

ÉTUDE QUALITATIVE ET QUANTITATIVE DES SALISSURES BIOLOGIQUES DE PLAQUES EXPÉRIMENTALES IMMERGÉES EN PLEINE EAU

5. — LES ASCIDIÉS

Daniel LEUNG TACK KIT

Station marine d'Endoume et Centre d'Océanographie, 13007 Marseille, France

Summary : *Qualitative and quantitative study of biological fouling of experimental slabs immersed in open sea. 5. Ascidiacea.* The experimental slabs, immersed in the area of Nice, have exhibited 13 species of Ascidiaceans (1135 specimens). Influence of coating substances is positive for rilsan. An increase of the specimen number in relation with immersion time is very obvious. Settlement is maximum at the depth of 106 m, and the larvae settle in preference on the lower side of horizontal slabs. By comparison with natural substratum, the most abundant populations occur 50 m deeper.

Résumé : Les plaques expérimentales, immergées au large de Nice, ont été colonisées par 13 espèces d'Ascidiés (1135 individus). L'influence des produits de revêtement a été positive pour le rilsan. L'augmentation du nombre d'individus en fonction de la durée d'immersion est bien marquée. La fixation est maximale à la profondeur de 106 m, puis diminue très rapidement. L'installation des organismes est préférentielle sur les faces inférieures des plaques horizontales. Comparativement aux substrats naturels en place, la profondeur du peuplement dense est supérieure d'une cinquantaine de mètres.

1 — CONDITIONS DE L'EXPERIENCE

Elles ont fait l'objet d'une première publication (Bellan-Santini *et al.*, 1970. Quatre "échelles biologiques" ont été immergées au large de Nice (Alpes-Maritimes) entre octobre 1964 et février 1965. Les durées d'immersion ont été de 32, 33, 44, et 48 mois. Chaque échelle est constituée de "paniers" groupant cinq plaques carrées en acier, de 0,30 m de côté. Les quatre plaques horizontales sont enrobées de rilsan, de polyuréthane, de polyester-voile de verre ou de brai-epoxy recouvert d'une peinture antisalissure, et la plaque verticale, de rilsan.

2 — COMPOSITION DU PEUPEMENT

Le peuplement ascidiologique est constitué de 13 espèces (tableau 1) ; les individus détachés des plaques et retrouvés dans les fonds de sac sont pris en considération. Certains individus, par leur état de dégradation, leur stade juvénile et d'immaturité sexuelle, n'ont pu être déterminés avec précision. C'est le cas de 4 individus d'*Ascidia*. 17 de *Styela*, 11 de *Microcosmus*, 3 de *Pyura* et 1 d'*Halocynthia*. Dix-huit individus sont indéterminables.

Les espèces font partie de cinq familles principales avec les dominances (pourcentages des individus des espèces par rapport à la totalité des individus récoltés) suivantes : Cionidae (1 espèce) 1,37 % ; Ascidiidae (3 espèces) 31,04 % ; Styelidae (4 espèces) 44,42 % ; Pyuridae (4 espèces) 14,40 % ; Molgulidae (1 espèce) 6,08 %.

On peut remarquer que *Distomus variolosus* et *Ascidia mentula* constituent 53,33 % du peuplement et que les familles des Ascidiidae et Styelidae représentent 75,46 % des Ascidiés récoltés. En Méditerranée, les études sur le "fouling" ont été, en majorité, effectuées dans les enceintes portuaires. Arias et Morales (1969) dans le port de Barcelone, Relini (1966) dans le port de Gênes, Komarovski et Schwartz (1957) dans le port d'Haifa n'ont récolté que *Ciona intestinalis*. Zavodnik (1968) dans le port de Valdibora, près de Rovinj, n'a observé que *Diplosoma listerianum* et *Ascidia sp.*. Quant au matériel prélevé par Franco (1964) dans le port-canal de Malamocco (lagune de Venise) et par Chimenz-Gusso et Taramelli-Rivosecchi (1970)

Tableau 1 : Composition du peuplement. Le pourcentage est indiqué par rapport à la totalité du peuplement.

Espèces	Nb. individus	%
<i>Ciona intestinalis</i>	16	1,37
<i>Ascidella aspersa</i>	40	3,43
<i>Ascidia mentula</i>	289	24,78
<i>Ascidia</i> sp.	4	.
<i>Phallusia mamillata</i>	29	2,47
<i>Styela plicata</i>	8	0,68
<i>Styela partita</i>	69	5,91
<i>Styela</i> sp.	17	.
<i>Polycarpa pomaria</i>	91	7,80
<i>Distomus variolosus</i>	333	28,55
<i>Microcosmus vulgaris</i>	129	11,06
<i>Microcosmus</i> sp.	11	.
<i>Fyura microcosmus</i>	22	1,88
<i>Fyura squamulosa</i>	2	0,17
<i>Fyura</i> sp.	3	.
<i>Halocynthia</i> sp.	1	.
<i>Molgula appendiculata</i>	71	6,08
Divers	31	.

dans le port de Civitavecchia, il fait partie du peuplement observé dans les milieux portuaires (Naylor, 1965 ; Leung Tack, 1971) : *Diplosoma listerianum*, *Ciona intestinalis*, *Ascidella aspersa*, *Styela partita*, *Botryllus schlosseri*, *B. leachi*, *Molgula manhattensis*.

