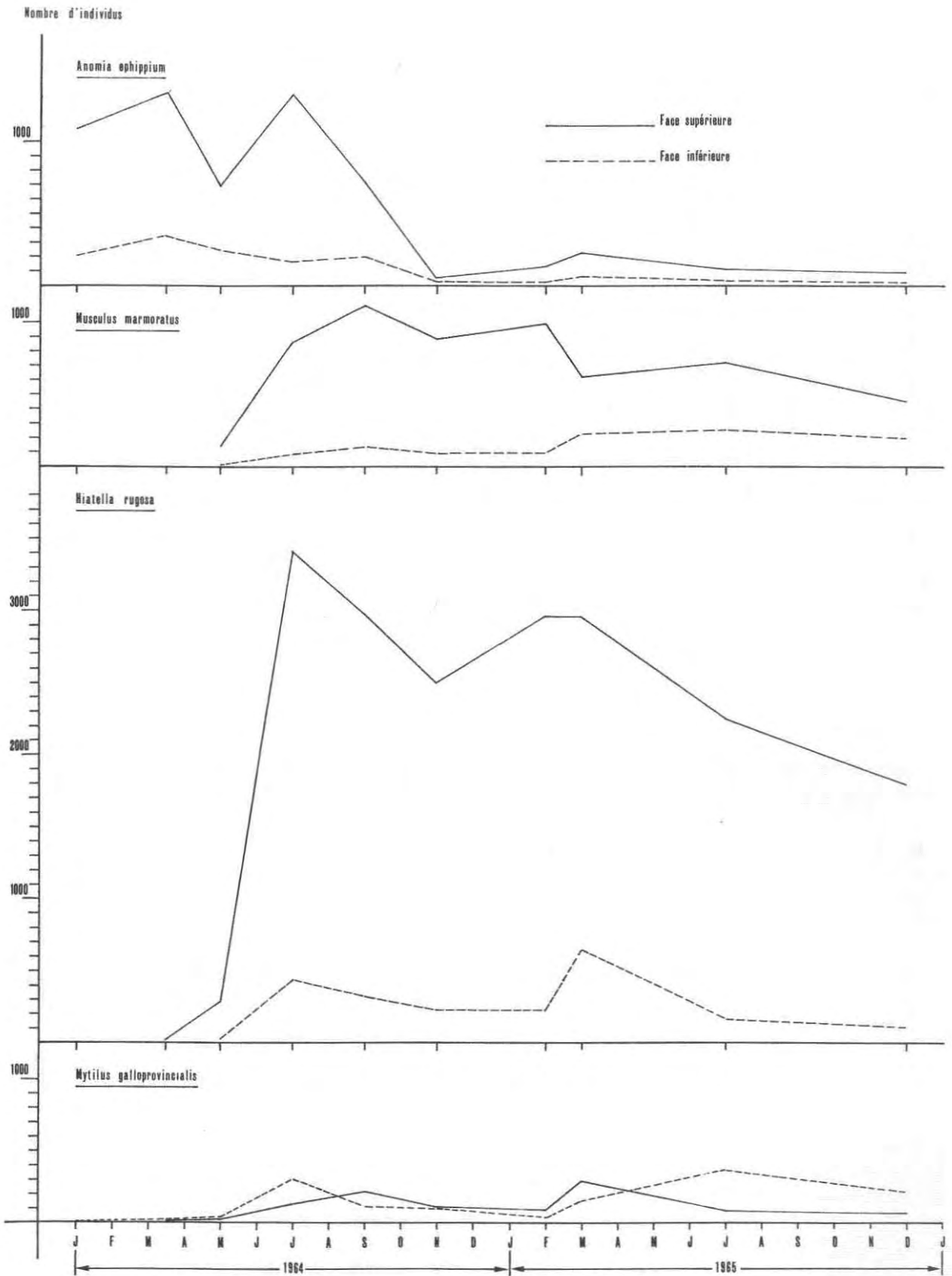


Figure 5 - Distribution de quelques espèces de Mollusques.

