

LES PEUPELEMENTS BENTHIQUES DU LITTORAL DE LA RÉGION DE DUNKERQUE

par

A. Souplet et J.M. Dewarumez

Institut de Biologie Maritime et Régionale — B.P. 41, 62930 Wimereux.

Résumé

Deux séries de dragages ont été effectuées au large de Gravelines (Nord) en 1973 et 1976. L'analyse factorielle des similitudes entre prélèvements a montré l'existence de trois peuplements. Leur distribution est soumise principalement à l'action d'un facteur lié à l'importance de la fraction fine du sédiment. L'étude cénotique et l'analyse factorielle simultanée des deux séries montrent qu'un envasement presque général de la zone s'est produit entre 1973 et 1976.

Introduction

Dans le cadre d'études préalables à l'implantation sur le littoral de Gravelines, d'une centrale électrique (1), le benthos subtidal de la région a été échantillonné à plusieurs reprises, notamment durant l'été et l'automne 1973 (Dewarumez, 1973) et à la fin de l'été 1976 (Souplet, 1977).

Au cours de ces trois années, des changements importants ont affecté cette partie du littoral. En effet, la construction d'un nouvel avant-port en eau profonde, l'édification de ses digues ainsi que le creusement et l'entretien des chenaux d'accès ont profondément modifié les facteurs courantologiques locaux.

Le but de ce travail est donc double : il permet d'abord de définir la répartition et la composition des peuplements entre 1973 et 1976, ensuite de préciser l'évolution qu'ont subie ces peuplements au cours des trois années.

Matériel et méthodes

1 - Prélèvement

La zone étudiée et la position des stations de prélèvement sont indiquées dans les figures 1 et 2. Les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une drague Rallier du Baty modifiée. Un sous-échantillon de sédiment est prélevé aux fins d'analyse granulométrique. La faune est extraite par flottaison du sédiment tamisé ; elle est ensuite déterminée.

(1) Ce travail a bénéficié des aides apportées par l'E.D.F. (Etudes et Recherches n° 8417-F41-D52) et le C.N.E.X.O. (contrats 74/1124 et 76/1526 B).

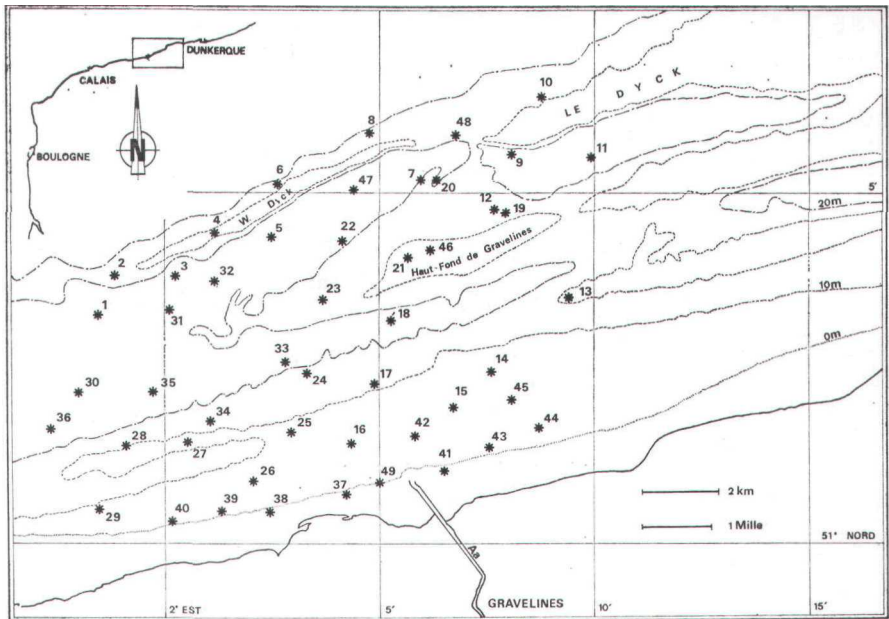


FIG. 1
1973 : carte de situation des stations de prélèvement

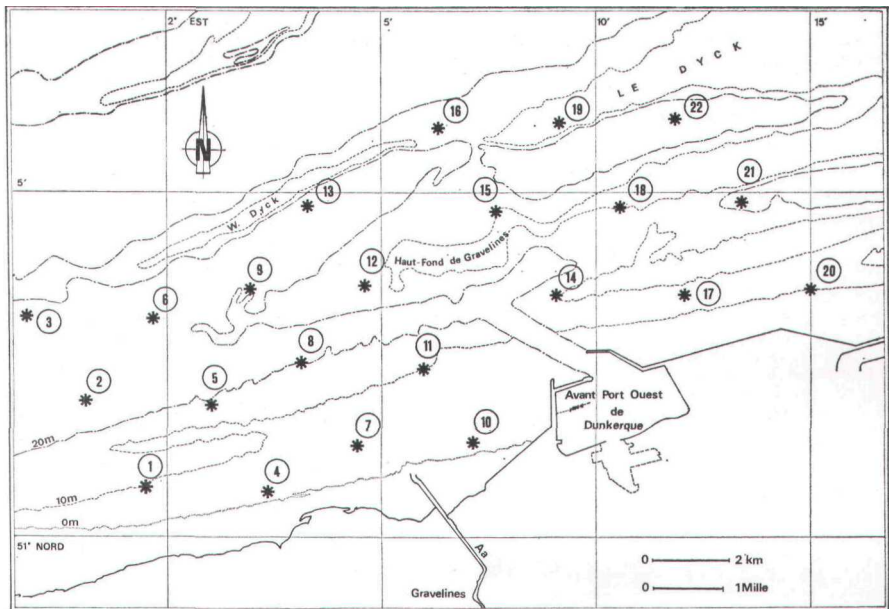


FIG. 2
1976 : carte de situation des stations de prélèvement

2 - Détermination des peuplements

On peut considérer qu'un ensemble de prélèvements ayant des compositions faunistiques semblables représente un peuplement. Il s'agit donc de déterminer ces groupes de stations. Pour cela, on calcule, entre toutes