Bellan-Santini (1970), sur un tuyau immergé en pleine eau, a noté un peuplement comparable en particulier par la prédominance de *Ascidia mentula* et de *Phallusia mamillata*.

3 – REPARTITION DU PEUPEMENT

A – Influence des produits de revêtement

Dans l'ensemble des échelles, le nombre d'espèces ne présente pas de variation remarquable (tabl. 2). Quantitativement les fixations les plus importantes sont notées sur le rilsan (plaques A et B) avec respectivement 393 et 314 individus, soit 62,2 % du peuplement. Le nombre d'individus des trois autres plaques est voisin ; le minimum est observé sur la plaque C et plus particulièrement sur l'échelle 1. La distribution des principales espèces sur les plaques horizontales, permet les remarques suivantes.

Tableau 2 : Nombre d'espèces (sans parenthèses) et d'individus (entre parenthèses) en fonction des produits de revêtement.

Plaques	Echelle 1	Echelle 2	Echelle 3	Echelle 4	Total
	3 paniers	2 paniers	7 paniers	7 paniers	
A (rilsan)	7 (135)	0 (0)	6 (23)	11 (235)	11 (393)
B (bray epoxy)	6 (44)	0 (0)	6 (27)	8 (93)	12 (164)
C (polyuréthane)	4 (9)	0 (0)	7 (24)	9 (94)	11 (127)
D (polyester-fibre de verre)	7 (33)	2 (2)	0 (0)	10 (102)	10 (137)
E (rilsan)	10 (204)	1 (2)	7 (24)	10 (84)	13 (314)

Ascidia mentula (tabl. 3) est fixée préférentiellement sur les plaques A et B, avec un nombre d'individus égal au double de celui de chacune des autres plaques. En comparant le nombre moyen d'individus des plaques A et B à celui de la plaque C, on obtient des rapports (tabl. 4) qui montre que la disproportion

atteint un maximum à la profondeur de 126 m et diminue avec l'accroissement de la profondeur ; elle augmente avec la durée d'immersion.

Distomus variolosus s'installe en majorité sur les plaques A et E (274 sur 291) où les individus sont accolés les uns aux autres. Cette localisation est due à une aggrégation par bourgeonnement (Berrill, 1950).

Tableau 3 : Répartition d'*Ascidia mentula* en fonction des produits de revêtement (les chiffres entre parenthèses indiquent les individus fixés sur les faces supérieures).

Profondeur (m)	Durée d'immersion (mois)	A rilsan	B brai-epoxy	C polyuréth.	D polyest.	E rilsan
47	33	1	.	3	.	.
67	33	2	.	.	.	.
80	44	14	11	6	21	2
86	48	.	1	.	.	.
87	33	3	9	.	.	4
106	48	.	14	2	4	5
126	48	11	14	.	3	4
127	33	.	.	2	.	.
130	44	20	14	5	1	12
134	32	.	.	.	2	.
180	44	16	8	13	12	7
187	33	.	2	.	.	1
210	32	.	.	.	.	2
230	44	9	2	(1) 3	3	4
237	33	.	1	.	.	.
280	44	2	4	.	(1) 1	.
287	33	.	.	.	.	.
330	44	1	.	.	.	.
337	33	.	.	2	.	.
	Total	79	80	37	47	41

Tableau 4 : Rapports entre les nombres d'individus d'*Ascidia mentula* des plaques A, B et C.

Profondeur (m)	Durée d'immersion (mois)	$\frac{A + B}{2}$	C	$\frac{(A + B)/2}{C}$
80	44	12	6	2
106	48	14	2	7
126	48	13	0	13
130	44	17	5	3
180	44	12	13	1
230	44	5	3	1,5

Sur 104 *Microcosmus vulgaris* (tabl. 5), 52 (soit 50 %) sont fixés sur la plaque A : 18 individus sont installés sur les faces supérieures avec la distribution suivante : 5 sur la plaque A, 5 sur la plaque B, 6 sur la plaque C, 2 sur la plaque D. Cette dernière est la plus pauvre en *M. vulgaris*.

La distribution de *Polycarpa pomaria* (tabl. 6) présente le même caractère sur la plaque C. Les faces supérieures ont fourni 31 individus dont la répartition est la suivante : 9 sur la plaque A, 8 sur la plaque B, 6 sur la plaque C, et 8 sur la plaque D.

En considérant les individus fixés sur les faces inférieures, on a la répartition indiquée par le tableau 7.

Sur les faces supérieures, la particularité liée à la nature même de la plaque est masquée par la couche de particules sédimentaires. Cette uniformité se répercute sur la distribution des individus de *M. vulgaris* et *P. pomaria* fixés sur ces faces. La durée d'immersion des échelles étant relativement longue, l'influence de la nature chimique des produits de revêtement doit être très atténuée, sinon nulle. La preuve en est l'inefficacité de la peinture antisalissante recouvrant le brai-epoxy (plaque B).

Tableau 5 : Répartition de *Microcosmus vulgaris* en fonction des produits de revêtement (les chiffres entre parenthèses indiquent les individus fixés sur les faces supérieures).