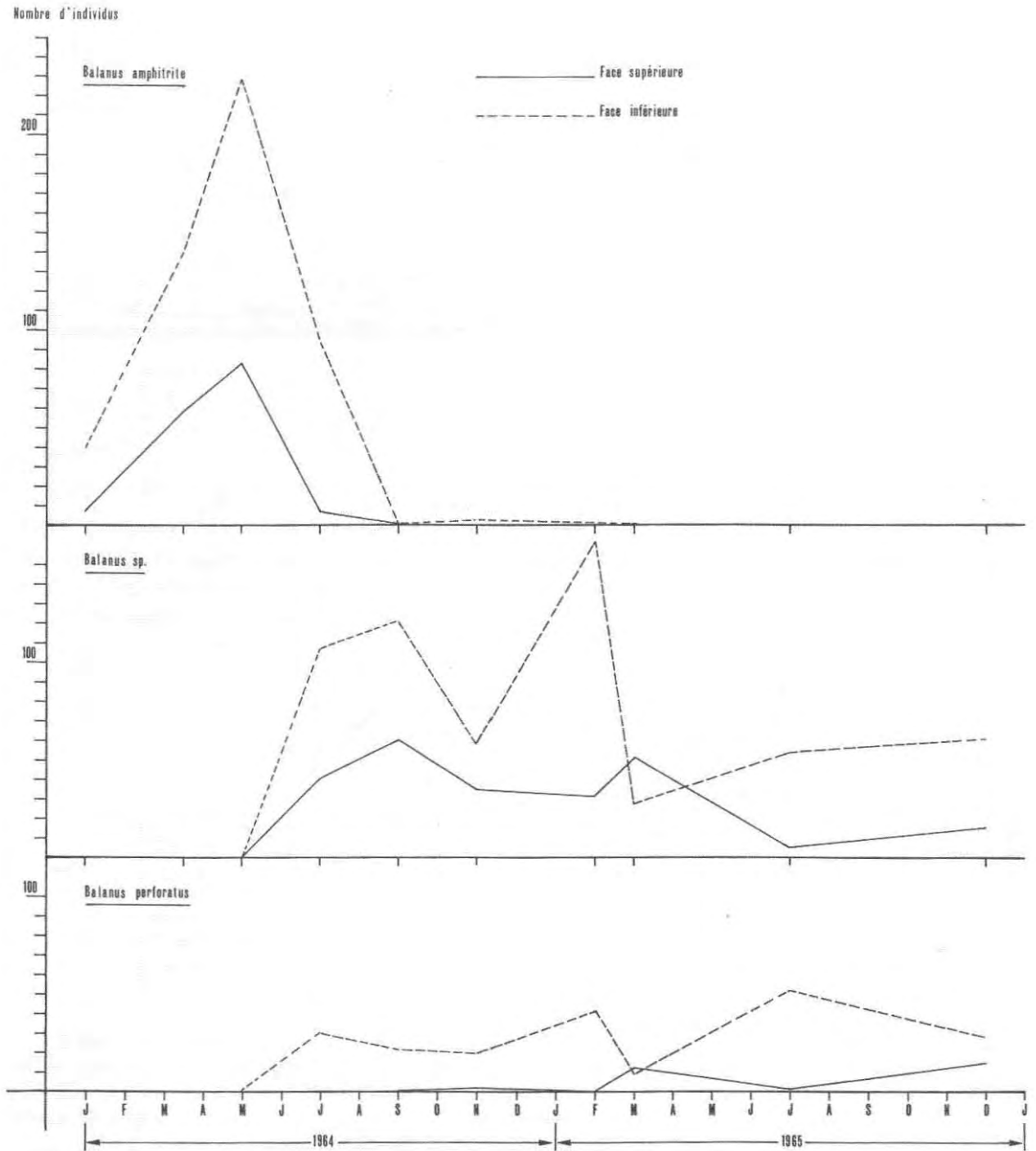


Figure 6 — Distribution de quelques espèces de Balanes,

inférieure. Les Polychètes semblent équitablement réparties ; certaines espèces caractéristiques de la Bio-cénose des Algues photophiles se récoltent presque exclusivement à la face supérieure (*Platynereis dumerili* *Polyophthalmus pictus*), par contre les espèces telles que *Spirographis spallanzanii* et *Eunice aphroditois* que l'on rencontre beaucoup plus profondément, ont été presque exclusivement recueillies à la face inférieure (tab. 6).

#### IV – ESSAI D'INTERPRETATION BIOECENOTIQUE DES STRUCTURES ARTIFICIELLES IMMERGEES

Ainsi que nous l'avons vu précédemment, les conditions qui règnent autour de cette structure artificielle ne se rencontrent pas, dans leurs variations et dans leurs interactions, en position naturelle. Elles créaient donc, avec le substrat artificiel, un milieu que l'on doit, aussi, qualifier d'artificiel.

Tableau 6

Séries	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Mollusques	1 252	1 547	1 364	6 352	5 563	4 332	4 594	4 348	3 401	2 764
	217	363	354	1 066	891	568	432	1 186	883	559
Echinodermes	—	14	1	10	29	39	34	19	35	99
	1	2	5	2	4	2	6	5	3	34
<i>Sycon sp.</i>	—	—	1	11	13	1	2	86	6	—
	3	3	4	433	780	138	20	242	98	52
Polychètes	233	627	1 108	894	1 108	1 687	1 634	1 331	1 327	723
	641	1 270	701	1 832	731	976	1 158	1 086	894	559
<i>Platynereis dumerili</i>	64	124	23	11	—	1	—	6	42	11
	—	—	—	—	—	—	—	—	2	1
<i>Polyopthalmus pictus</i>	48	36	126	—	1	4	7	29	52	7