les stations prises deux à deux, une valeur de similarité. Il existe de nombreux indices de similarité. Comme l'engin de prélèvement utilisé donne une estimation qualitative de la composition des peuplements, nous avons utilisé un indice qualitatif, c'est-à-dire basé uniquement sur la présence ou l'absence des espèces. En tenant compte des études de Roux (in Benzecri, 1976) et de Blanc et coll. (1976), nous avons choisi l'indice d'Ochiai de formule

$$I = \frac{a}{\sqrt{bc}}$$

avec a = nombre d'espèces communes aux deux prélèvements ; b = nombre d'espèces du premier prélèvement ; c = nombre d'espèces du second prélèvement.

Cet indice ne tient pas compte des « doubles absences » qui, trop nombreuses, auraient rassemblé abusivement des échantillons en fait différents. La matrice de similarité ainsi obtenue a été analysée par la méthode d'analyse en composantes principales (1).

Pour des raisons de difficulté d'impression, les tableaux complets des résultats des deux campagnes de dragages ne figurent pas dans cet article. Ils peuvent, cependant, être envoyés aux personnes intéressées sur demande aux auteurs.

3 - Description des peuplements

Pour caractériser les différents peuplements, nous avons utilisé certains indices numériques.

- La dominance d'une espèce :

$$\frac{\text{nombre d'individus de l'espèce}}{\text{nombre total d'individus dans le prélèvement}} \times 100$$

(Glémarec, 1964 ; Guille, 1970).

- La dominance moyenne d'une espèce dans un peuplement est la moyenne des dominances de cette espèce dans tous les prélèvements du peuplement
- La fréquence d'une espèce :

$$\frac{\text{nombre de prélèvements où l'espèce est présente}}{\text{nombre total de prélèvements du peuplement}} \times 100$$

Pour une fréquence inférieure à 25 p. 100, l'espèce est rare. Elle est commune entre 25 et 50 p. 100 et constante pour des valeurs supérieures à 50 p. 100 (Dajoz, 1972).

- L'indice biologique de Sanders (1960) se calcule de la façon suivante : dans chaque prélèvement, l'espèce la plus abondante se voit attribuer 10 points, la suivante 9 points et ainsi de suite. L'indice biologique est ainsi la somme des points obtenus par une espèce dans un peuplement.

RÉSULTATS

1 - Résultats de l'étude de 1973

A partir des données brutes une matrice de similitude portant sur les 49 stations a été bâtie en utilisant l'indice d'Ochiai. Trois

(1) Les calculs ont été effectués sur un ordinateur IRIS 80 au Centre inter-universitaire de traitement de l'Informatique de l'Université des Sciences et Techniques de Lille I.

des axes (tableau 1) de l'hyperespace à 49 dimensions résultant de l'analyse factorielle semblent revêtir un certain intérêt. Ils rassemblent à eux trois 42,26 p. 100 de la variance.

L'axe I (27 p. 100 de la variance) n'est pas discriminant. Il permet de montrer l'homogénéité faunistique de la zone étudiée. Le deuxième axe (9 p. 100 de la variance) paraît chargé d'une signification écologique plus nette, à l'échelle, relativement petite, de la zone étudiée.

Les coordonnées sur cet axe sont très étroitement corrélées à la profondeur ($r = 0,61$ significatif à 99 p. 100). Le deuxième axe semble aussi être lié à la teneur en parties fines du sédiment. Les descriptions du sédiment avant le tamisage le montrent (Dewarumez, 1973).