Profondeur (m)	Durée d'immersion (mois)	A rilsan	B brai-epoxy	C polyuréth.	D polyest.	E rilsan
47	33	2	(1) 4	4	.	2
67	33	5	(1) 1	.	.	1
80	44	19	4	5	(1) 2	4
86	48	.	.	.	.	3
87	33	1	.	.	.	3
106	48	5	.	1	1	.
126	48	(2) 5	.	(4) .	2	6
127	33	.	.	.	.	.
130	44	(3) 5	(2) 2	.	4	3
134	32	.	.	.	.	.
180	44	4	1	3	(1) 1	1
187	33	.	.	.	.	.
210	32	.	.	.	.	.
230	44	.	(1) .	(1) 1	.	2
237	33	.	.	.	.	.
280	44	1	.	(1) 1	.	.
287	33	.	.	.	.	.
330	44	.	.	.	.	.
337	33	.	.	2	.	.
Total		52	17	23	12	25

Tableau 6 : Répartition de *Polycarpa pomaria* en fonction des produits de revêtement (les chiffres entre parenthèses indiquent les individus fixés sur les faces supérieures).

Profondeur (m)	Durée d'immersion (mois)	A rilsan	B brai-epoxy	C polyuréth.	D polyest.	E rilsan
47	33	.	.	.	.	2
67	33	.	.	.	.	.
80	44	5	.	.	.	2
86	48	(1) .	.	.	.	.
87	33	.	.	.	.	2
106	48	.	.	.	1	.
126	48	(1) 4	(1) 1	.	(5) .	1
127	33	(1) .	(2) .	.	.	.
130	44	3	(1) 1	.	.	.
134	32	.	.	.	1	.
180	44	(2) 1	.	.	(2) 3	5
187	33	.	.	(1) .	.	.
210	32	.	.	.	.	.
230	44	(3) 2	(4) 1	(1) 3	.	4
237	33	.	.	.	.	.
280	44	(1) 9	3	(4) .	(1) 4	.
287	33	.	.	.	.	.
330	44	.	.	.	.	.
337	33	.	.	.	.	.
380	44	.	.	.	1	.
Total		33	14	10	18	16

Tableau 7 : Répartition d'*Ascidia mentula*, *Microcosmus vulgaris*, et *Polycarpa pomaria* sur les faces inférieures.

	A	B	C	D	E
<i>Ascidia mentula</i>	79	80	36	46	41
<i>Microcosmus vulgaris</i>	47	12	17	10	25
<i>Polycarpa pomaria</i>	24	6	4	10	16
Total	150	98	57	66	82

Sur les faces inférieures, les plaques se différencient par leur couleur : le rilsan est gris, le brai-epoxy est bleu turquoise puis vert-jaune à la fin de l'expérience, le polyuréthane est jaune pâle, le polyester est translucide sur un fond grisâtre.

L'influence de la couleur du substrat, au moment de la fixation des larves des Ascidies a été très peu étudiée. Thorson (1964), à propos des larves d'invertébrés benthiques parmi lesquelles 13 espèces d'Ascidies, a estimé que : "Knowing these responses of intertidal larvae and also their response to spectral colours, it only seems reasonable that also the colour of the substratum will play a great part in their choice of a settling place". Monniot (1965a) a écrit : "La couleur du substrat semble jouer un rôle important dans les conditions de fixation des larves de nombreux invertébrés marins mais cet aspect de la biologie des tétards d'Ascidies n'a jamais été étudié". Dybern (1963) a montré que les Ciones, dans le milieu naturel et sur des plaques immergées choisissent les substrats sombres, et que les larves sont fixées en majorité sur les surfaces peintes en noir ou en gris des microaquaria placés en laboratoire dans les mêmes conditions que celles du milieu naturel.

A la profondeur de 180 m, la longueur d'onde la plus pénétrante de la lumière du jour présente une valeur de 0,01 % de sa valeur en surface (Morel, 1965, au large du cap Ferrat). Comme à partir de cette profondeur, la répartition des Ascidies sur les plaques est moins hétérogène, on peut supposer que les couleurs ont joué un rôle dans les profondeurs plus faibles.

Le polyuréthane recouvrant les plaques C a une consistance élastique et un état de surface modifié par l'installation des pyrénomycètes marins (Le Campion-Alsumard, 1970 ; Jones et Le Campion-Alsumard, 1970). Ces champignons sont observés à partir de 80 m de profondeur et leur abondance augmente avec la profondeur. Leur action mécanique sur le polyuréthane est ainsi décrite : "Les champignons "imparfaits" (...) boursoufflent le substrat, occasionnant par la suite une déchirure. Les périthèces (...) provoquant alors une rupture en étoile de la surface du matériau" ; "on a enregistré des dégradations atteignant 80 % de la surface".

La présence de ces champignons ne peut avoir qu'une influence négative sur la fixation des Ascidies car d'après Monniot (1965). "La principale exigence des Ascidies sera une stabilité comparable à celle du rocher".

Une communication personnelle de Le Campion-Alsumard permet de signaler que les champignons deviennent plus abondants avec le temps. Ceci pourrait expliquer le nombre réduit d'Ascidies sur les plaques C de l'échelle 1 (48 mois, 3 individus en moyenne) ; les plaques C de l'échelle 4 (44 mois), ont fourni en moyenne 13 individus.

En ce qui concerne l'échelle 3, étant donné le nombre restreint d'individus fixés, l'absence d'Ascidies sur les plaques D ne semble pas significative.

B – Influence de la durée d'immersion

Deux échelles sont incomplètes : l'échelle 1 ne possède que 3 paniers (– 86 m, – 106 m, et – 126 m) et l'échelle 2, avec 3 paniers (– 134 m, – 210 m, – 430 m), a fourni 4 individus.