	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
<i>Eumice aphroditois</i>	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—
	—	—	1	23	17	6	3	—	—	—
<i>Spirographis spallanzani</i>	—	—	—	—	3	—	—	2	2	1
	—	—	—	7	8	15	20	15	6	12

Pour chaque espèce ou groupe zoologique, le nombre supérieur correspond au nombre total d'individus récoltés sur la face supérieure du tuyau dans chaque série de prélèvements ; le nombre inférieur correspond aux individus récoltés sur la face inférieure.

Si l'on essaie d'interpréter biocénotiquement les listes d'espèces récoltées sur la structure immergée qui nous intéresse et ce, à la lumière de nos connaissances sur la distribution des espèces dans les biocénoses établies dans le secteur d'immersion du tuyau, nous remarquons qu'au terme de deux années d'étude, le milieu qui nous intéresse est, spécifiquement, un des plus riches que nous connaissions et qu'il contient des espèces caractéristiques ou préférentielles de la plupart des biocénoses environnantes (tab. 6). Ces espèces ne peuvent d'ailleurs, en aucun cas, être considérées comme des accidentelles. Pour chacune, plusieurs exemplaires ont été récoltés. Les stocks les plus importants sont ceux correspondants aux deux biocénoses de substrat dur individualisées : Algues photophiles et Coralligène et aux espèces préférentielles de la zone intermédiaire appelée par M. LEDOYER (1968) Algues photophiles profondes, mais sur laquelle on n'a pas suffisamment de données pour caractériser une biocénose.