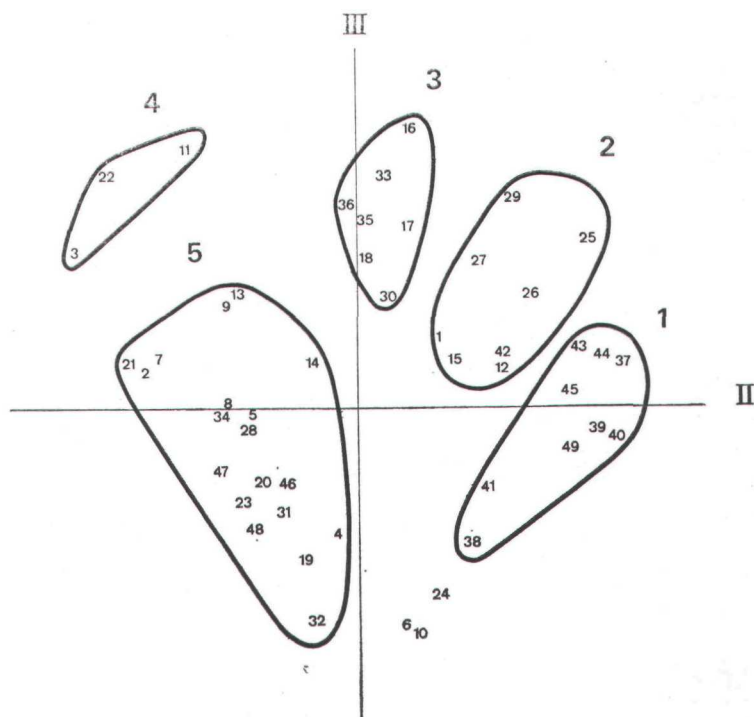


Fig. 3

1973 : plan II.III de l'analyse factorielle

Le troisième axe (7 p. 100 de la variance) semble, lui, être lié à la fraction grossière du sédiment. L'hétérogénéité d'un sédiment permettant l'installation d'espèces plus nombreuses et par là-même, augmentant la diversité, on peut supposer que cet axe est lié à la diversité.

Des différentes combinaisons entre les axes d'inertie, le plan II.III (Fig. 3) semble être, dans notre cas, celui qui individualise le mieux les différentes unités d'affinité spécifique. Il nous permet de mettre en évidence un gradient côte-large et, par là-même, deux ensembles : un ensemble « côtier » (1+2+3) et un ensemble du « large » (4+5). L'ensemble « côtier » peut se scinder en trois sous-

unités qui s'organisent parallèlement à la côte en fonction de la profondeur.

- La première (1), très côtière, regroupe des stations (de l'Ouest vers l'Est : 40.39.38.37.49.41.43.44.45) ayant une profondeur voisine de 0 m.
- La seconde (2), un peu plus profonde, rassemble des stations dont la profondeur avoisine les 10 m (stations 1.12.15.25.26.27.29.42).
- La troisième (3), beaucoup plus profonde (23,5 m en moyenne), semble être localisée à une souille. Deux stations situées dans l'axe de l'embouchure de l'Aa, quoique moins profondes, s'y rattachent (stations 16.17.18.30.33.35.36).

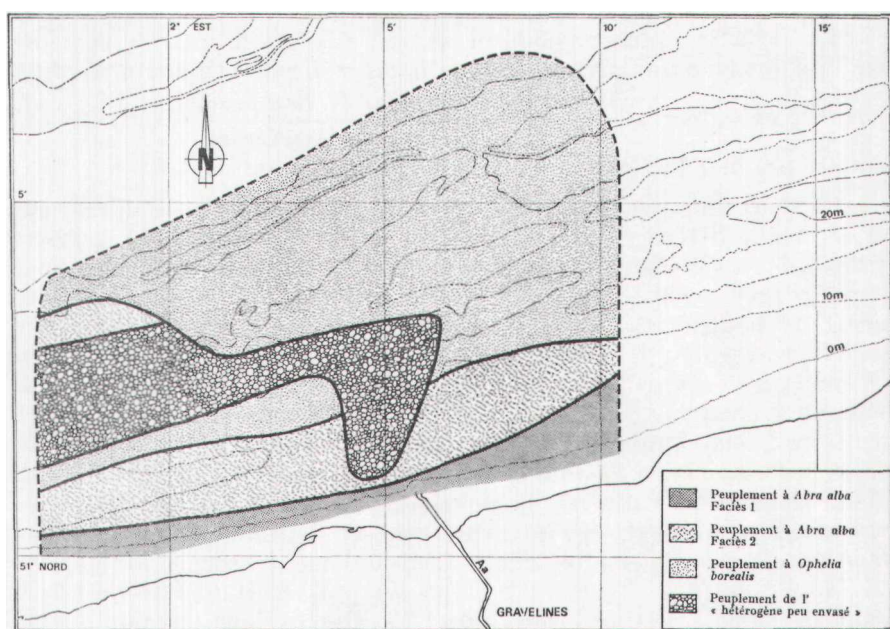


Fig. 4

1973 : carte des peuplements animaux

L'ensemble du « large » peut se scinder en deux sous-unités qui s'organisent également en fonction de la profondeur (4 et 5).

Les calculs biocénétiques effectués sur les ensembles déterminés par l'analyse factorielle montrent la relative homogénéité de la zone d'étude (tableau 2). Une espèce (*Nephtys cirrosa*) prédomine presque partout. Sa fréquence, dans trois cas sur quatre supérieure à 75 p. 100 (espèce constante), montre le caractère littoral de la zone étudiée.

Il semble dans le cas présent, qu'on soit en présence de trois peuplements (Fig. 4). Il nous a paru utile de scinder l'ensemble côtier déterminé par l'analyse factorielle en deux peuplements du fait des caractéristiques sédimentaires et faunistiques fondamentalement différentes des sous-unités.

Le premier peuplement (Fig. 3, ensembles 1 et 2) est le plus

côtier. Sa profondeur n'excède pas 10 m (hormis la station 1), le sédiment est constitué par un sable fin plus ou moins envasé. Les espèces caractéristiques en sont *Nephtys hombergii*, *Abra alba* et *Donax vittatus*. Ce peuplement se compose de deux faciès.