La répartition du nombre d'individus de chaque famille par rapport à la durée d'immersion est indiquée par le tableau 8.

L'enrichissement quantitatif en fonction du temps est donc bien marqué. Par contre, l'accroissement qualitatif n'est pas évident jusqu'à 130 m, alors que le nombre d'espèces a doublé entre 33 mois d'immersion et 44 mois dans les profondeurs supérieures.

L'ensemble des résultats tend à montrer que les plaques deviennent favorables à la fixation des Ascidies après une durée d'immersion supérieure à trois ans. Cette période d'attente est nettement moins longue

Tableau 8 : Répartition du peuplement en fonction de la durée d'immersion.

	Profondeurs inférieures à 130m			Prof. supérieures à 130m	
	Echelle 3 4 paniers 33 mois	Echelle 4 2 paniers 44 mois	Echelle 1 3 paniers 48 mois	Echelle 3 8 paniers 33 mois	Echelle 4 6 paniers 44 mois
Cionidae	3	3	5	0	5
Asciidiidae	38	145	71	8	97
Styelidae	9	74	287	1	146
Pyuridae	31	73	38	5	21
Molgulidae	3	4	24	0	40
Nombre total d'individus	84	299	425	14	309
Nombre d'es- pèces	10	12	11	5	10

lorsque les substrats artificiels sont immergés dans les milieux portuaires ou proche des côtes. La "communauté à Ascidiées" s'installe en effet, au cours de la première année dans les différents ports méditerranéens : dans le golfe de Marseille, en 7 mois, 7 sur les 9 espèces récoltées sont fixées (Bellan-Santini, 1970) ; Millar (1971a) a noté : "Ascidiens on test panels, ship's hulls and floats can grow so rapidly that exposed surfaces are quickly covered". Dans la présente expérience, les échelles sont immergées à une distance relativement importante des côtes (3 miles), sur des fonds de 750 à 800 m ; il se pose le problème de la provenance des larves. Les fonds des Alpes Maritimes ont été étudiés par Fredj (1964) dans la zone de St. Tropez, et par Carpine (1964) dans la zone de l'Estérel, jusqu'à la profondeur de 200 m, et ils n'ont récolté qu'*Ascidia mentula*, *Microcosmus sulcatus* et *Polycarpa pomaria* sur des fonds voisins de 50 m.

Les tétards d'Ascidiées, ayant une durée de vie de l'ordre de quelques heures à quelques jours (Millar, 1971b), doivent être extrêmement peu nombreux à parvenir jusqu'aux plaques. Les générations issues de ces individus pionniers constitueraient alors la majorité du peuplement. Dans ce cas, l'influence de la durée d'immersion se situe au niveau de la reproduction pratiquement *in situ* des Ascidiées installées et non au niveau de la préparation du substrat ou d'un recrutement exogène.

En supposant que l'ensemble des espèces présente une génération mature par an, la période de trois ans correspondrait à la deuxième génération issue des individus pionniers. Ce serait alors le passage de la deuxième à la troisième génération qui déterminerait la multiplication du nombre d'individus. Ceci n'est qu'une hypothèse, car les périodes de reproduction des Ascidiées sont très variables, étroitement liées aux conditions ambiantes ; par ailleurs, la durée de vie varie de une à plusieurs années. Dès lors, il est difficile de déterminer avec exactitude à quelle génération correspond le passage de 102 Ascidiées (échelles 2 et 3, 32 et 33 mois) à 1033 Ascidiées (échelles 1 et 4, 44 et 48 mois).

C – Influence de la position des plaques

a – Plaques verticales

Les deux faces de ces plaques sont soumises aux mêmes conditions ambiantes ; par conséquent, elles ne présentent que peu de différences qualitatives et quantitatives. Treize espèces y sont dénombrées : 1 individu de la famille des Cionidae (sur un total de 16 individus récoltés, soit 6,25 %), 50 individus d'Asciidiidae (13,58 %), 202 de Styelidae (38,99 %), 35 de Pyuridae (20,83 %), et 26 de Molgulidae (36,62 %). Les deux espèces les plus nombreuses sont *Distomus variolosus* et *Molgula appendiculata*, avec respectivement 169 individus (50 %) et 26 individus (36,62 %). Cette localisation de *Molgula* rappelle celle d'une autre molgule (*M. manhattensis*) sur les quais les plus abrités (sédimentation maximale) du Vieux-Port de Marseille où les prélèvements ont montré une abondance moyenne (nombre total d'individus de l'espèce, divisé par le nombre de prélèvements) de 136,3 avec un maximum de 610 individus sur une surface de 400 cm² (1/25 m²) (Leung Tack, 1971). Il y a lieu de penser que la couverture sédimentaire de ces plaques verticales est relativement importante.

b – Plaques horizontales

Durant la période de stockage des plaques, de nombreux individus ont été détachés de leur support, de sorte qu'on ne peut déterminer leur localisation sur la face supérieure ou la face inférieure. Leur incidence

dans l'appréciation de la répartition est importante pour trois espèces : *Polycarpa pomaria* (35 détachés, 40 fixés), *Molgula appendiculata* (34 détachés, 12 fixés), *Microcosmus vulgaris* (45 détachés, 56 fixés).