Nous avons, dans l'installation du peuplement d'une grande structure immergée, un stade préparatoire correspondant au maximum de développement des espèces des salissures biologiques que l'on récolte, en général, dans les ports (KAWAHARA, 1962, 1963 ; ARIAS y MORALES, 1963, FRANCO, 1964, RELINI, 1966, TARAMELLI-RIVOSECCHI e CHIMENZ-GUSSO, 1968 ; PERSOONE et De PAW, 1968), les plus importantes parmi celles récoltées étant : *Hydroides norvegica*, *Balanus amphitrite*, *Ciona intestinalis*, *Caprella aequilibra*, *Bougainvillia ramosa*. Ensuite, correspondant au déclin des espèces des "salissures", s'installe et se développe un deuxième stade très complexe, contenant tous les éléments susceptibles de vivre et de se développer dans les différentes conditions de milieu réunies au niveau de la structure. Ce stade définitif n'est pas définissable biocénotiquement. En effet, on ne saurait dire du substrat artificiellement immergé qu'il corresponde à la définition du biotope "aire géographique de surface ou de volume variable soumise à des conditions dont les dominantes sont homogènes", le caractère d'homogénéité n'étant pas respecté.

D'autre part, le peuplement que nous avons étudié ne correspond pas davantage à la définition de la bio-cénose "qui correspond à certaines conditions moyennes du milieu". Il semble que l'on se trouve, ici, dans un des rares cas où les conditions sont différentes en chaque point et où le peuplement ne peut atteindre un stade d'équilibre (tout au moins à l'échelle de nos mesures) ; on assiste alors à la constitution d'une juxtaposition de micromilieus permettant l'installation d'espèces ayant des exigences fondamentalement différentes et, souvent, sans interaction évidente entre elles.

Ceci pose, d'autre part, le problème de la définition des "salissures biologiques" ("biofouling") et des espèces qui le constituent. La définition du "fouling", donnée dans "Marine Fouling and its prevention" est : "Fouling results from the growth of animals and plants on surface of submerged objects". En fait, comme nous venons de le voir, il y a deux stades successifs dans les peuplements de substrats immergés. Je pense qu'il ne faut appeler "fouling" que le stade préparatoire qui est, d'ailleurs, le seul que l'on retrouve sur les structures portuaires où il se trouve enrichi par un stock d'espèces liées directement à la pollution et appauvri par l'absence des espèces "pionnières" ne vivant qu'en pleine eau.

## V - REMARQUES

1) La diversité des revêtements est apparue dès le début de l'expérience comme pratiquement sans influence sur le peuplement, à l'exception des revêtements 9 et 10 renfermant des produits antissalissures dont l'efficacité fut d'ailleurs différente. L'action antifouling du revêtement 9 était terminée en janvier 1964 soit moins de deux mois après l'immersion ; l'action antissalissure du revêtement 10 était encore sensible à la fin 1964 soit au bout d'un an d'immersion.

2) On constate, pour un certain nombre d'espèces, un développement particulièrement important. Certains Mollusques ; tels *Ostrea edulis*, *Musculus marmoratus* atteignent, dans la plupart des prélèvements, des tailles géantes. Ceci semble en liaison directe avec la position en pleine eau du support, provoquant une oxygénation et un apport de nourriture favorable à la croissance de ces espèces. Peut-être existe-t-il aussi un rapport avec la forme du substrat qui laisse un volume vital plus vaste que ne le ferait un substrat plat. Ces constatations ne sont pas nouvelles, certains auteurs ont déjà signalé (TRUE, 1964) l'importance de l'accroissement de l'espace vital dans le développement des individus. Néanmoins, je crois qu'il est important de signaler ce fait sur des structures du type de celle étudiée ici.

3) Il paraît nécessaire de signaler que nous avons trouvé, dans le stade préparatoire ou pionnier, les espèces de salissures. Ces espèces ont été, essentiellement, signalées sur des carènes des pontons, des bouées, la plupart du temps dans des zones portuaires, en eau polluée. Il ressort de ce travail que les espèces des "salissures biologiques", ainsi que je le signalais déjà en 1969, vivent aussi sur des substrats artificiels, en eau pure. Elles sont davantage liées à la nature du substrat qu'à la qualité de l'eau, ce qui paraît être un caractère favorable au cosmopolitisme de ces espèces, elles supportent, en effet sans dommage, les transits sur les carènes, d'un port à un autre.