Le premier (Fig. 3, ensemble 1) est à tendance intertidale (présence de *Nerine cirratulus*) et à richesse spécifique relativement faible : 30 espèces. Le sédiment est de type « bas de plage » peu vaseux, la profondeur moyenne est de 1 m.

Le deuxième faciès a des affinités plus subtidales. Des espèces pouvant vivre à des profondeurs plus importantes s'y retrouvent (*Nephtys longosetosa*, *Diastylis bradyi*). Le sédiment est un sable fin envasé, la profondeur moyenne est de 9 m. La richesse spécifique est plus forte : 50 espèces.

Le caractère plus envasé du second faciès est mis en évidence par l'importance que prend *Nephtys hombergii* par rapport à *Nephtys cirrosa*. Les rapports $\frac{\text{Dominance moyenne } N. \text{ hombergii}}{\text{Dominance moyenne } N. \text{ cirrosa}}$ sont de 0,47 dans le premier faciès et de 1,32 dans le deuxième.

Le deuxième peuplement (Fig. 3, ensemble 3) est caractérisé par un sédiment hétérogène où l'on retrouve des cailloutis, des graviers et des sables. Ce sédiment est parfois envasé. La vase se présente sous deux formes : diffuse (noyée dans le sédiment) ou compacte (sous forme de boules). Ces deux formes peuvent coexister au sein d'un prélèvement sans, toutefois, revêtir des importances considérables. Le cortège d'espèces que l'on y rencontre est constitué d'espèces de sédiments envasés (*Sthenelais boa*, *Nephtys longosetosa*) et de sédiments sableux, graveleux ou caillouteux (*Psammechinus miliaris*, *Nephtys longosetosa*, *Spisula elliptica* et *Ophiura albida*). Etant donné l'hétérogénéité du sédiment, la richesse spécifique y est très forte : 60 espèces. C'est dans ce peuplement que la dominance moyenne de *Nephtys cirrosa* est la plus faible. Ce peuplement occupe une dépression située entre le Banc du Dyck occidental, le Haut-Fond de Gravelines et la côte. Deux stations (16 et 17) situées dans l'axe du chenal de l'Aa montrent que ce fleuve a une influence sur la répartition des espèces en modifiant les conditions rhéologiques et sédimentaires locales.

Le dernier peuplement est caractérisé par un sédiment constitué par un mélange de sable fin à moyen, de graviers et de cailloutis, le tout complètement dépourvu de vase. Les espèces les plus importantes sont *Nephtys longosetosa*, *Ophelia borealis*, *Spisula elliptica* et *Gastrosaccus spinifer*. On le rencontre dans une zone allant du Banc du Dyck au Haut Fond de Gravelines. Ce peuplement est, en outre, caractérisé par une richesse spécifique faible : 26 espèces.

Il nous faut signaler le cas de stations particulières qui s'intègrent mal aux différents ensembles : ce sont les stations 3-11 et 22 et 6-10 et 24.

Les stations 3-11 et 22 représentent des aspects profonds du peuplement à *Ophelia borealis*. Le nombre d'espèces rencontrées est très faible : trois espèces pour les trois stations (*Gastrosaccus spinifer*, *Spisula elliptica* et *Pagurus bernhardus*).

Le sédiment des stations 6-10 et 24 est constitué par un sable moyen. Ces stations possèdent un cortège d'espèces très réduit (st. 6 et 10, une seule espèce : *Nephtys cirrosa* ; st. 24, quatre espèces : *Nephtys cirrosa*, *Glycera gigantea*, *Natica alderi* et *Spisula ovalis*) caractéristiques d'un sédiment propre.

Pour toutes ces raisons ces stations ont été rattachées au peuplement à *Ophelia borealis*.

2 - Résultats de l'étude de 1976

En effectuant pour les résultats de 1976 (tableau 3) la même analyse que pour ceux de 1973 (tableau 1), nous sommes conduits à distinguer quatre ensembles (Fig. 5) dans le plan des deuxième et

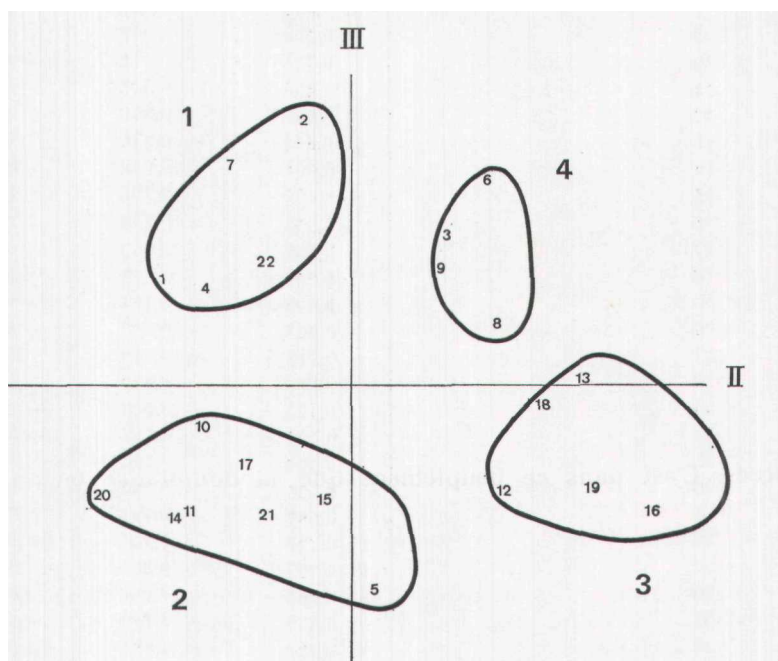


FIG. 5

1976 : plan II.III de l'analyse factorielle

troisième axes factoriels. Comme précédemment, le premier axe d'inertie (34 p. 100 de la variance) est peu discriminant et traduit, en fait, l'homogénéité faunistique de la zone côtière.