Sur les faces supérieures, 7 espèces sont dénombrées pour un total de 69 individus. Par rapport à la totalité de chaque espèce récoltée sur les plaques horizontales, on a les pourcentages suivants : *M. appendiculata* (91,7 %), *Polycarpa pomaria* (77,5 %), *Microcosmus vulgaris* (32,1 %), *Styela partita* (10,8 %), *Pyura microcosmus* (14,2 %), *Ascidia mentula* (1,3 %), *Diplosoma listerianum* (une fois sur deux). La fixation préférentielle des *Molgula* est conforme à sa localisation sur les substrats sédimentaires. A part deux individus d'*Ascidia*, toutes les espèces sont des Ascidiées de forme trapue.

Costa (1960) a décrit en détail les modes de fixation sur substrat meuble de *M. sulcatus* et *P. pomaria* : réseau de rhizoïdes pour la première et pour la seconde, enfoncement dans le sédiment où "seuls en émergent les deux siphons et la partie supérieure de la tunique". Les remarques à propos de *P. pomaria* sont confirmées par les observations de Laborel *et al.* (1961), faites sur les mêmes fonds. L'aspect du corps et la structure de la tunique de *Molgula appendiculata* permettent de supposer que sa fixation est identique à celle de *P. pomaria*. L'abondance de ces deux espèces sur les faces supérieures paraît être liée à l'abondance de nourriture dans la zone située juste au-dessus du sédiment ("Il est vraisemblable que les Ascidiées, "filter-feeders" par excellence, utilisent non tant les matières organiques en suspension elles-mêmes, que les Bactéries dont ces mêmes matières organiques favorisent sans aucun doute la pullulation" : Pérès, 1956).

Les faces inférieures ont fourni 13 espèces pour un total de 607 individus. Le tableau 9 montre leur répartition entre les cinq familles. A l'exception de deux individus, toutes les Ascidiées à corps mou (Cionidae et Ascidiidae) sont fixées sur ces faces inférieures ; cette orientation leur permet une extension totale de la tunique. La différence de richesse entre les deux faces est remarquable : 69 individus sur les faces supérieures contre 607 individus sur les faces inférieures. La sédimentation sur les faces supérieures semble être le facteur principal. Dybern (1969) a montré la localisation des *Ascidia virginea*, *Ascidia mentula*, et *Ascidiella aspersa* sur les surfaces "propres" d'un substrat rocheux recouvert de sédiment).

Tableau 9 : Répartition des Ascidiées selon les faces des plaques horizontales.

	Faces supérieures		Faces inférieures	
	Nombre d'individus	%	Nombre d'individus	%
Cionidae	0	0	13	100
Ascidiidae	2	0,8	275	99,2
Styelidae	38	16,9	187	83,1
Pyuridae	22	27,5	58	72,5
Molgulidae	11	91,7	1	8,3

D — Influence de la profondeur

Le premier panier est immergé à 47 m, et on note la présence de 8 espèces. Trois espèces apparaissent à 80 m (*Pyura squamulosa*, *Molgula appendiculata*, *Styela partita*) ; deux à 106 m (*Distomus variolosus*, *Halocynthia sp.*) ; une vers 130 m (*Styela plicata*).

Les profondeurs inférieures font ressortir la localisation de *Diplosoma listerianum* aux eaux superficielles. *Phallusia mamillata* ne descend pas au-delà de 130 m et *Ciona intestinalis* de 180 m. La profondeur de 280 m constitue une barrière pour *Ascidiella aspersa*, *Molgula appendiculata* et *Styela partita*. Cinq espèces vont jusqu'à 380 m. Deux espèces ont une amplitude bathymétrique assez étroite : *Pyura squamulosa* (80 à 130 m) et *Styela plicata* (130 à 180 m).

D'après le tableau comparatif (tableau 10), les profondeurs atteintes par la plupart des espèces sont conformes aux informations fournies par les auteurs cités. *Ascidiella aspersa*, *Distomus variolosus*, *Styela partita* et *Styela plicata* atteignent des profondeurs plus grandes, quoique *S. partita* ait été observée par Laborel *et al.* (1961) vers 200 m sur les "pans verticaux" du canyon de Cassidagne. L'installation de *S. plicata* entre 130 et 180 m est étonnante car elle est connue comme étant une espèce de milieu pollué, dans les eaux superficielles.

Le maximum quantitatif du peuplement se situe entre 126 et 134 m ; reporté à l'unité de surface, ce maximum est à 106 m avec 165 individus/m² (tabl. 11). Pour une dénivellation de 50 m (80 à 134 m), on compte 763 Ascidiées, soit 67,3 % du peuplement ; de 80 à 187 m, on compte 896 individus soit 78,8 %.

Tableau 10 . Répartition bathymétrique comparée (en mètres) des espèces (sup. = superficiel).
Publications de référence : Berrill (1950 ; Harant et Vernières (1933) ;
Millar (1966, 1970, 1971a) ; Monniot (1962, 1965a, 1965b, 1969).