## VI - CONCLUSIONS

Dix séries de prélèvements, effectuées au cours de deux années, sur une structure de grande taille, immergée entre 17 et 19 m, au dessus de fond de 60 m, nous ont permis de récolter 269 espèces, ce qui représente un nombre important. Les Polychètes sont les plus abondantes avec 31,2 % des espèces, puis viennent les Mollusques avec 20,1 % et enfin, les Crustacés avec 16 % des espèces dénombrées. On a remarqué que, dès le 7ème mois d'immersion, plus de 50 % des espèces avaient été récoltées et qu'en moins d'un an tous les stades d'installation étaient dépassés et avaient laissé place à un peuplement "définitif" qui s'est maintenu toute l'année suivante et même au delà, en s'enrichissant à un rythme très lent.

Les peuplements de la face supérieure du tuyau et ceux de la face inférieure présentent de nettes différences : maximum d'Algues, Mollusques et Echinodermes à la face supérieure, maximum de Spongiaires, Bryozoaires et Ascidiés à la face inférieure. Les Polychètes paraissent équitablement réparties sur les 2 faces.

Il paraît impossible de classer biocénotiquement les peuplements d'une telle structure qui ne correspond d'ailleurs pas, elle-même, à la définition du biotope. On assiste, en raison même de l'hétérogénéité des conditions de milieu sur une surface somme toute fort réduite, à la juxtaposition de microbiotopes au sein desquels se développent une ou quelques espèces ayant des exigences écologiques bien particulières, parfois excellentes caractéristiques de biocénoses bien localisées.

La plupart des espèces des "salissures biologiques" ont été récoltées au cours du développement du stade pionnier. Il nous est donc, maintenant, possible de les isoler des espèces liées à la pollution avec lesquelles elles cohabitent la plupart du temps, dans les ports.

Il a paru intéressant de signaler, à nouveau, l'extrême abondance et le développement important que prennent certaines espèces (dans ce cas particulier *Ostrea edulis* et *Musculus marmoratus*) lorsqu'elles se fixent sur des substrats en pleine eau où l'oxygénation, l'apport de nourriture, l'espace vital sont plus importants que sur un substrat dur normal.

## REFERENCES

- ARIAS E. y MORALES E., 1963. Ecologia del puerto de Barcelona y desarrollo de adherencias organicas sobre embarcaciones. *Inves pesquer.* 24 : 139-157.
- Auteurs divers, 1952 : Marine Fouling and its prevention. U.S. N. Inst., Annapolis, Md. : 388 pp.
- BELLAN-SANTINI D., 1969. Contribution à l'étude des peuplements infralittoraux sur substrat rocheux. (Etude qualitative et quantitative de la frange supérieure) *Rec. Trav. St. mar. End.* (63-47) : 294 pp.
- FRANCO P., 1964. Osservazioni sulle comunità fouling nel port canale di Malamocco (Laguna Veneta). *La Ricerca scientifica* (Ser. 2), 4 (1) : 35-44.
- KAWAHARA T., 1962. Studies on the Marine Fouling Communities I. Development of a Fouling Community. *Report of the Faculty of Fisheries, Prefectural University of Mie.* 4 (2) : 27-41.
1963. Studies on the Marine Fouling Communities. II. Differences in the development of the Test Block Communities with Reference to the Chronological Differences of their Initiation. *Ibid.* 4 (2) : 391-418.
- LEDOYER M., 1968. Ecologie de la faune vagile des biotopes méditerranéens accessibles en scaphandre autonome (Région de Marseille principalement). IV. Synthèse de l'étude écologique. *Rec. Trav. St. mar. End.* (60-44), : 125-295.
- PERSOONE G. et de PAW N., 1968. Pollution in harbour of Ostend (Belgium). Biological and hydrological consequences. *Helgol. wiss. Meeresunters.* 17 : 307-320.
- RELINI G., 1966. La comunità dominanti nel "fouling" portuale di Genova. *Natura.* 57 (2) : 136-156.
- SIMON-PAPYN L., 1965. Installation expérimentale du benthos sessile des petits substrats durs de l'étage circalittoral en Méditerranée. *Rec. Trav. St. Mar. End.* (55-38) : 53-94.
- TARAMELLI-RIVOCCHI E. e CHIMENZ-GUSSO C., 1968. Nuove ricerche sul fouling del Porto di Civita-vecchia. *Rend. Acad. Nazion. dei XL* (Ser. 4), 18 : 19 p.
- TRUE M.A., 1964. Etude quantitative de quatre peuplements sciaphiles sur substrat rocheux dans la région marseillaise. Thèse de Doctorat de spécialité, mention Océanographie. Université d'Aix-Marseille, 28 juin 1964.