Les coordonnées des points suivant le deuxième axe (10 p. 100 de la variance) sont corrélées négativement ($r = -0,81$) avec le pourcentage de fraction fine (inférieure à 0,2 mm) dans le sédiment. Ce pourcentage est déterminé par l'atténuation du courant : plus celui-ci est faible, plus la quantité de particules fines est élevée. On constate que les stations à fraction fine importante (1.4.5.7.10.11.14.15.17.20. 21) forment une bande côtière de profondeur faible. A ce groupe de stations viennent s'ajouter la station 2 qui bénéficie des apports de

TABLEAU 1
1973 - Valeur des saturations selon les trois premiers axes d'inertie de l'analyse factorielle.

	Axe 1	Axe II	Axe III
Valeurs propres	13,110	4,342	3,259
Pourcentage de la variance	26,75	8,86	6,65
Pourcentage cumulé de la variance	26,75	35,61	42,26
Station 1	0,420	0,167	0,134
2	0,666	— 0,423	0,069
3	0,334	— 0,567	0,297
4	0,539	— 0,038	— 0,244
5	0,652	— 0,210	— 0,011
6	0,732	0,093	— 0,427
7	0,736	— 0,398	0,096
8	0,690	— 0,256	0,006
9	0,738	— 0,262	0,197
10	0,718	0,116	— 0,434
11	0,253	— 0,338	0,498
12	0,595	0,290	0,078
13	0,664	— 0,236	0,219
14	0,604	— 0,088	0,090
15	0,496	0,195	0,091
16	0,355	0,109	0,531
17	0,655	0,102	0,349
18	0,091	0,018	0,286
19	0,620	— 0,104	— 0,296
20	0,708	— 0,187	— 0,146
21	0,718	— 0,449	0,082
22	0,250	— 0,499	0,444
23	0,177	— 0,228	— 0,188
24	0,508	0,163	— 0,362
25	0,228	0,466	0,327
26	0,120	0,350	0,219
27	0,581	0,248	0,281
28	0,726	— 0,215	— 0,039
29	0,297	0,314	0,407
30	0,032	0,066	0,215
31	0,582	— 0,142	— 0,201
32	0,496	— 0,684	— 0,416
33	0,238	0,055	0,446
34	0,569	— 0,267	— 0,006
35	0,087	0,019	0,361
36	0,117	— 0,017	0,390
37	0,487	0,515	0,091
38	0,599	0,230	— 0,265
39	0,557	0,479	— 0,043
40	0,552	0,517	— 0,053
41	0,368	0,261	— 0,155
42	0,334	0,293	0,108
43	0,464	0,442	0,116
44	0,382	0,490	0,100
45	0,519	0,425	0,030
46	0,536	— 0,146	— 0,149
47	0,527	— 0,269	— 0,125
48	0,583	— 0,203	— 0,236
49	0,509	0,423	— 0,080

TABLEAU 2

1973 - Liste des espèces classées dans chacun des peuplements. (Dm : Dominance moyenne, F : fréquence).

	Peuplement 1 A			Peuplement 1 B			Peuplement 2			Peuplement 3		
	Espèces	Dm	F	Espèces	Dm	F	Espèces	Dm	F	Espèces	Dm	F
1	<i>Nephtys cirrosa</i>	31,14	100	<i>Nephtys hombergii</i>	20,43	75,00	<i>Stenelais boa</i>	9,38	71,43	<i>Nephtys cirrosa</i>	27,68	84
2	<i>Nephtys hombergii</i>	12,98	77,78	<i>Nephtys cirrosa</i>	15,44	75,00	<i>Asterias rubens</i>	3,71	71,43	<i>Nephtys longosetosa</i>	10,27	52
3	<i>Abra alba</i>	18,12	66,67	<i>Nephtys longosetosa</i>	4,33	50,00	<i>Ophiura albida</i>	12,33	57,14	<i>Spisula elliptica</i>	13,55	44
4	<i>Donax vittatus</i>	6,30	77,78	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	4,05	37,50	<i>Pagurus bernhardus</i>	3,51	57,14	<i>Ophelia borealis</i>	15,22	40
5	<i>Bathyporeia elegans</i>	7,18	44,44	<i>Donax vittatus</i>	1,98	50,00	<i>Psammechinus miliaris</i>	10,01	42,86	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	8,06	44
6	<i>Pinnotheres pisum</i>	2,39	44,44	<i>Diastylis bradyi</i>	3,73	37,50	<i>Nephtys longosetosa</i>	2,41	42,86	<i>Bathyporeia elegans</i>	3,50	32
7	<i>Crangon crangon</i>	2,52	33,33	<i>Tellina fabula</i>	8,59	25,00	<i>Nephtys hombergii</i>	8,69	28,57	<i>Pagurus bernhardus</i>	4,30	28
8	<i>Eulalia sanguinea</i>	1,95	22,22	<i>Lanice conchilega</i>	5,23	25,00	<i>Spisula elliptica</i>	1,99	28,57	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	4,52	24
9	<i>Macropipus holsatus</i>	1,26	22,22	<i>Abra alba</i>	4,53	25,00	<i>Macropipus pusillus</i>	1,43	57,14	<i>Glycera gigantea</i>	1,92	12
10	<i>Lanice conchilega</i>	1,22	22,22	<i>Lagis koreni</i>	1,32	25,00	<i>Buccinum undatum</i>	1,29	57,14	<i>Echinocyamus pusillus</i>	0,76	16

sédiment vaseux venant de l'Ouest (Smigielski, 1976) et la station 22, située dans une zone de rejets de dragages.