	Monniot	Millar	Berrill	Harant et Vernières	Echelles
<i>Diplosoma listerianum</i>	fonds à microcosmes	sup. à 80	sup. à 40	sup.	47 à 67
<i>Ciona intestinalis</i>	-	sup. à 500	sup. à 500	sup.	47 à 187
<i>Asciidiella aspersa</i>	-	sup. à 90	sup. à 50	sup. à fonds à microcosmes	47 à 280
<i>Ascidia mentula</i>	-	sup. à 200	sup. à 200	.	47 à 280
<i>Phallusia mamillata</i>	.	sup. à 180	sup. à 180	.	47 à 134
<i>Distomus variolosus</i>	-	sup.	sup. grotte	sup. à fonds à microcosmes	106 à 280
<i>Styela partita</i>	-	sup. à 30	sup. à 30	-	80 à 280
<i>Styela plicata</i>	.	.	.	profondeurs faibles	130 à 180
<i>Polycarpa pomaria</i>	-	sup. à 450	sup. à 450	coralligène	47 à 380
<i>Microcosmus vulgaris</i>	fonds à microcosmes à 300	.	.	-	47 à 380
<i>Pyura microcosmus</i>	fonds à microcosmes à 300	sup.	sup.	.	47 à 380
<i>Pyura squamulosa</i>	.	sup.	sup.	littoral à coralligène	80 à 130
<i>Mcjula appendiculata</i>	fonds sédimentaires	.	.	fonds à microcosmes	80 à 280

Tableau 11 : Influence de la profondeur sur la répartition quantitative.

Profondeurs (m)	Nombre de plaques	Surface (m ²)	Nombre d' espèces	Nombre d' individus	Nombre indiv./m ²
47 - 67	10	1,80	8	46	25
80 - 87	15	2,70	10	191	70
106	5	0,90	9	149	165
126 - 134	20	3,60	12	423	117
180 - 187	10	1,80	10	133	73
210 - 237	15	2,70	7	139	51
280 - 287	10	1,80	5	42	23
330 - 337	10	1,80	4	10	5
380 - 387	10	1,80	2	2	1
430 - 437	15	2,70	0	0	0
487 - 537	10	1,80	0	0	0

Dans le golfe de Marseille, Costa (1960) a récolté 8 des 13 espèces des échelles sur le faciès à *Halarachnion spatulatum* (qui a complètement disparu) entre 50 m et 60 m. Au large des Alpes Maritimes, les Ascidies sont récoltées au voisinage de 50 m (Fredj, 1964 ; Carpine, 1964). Pérès (1956) a écrit à propos des Ascidies du seuil Siculo-Tunisien (comprenant 11 espèces du peuplement des échelles) : "Il est assez frappant de constater, et il en est de même en Méditerranée occidentale, que les faunes d'Ascidies les plus riches et les plus variées sont à des profondeurs relativement faibles. Certes, la prédominance au-delà de 200 m à 300 m des substrats meubles, le plus souvent vaseux ou argileux, n'est pas favorable à la faune sessile en général" ; et encore : "L'aire la plus densément peuplée en Ascidies de ces fonds circalittoraux est celle qui avoisine les profondeurs de 50 m à 60 m".

Le problème du défaut de substrats adéquats sur les fonds meubles est signalé aussi par Monniot (1965) et par Millar (1971). Au large de Banyuls-sur-Mer, Monniot a observé "à 155 m un bloc de rocher absolument couvert" par *Microcosmus vulgaris* ; d'autre part, "Certains chalutages effectués (. . .) par 120 m de profondeur ont remonté des dalles rocheuses recouvertes par cette espèce (plusieurs centaines d'individus par m²).". Mais ces populations sont monospécifiques. Or, sur les échelles, la variation qualitative est insignifiante jusqu'à