## ANNEXES

## Origine et signification biocénotique et écologique des espèces

Parmi les espèces recueillies, on a relevé des espèces caractéristiques des Biocénoses suivantes :

- Algues photophiles  
(Algues photophiles profondes)
- Herbier de Posidonies
- Sables et Gravier sous influence de courants de fond
- Coralligène d'Horizon inférieur de la roche littoral
- Détritique côtier

Parmi les accompagnatrices, on a relevé :

des indicatrices de Pollution, de Salissures, de Concrétionnement, de Cavités, de substrats durs au sens large, des "Vasicoles tolérantes", des indicatrices d'étage : Infralittoral, Circalittoral et enfin, des espèces à large répartition écologique.

Liste des espèces dont le Degré de Présence est égal à 1 :

- Algues – *Cladophora* sp., *Codium tomentosum*, *Halopteris scoparia*, *Laurencia pinnatifida*, *Lomentaria* sp., *Plocamium* sp.
- Coelentérés – *Actinia equina*, *Anemonia sulcata*, *Campanularia hincksi*, *Clytia johnstoni*, *Coryne muscoides*, *Lapfoeina tenuis*, *Orthopyxis calyculata*.
- Bryozoaires – *Barentsia gracilis*, *Bugula stonolifera*, *Cabirea boryi*, *Cryptosula pallasiana*.
- Polychètes – *Amphitrite cirrata*, *Amphitrite* sp., *Audouinia tentaculata*, *Autolytus prolifer*, *Castalia punctata*, *Cirratulus chrysoderma*, *Eulalia limbata*, *E. macroceros*, *Eulalia* sp., *Eunice torquata*, *Eusyllis blomstrandii*, *Harmothoe impar*, *Heterocirrus* sp., *Laonice cirrata*, *Leocrates claparedei*, *Lepidasthenia elegans*, *Lumbriconereis funchalensis*, *Lysaretinae*, *Nematonereis unicornis*, *Phyllodoce rubiginosa*, *Phyllodoce* sp., *Polycirrus* sp., *Polydora* sp., *Polymnia* sp., *Syllis spongicola*, *Syllis* sp., *Terebellidae*, *Thelepus setosus*, *Theostoma oerstedii*.
- Mollusques – *Acanthochiton fascicularis*, *Cardium* sp., *Chlamys septemradiata*, *Clathurella* sp., *Corbula gibba*, *Coralliophaga lithophagella*, *Eulima* sp., *Modiolus adriaticus*, *Ocenebra blainvillei*, *Phasianella* sp., *Propeamussium incomparabile*, *Propeamussium* sp., *Rissoa donovani*, *R. similis*, *R. variabilis*.
- Crustacés – *Amphilochus neapolitanus*, *Amphithoe ramondi*, *Erichthonius* sp., *Eualus oculus*, *Leptocheirus* sp., *Microdeutopus* sp., *Nototropis guttatus*, *Photidae*, *Stenothoe dollfusi*, *Stenothoe* sp.
- Echinoderme – *Sphaerechinus granularis*
- Tunicier – *Ctenicella appendiculata*.