La signification de l'axe III (6,6 p. 100 de la variance) semble plus délicate à déterminer. Cependant, on note une assez bonne corrélation entre les coordonnées des points sur cet axe et, d'une part, la biomasse animale ($r = 0,66$), d'autre part, le nombre des espèces de chaque prélèvement ($r = 0,79$). La précision obtenue dans la mesure de la biomasse est faible du fait de l'utilisation d'un engin de prélèvement qualitatif. Néanmoins, on peut penser que la signification écologique du troisième axe est liée à la richesse en matière organique du sédiment, permettant un développement important de nombreuses espèces. Cet axe fait apparaître un gradient Ouest-Est qui traduit

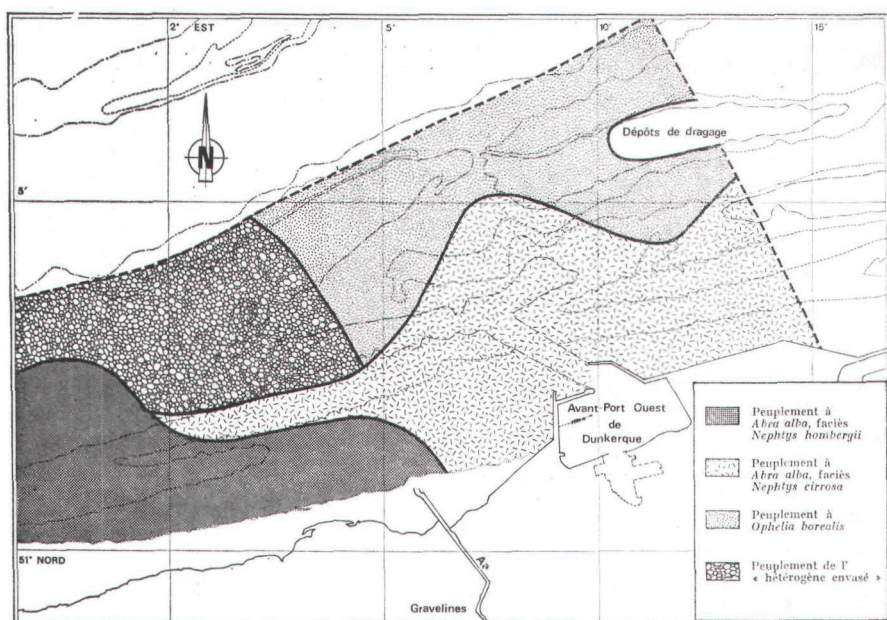


FIG. 6
1976 : carte des peuplements animaux

les apports organiques venant de l'Ouest à la faveur du courant de dérive.

Le plan des axes II et III permet de définir quatre unités faunistiques (Fig. 6).

Un peuplement côtier (1, stations 1, 2, 4 et 7), situé à l'Ouest de la zone étudiée : sa profondeur moyenne est faible (10 m) et il bénéficie des apports de matières organiques venant de l'Ouest, d'une part, et de l'Aa, d'autre part. La fraction fine du sédiment est très importante (58 p. 100). A cet ensemble s'ajoute la station 22 située très au large. Cette anomalie apparente s'explique par le fait que ce point est situé dans une zone de dépôts de rejets de dragages. Par conséquent, il ne sera pas tenu compte de cette station dans la suite de l'étude.

Le deuxième ensemble (2, stations 5.10.11.14.15.17.20 et 21) prolonge le premier vers l'Est. Sa profondeur moyenne est un peu plus forte (14,5 m). Le pourcentage de fraction fine du sédiment est sensiblement identique (56 p. 100) mais l'importance des pélites ($< 0,05$ mm) diminue (0,63 au lieu de 2,77 p. 100).

L'ensemble 3 (stations 12.13.16.18 et 19) est situé au large et à l'Est. Sa profondeur est moyenne (14,5 m). Cette zone est occupée essentiellement par des bancs de sable. Le sédiment est constitué en majorité (70 p. 100) de sable moyen (dimension comprise entre 0,2 et 0,5 mm).

TABLEAU 3

1976 - Valeur des saturations selon les trois premiers axes d'inertie de l'analyse factorielle.