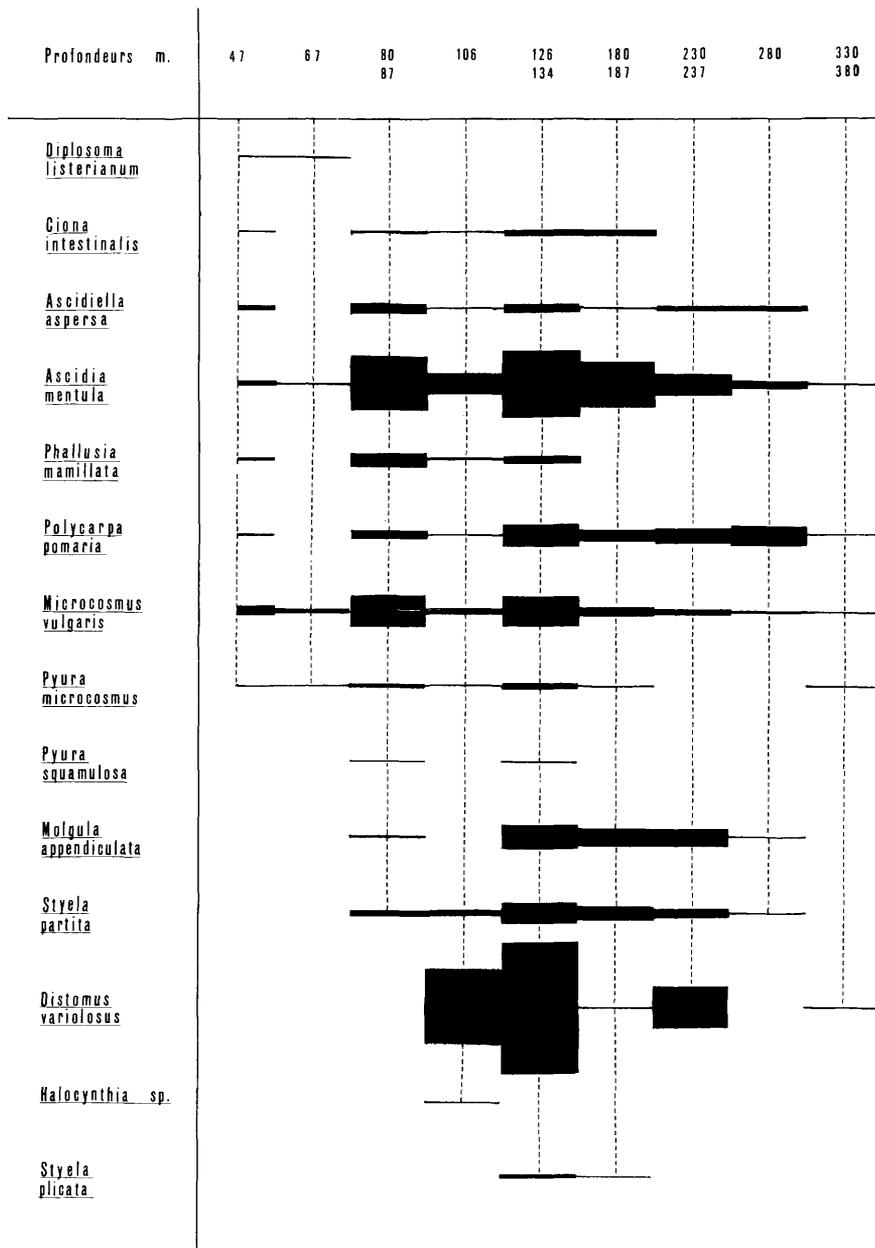


Figure 1 — Répartition quantitative de chaque espèce en fonction de la profondeur.

la profondeur de 180 m ; puis une diminution régulière se produit jusqu'à la disparition des Ascidies vers 380 m.

Sans une vérification *in situ* (sur les blocs rocheux à 120 m), on ne peut que constater cette descente d'une cinquantaine de mètres, sur substrats artificiels, du maximum de peuplement.

CONCLUSIONS

L'influence du revêtement des plaques expérimentales est remarquable sur la répartition quantitative du peuplement ; l'installation est importante sur les deux plaques de rilsan, tandis qu'elle est minimale sur le polyuréthane. Le facteur principal de cette disparité est l'état de surface du polyuréthane "qui s'est comporté comme un véritable milieu de culture, vis-à-vis des champignons marins". A un moindre degré, la différence de couleur a sûrement joué un rôle, surtout dans les paniers superficiels. L'accroissement du peuplement en fonction de la durée d'immersion est déterminé essentiellement par la reproduction *in situ* des premiers

individus fixés. Par ailleurs, la longue durée d'immersion a amené les plaques à se comporter comme des substrats durs naturels et il en résulte une liste systématique renfermant des espèces qui ne sont pas citées dans les catalogues d'espèces de "fouling" (Millar, 1969 et 1971a ; Auteurs divers, 1952).

La sédimentation sur les faces supérieures des plaques favorise l'installation des espèces adaptées aux substrats meubles soit par des excroissances de la tunique formant un réseau de rhizoïdes (*M. vulgaris*), soit par un enfoncement partiel dans le sédiment. Ceci facilite la prise d'aliments des *P. pomaria* et *M. appendiculata* avec leurs siphons placés juste au-dessus du sédiment. D'ailleurs, mises à part deux *Ascidia*, la totalité des individus fixés sur les faces supérieures ont un corps trapu, situant les siphons dans la zone riche en particules alimentaires.

Le taux d'installation est maximum à la profondeur de 106 m, alors que les fonds à peuplement naturel dense sont situés entre 50 et 60 m.