	Axe I	Axe II	Axe III
Valeurs propres	7,468	2,238	1,464
Pourcentage de la variance	33,95	10,17	6,65
Pourcentage cumulé de la variance	33,95	44,12	50,77
Station 1	0,554	— 0,380	0,110
2	0,488	— 0,097	0,513
3	0,582	0,190	0,297
4	0,609	— 0,296	0,185
5	0,570	0,047	— 0,391
6	0,499	0,267	0,394
7	0,501	— 0,247	0,428
8	0,684	0,287	0,120
9	0,607	0,176	0,229
10	0,628	— 0,298	— 0,079
11	0,613	— 0,330	— 0,246
12	0,671	0,300	— 0,207
13	0,503	0,464	0,015
14	0,629	— 0,345	— 0,251
15	0,564	— 0,053	— 0,221
16	0,474	0,602	— 0,240
17	0,495	— 0,210	— 0,154
18	0,719	0,381	— 0,031
19	0,418	0,481	— 0,199
20	0,470	— 0,499	— 0,212
21	0,679	— 0,165	— 0,252
22	0,731	— 0,169	0,239

La quatrième unité (4, stations 3, 6, 8 et 9) se trouve à l'Ouest de la précédente. La profondeur y est forte (22,5 m). La fraction grossière du sédiment (supérieure à 0,5 mm) est importante (42 p. 100), constituée pour moitié de gravier (supérieur à 2 mm).

La composition faunistique de ces ensembles est relativement homogène. En fait, l'étude ayant été effectuée sur une zone restreinte, il ne peut y avoir de grandes différences faunistiques entre les unités bionomiques. Comme le montre le tableau 4, les deux premiers ensembles (1 et 2) sont caractérisés par la présence, en première position du classement par ordre d'indice biologique décroissant d'*Abra alba*, espèce caractéristique des peuplements côtiers plus ou moins envasés. Bien qu'ayant des cortèges d'espèces identiques, ces deux unités

TABLEAU 4

1976 - Liste des espèces classées dans chacun des peuplements. (Dm : Dominance moyenne, F : fréquence).

Rang	Peuplement 1 A			Peuplement 1 B			Peuplement 2			Peuplement 3		
	Espèces	Dm	F	Espèces	Dm	F	Espèces	Dm	F	Espèces	Dm	F
1	<i>Abra alba</i>	13,14	100	<i>Abra alba</i>	19,48	87,5	<i>Nephtys cirrosa</i>	13,45	100	<i>Ophelia borealis</i>	14,66	100
2	<i>Nephtys hombergii</i>	6,23	100	<i>Nephtys cirrosa</i>	10,72	87,5	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	17,16	80	<i>Abra alba</i>	5,93	75
3	<i>Lanice conchilega</i>	27,81	50	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	16,78	87,5	<i>Bathyporeia elegans</i>	11,41	100	<i>Nephtys cirrosa</i>	3,14	100
4	<i>Tellina fabula</i>	6,31	75	<i>Nephtys hombergii</i>	8,74	75	<i>Ophelia borealis</i>	8,29	100	<i>Lanice conchilega</i>	4,26	75
5	<i>Sagartia</i> sp.	14,19	50	<i>Lanice conchilega</i>	11,47	37,5	<i>Glycera gigantea</i>	5,99	80	<i>Ensis arcuatus</i>	3,81	50
6	<i>Ampharete grubei</i>	6,03	50	<i>Nephtys caeca</i>	1,81	50	<i>Abra alba</i>	7,59	40	<i>Pagurus bernhardus</i>	2,70	50
7	<i>Phyllodoce mucosa</i>	2,59	50	<i>Ophiura texturata</i>	6,06	37,5	<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	5,44	60	<i>Aonides oxycephala</i>	4,02	100
8	<i>Cerianthus lloydi</i>	2,85	50	<i>Tellina fabula</i>	4,03	37,5	<i>Nerine bonieri</i>	3,29	100	<i>Golfingia vulgare</i>	3,50	50
9	<i>Tapes pullastra</i>	1,05	75	<i>Urothoe grimaldii</i>	1,71	37,5	<i>Spisula elliptica</i>	2,81	80	<i>Scoloplos armiger</i>	2,78	50
10	<i>Nephtys cirrosa</i>	4,06	50	<i>Donax vittatus</i>	0,58	25	<i>Nephtys longosetosa</i>	2,85	60	<i>Nototropis swammerdami</i>	4,04	50

diffèrent légèrement du point de vue de l'importance relative des espèces principales. Dans le premier ensemble les espèces vasicoles (*Nephtys hombergii*, *Lanice conchilega*, *Tellina fabula*) ont des valeurs de paramètres biocénétiques (dominance moyenne, fréquence) plus fortes que dans le deuxième ensemble. Dans celui-ci, par contre, les espèces de sable plus propre (*Nephtys cirrosa*, *Bathyporeia guilliamsoniana*) voient leur dominance et leur fréquence augmenter.

On peut penser que l'on se trouve en présence de deux faciès du peuplement à *Abra alba* :

un faciès à *Nephtys hombergii*, *Lanice conchilega* et *Tellina fabula* dans un sédiment fin fortement envasé ;

un faciès à *Nephtys cirrosa* et *Bathyporeia guilliamsoniana* dans un sédiment fin peu envasé.

Le peuplement suivant (3) est installé sur le Banc du Dyck et le Haut Fond de Gravelines. *Nephtys cirrosa* y est dominante. Le cortège d'espèces rappelle celui du peuplement des sables fins à moyens propres à *Ophelia borealis* décrit par Cabioch et Glaçon (1975 et 1977).