REFERENCES

- Arias E., Morales E., 1969. Ecología del puerto de Barcelona y desarrollo de adherencias orgánicas sobre placas sumergidas durante los años 1964 a 1966. *Invest. pesq.*, 33 (1) : 179-200.
- Auteurs divers, 1952. Marine fouling and its prevention. Prepared by Woods Hole Oceanographic Institution. U.S. Naval Inst., Annapolis, Md. : 388 pp.
- Bellan G., 1973. Etude qualitative et quantitative des salissures biologiques de plaques expérimentales immergées en pleine eau. 4. Annélides Polychètes (*Serpulidae* exclues), *Téthys*, 5 (1) : 129-136.
- Bellan-Santini D., 1970. Salissures biologiques de substrats vierges artificiels immergés en eau pure, durant 26 mois, dans la région de Marseille (Méditerranée nord-occidentale). *Ibid.*, 2 (2) : 335-364.
- Bellan-Santini D., Arnaud F., Arnaud P.M., Bellan G., Harmelin J.G., Le Campion-Alsumard T., Leung Tack Kit, Picard J., Pouliquen L., Zibrowius H., 1970. Etude qualitative et quantitative des salissures biologiques de plaques expérimentales immergées en pleine eau. 1. Conditions de l'expérience. *Ibid.*, 1 (3), 1969 : 709-714.
- Berrill N.J., 1950. The Tunicata with an account of the British species. London, Ray Society : 354 pp.
- Carpine C., 1964. La côte de l'Estérel, de la pointe des Lions à la pointe de l'Aiguille (région A₂). in : Contributions à l'étude bionomique de la Méditerranée occidentale. (Côte du Var et des Alpes maritimes. Côte occidentale de Corse). Fasc. 3. *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, 63 (1312) : 1-52.
- Chimenz-Gusso C., Taramelli-Rivosecchi E., 1970. Nuove ricerche sul fouling del porto di Civitavecchia. 2. — Osservazioni sulle comunità incrostanti piastre metalliche verniciate immerse a varia profondità. *Rend. Acad. nazion. dei XL* (Ser. 4) 20 : 20 pp.
- Costa S., 1960. Recherches sur les fonds à *Halarachnion spatulatum* de la baie de Marseille. *Vie et Milieu*, 11 : 1-68.
- Dybern B.I., 1963. Biotope choice in *Ciona intestinalis* (L.). Reaction to light. *Zool. Bidr. Uppsala*, 35 : 589-602.
- , 1969. Distribution and ecology of ascidians in Kviturdvickpollen and Vagsböpollen on the west coast of Norway. *Sarsia*, 37 : 21-40.
- Franco P., 1964. Osservazioni sulle comunità fouling nel porto-canale di Malamocco (Laguna Veneta). *Ricerca scientifica*, (Ser. 2) 4 (1) : 35-44.
- Fredj G., 1964. La région de S^t Tropez : du cap Taillat au cap de S^t Tropez (région A₁). in : Contributions à l'étude bionomique de la Méditerranée occidentale. (Côte du Var et des Alpes maritimes. Côte occidentale de Corse). Fasc. 2. *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, 63 (1311) : 1-55.
- Harant H., Vernières P., 1933. Faune de France, 27 : Tuniciers, fasc.1. Ascidiées. Paris, Féd. fr. Soc. Sci. nat., Off. centr. faunistique : 99 pp.
- Jones E.B.G., Le Campion-Alsumard T., 1970. The biodeterioration of polyurethane by marine fungi. *Int. Biodet. Bull.*, 6(3) : 119-124.
- Komarowski B., Schwartz L., 1957. A study of marine anti-fouling paints in Israel. *Gen. Fish. Coun. Mediterranean*, F.A.O., Roma, 4, *Tech. Pap.* 41 : 347-361.
- Laborel J., Pérès J.M., Picard J., Vacelet J., 1961. Etude directe des fonds des parages de Marseille de 30 à 300 m avec la soucoupe plongeante Cousteau. *Bull. Inst. océanogr.*, Monaco, (1206) : 1016.

- Le Campion-Alsumard T., 1970. Etude préliminaire de quelques pyrénomycètes marins récoltés sur des plaques de polyuréthane. *in* : Etude qualitative et quantitative des salissures biologiques de plaques expérimentales immergées en pleine eau. 2. *Téthys*, 1(3), 1969 : 715-718.
- Millar R.H., 1966. Tunicata. Ascacea. *Marine Invertebrates of Scandinavia*, 1 : 123 pp.
- _____, 1969. Ascidiens of european waters. *Catalogue of main marine fouling organisms*, O.E.C.D., Paris, 4 : 34 pp.
- _____, 1970. British Ascidiens. Keys and Notes for the Identification of the Species. London, Linn. Soc., Acad. Press : 92 pp.
- _____, 1971a. Ascidiens as fouling organisms. *in* : Jones E.B.G., Eltringham S.K., ed., Marine borers, fungi and fouling organisms of wood. O.E.C.D., Paris : 185 - 195.
- _____, 1971b. The biology of Ascidiens. *Adv. mar. Biol.*, 9 : 1-100.
- Monniot C., 1962. Les *Microcosmus* des côtes de France. *Vie et Milieu*, 12 (3) : 397-432.
- _____, 1965a. Etude systématique et évolutive de la famille des Pyuridae (Ascidiacea). *Mém. Mus. nat. Hist. nat. Paris*, (Sér. A) 36 : 1 - 203.
- _____, 1965b. Les "Blocs à *Microcosmus*" des fonds chalutables de la région de Banyuls-sur-Mer. *Vie et Milieu*, 16 (2) : 819 - 849.
- _____, 1969. Les Molgulidae des mers européennes. *Mém. Mus. nat. Hist. nat. Paris*, (Sér. A), 60(4) : 172 - 272.
- Morel A., 1965. Résultats expérimentaux concernant la pénétration de la lumière du jour dans les eaux méditerranéennes. *Cah. océanogr.*, 17(3) : 177 - 184.
- Naylor E., 1965. Biological effects of a heated effluent in docks at Swansea (S. Wales). *Proc. zool. Soc. Lond.*, 144(2) : 253 - 268.
- Pérès J.M., 1956. Ascidiens, *in* : Etudes sur le seuil Siculo-Tunisien. 2. *Ann. Inst. océanogr.*, Paris, 32 : 265-304.
- Relini G., 1966. Le comunità dominanti nel "fouling" portuale di Genova. *Natura*, 57(2) : 136 - 156.
- Thorson G., 1964. Light as an ecological factor in the dispersal and settlement of larvae of marine bottom invertebrates. *Ophelia*, 1 : 167 - 208.
- Zavodnik D., Igic L., 1968. Observations on fouling in the region of Rovinj (Northern Adriatic). *Thalassia Jugoslavica*, 4 : 67 - 88.
- Zibrowius H., 1971. Etude qualitative et quantitative des salissures biologiques de plaques expérimentales immergées en pleine eau. 3. *Caryophyllia smithi* Stokes & Broderip et considérations sur d'autres espèces de madréporaires. *Téthys*, 2(3), 1970 : 615-632.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier C. Monniot, qui a eu l'amabilité de vérifier certaines déterminations délicates.

Manuscrit accepté le 23 mai 1973