Enfin, la dernière unité biocénétique (4) présente un mélange de plusieurs faunes. Les espèces ayant l'indice biologique le plus élevé sont *Ophelia borealis* et *Abra alba*. On note, d'autre part, dans le cortège d'espèces, la présence, en petit nombre il est vrai, de *Sabellaria spinulosa* et *Amphioxus lanceolatus* qui appartiennent à des communautés bien particulières. Ce peuplement correspond au peuplement d'hétérogène envasé décrit par Glaçon (1977) (1).

3 - Comparaison des résultats de 1973 et 1976

Nous avons appliqué les mêmes méthodes que précédemment à un ensemble de stations échantillonnées en 1973 et 1976, approximativement aux mêmes endroits. Du fait de l'incertitude du positionnement due au système de navigation (Decca Navigator : incertitude environ 100 m), deux stations de 1973 ont parfois été prises en compte, pour une de 1976 (Fig. 1 et 2).

Cette fois encore, le premier axe factoriel (25,8 p. 100 de la variance) est trivial, ce qui tendrait à démontrer la relative stabilité des peuplements benthiques entre 1973 et 1976.

Dans le plan des axes II et III, on note la présence de quatre ensembles homologues aux quatre ensembles décrits en 1976, de caractéristiques semblables (Fig. 7).

Si les déplacements des points-stations selon l'axe III (6,8 p. 100 de la variance) paraissent aléatoires et peu significatifs, les variations des coordonnées des points suivant l'axe II (10 p. 100 de la variance) s'effectuent toutes dans le même sens. Des points représentatifs de stations appartenant à un ensemble où la fraction fine du sédiment était faible en 1973, se retrouvent, en 1976, dans un ensemble caractérisé par une fraction fine plus importante. Par ailleurs, quand les

(1) Glaçon R., 1977. — Etude de la pollution marine dans la frange côtière s'étendant du Cap Blanc-Nez à la frontière belge - Rapport S.E.C.A.D.U., diffusion restreinte.

Compte tenu de la signification proposée précédemment pour le deuxième axe, on peut interpréter ce déplacement comme révélateur de l'apparition d'espèces plus vasicoles.

Certains couples de points échappent à ce modèle. Il s'agit des couples 48/16 et 43/10. Le premier représente une station située très au large, sur le Banc du Dyck occidental qui ne semble pas avoir été affecté par l'augmentation de la fraction fine du sédiment. Le couple 43/10 représente une station de bas d'estran. Cette station évolue dans le sens d'un appauvrissement en particules fines.

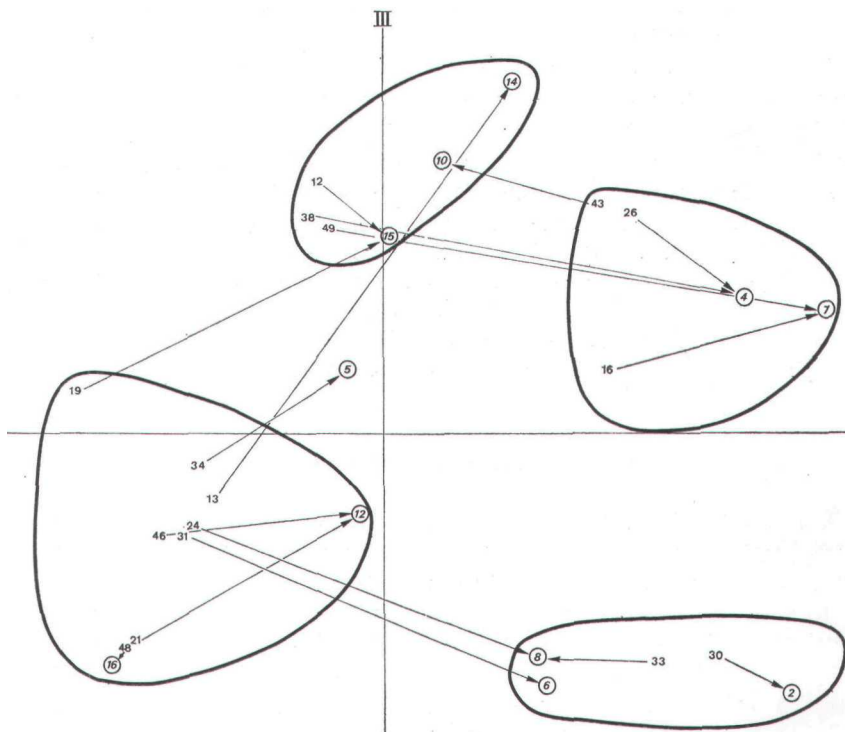


FIG. 7
Etude simultanée 1973-1976 : plan II.III de l'analyse factorielle
(nombres simples : 1973 ; nombres encadrés : 1976)

Si on compare les unités biocénétiques rencontrées en 1973 et en 1976, on s'aperçoit de leur stabilité dans le temps. D'une manière générale, les mêmes unités se retrouvent :

le peuplement des sables fins, plus ou moins envasés à *Abra alba*, *Donax vittatus*, *Macoma balthica*, *Tellina fabula* et *Nephtys*

hombergii décrit en Manche orientale par Cabioch et Glaçon (1975 et 1977), dans le Golfe normanno-breton (Retière, 1975), en Baie de Seine (Gentil, 1976), dans le canal de Bristol (Warwick et Davies, 1977) et en Baie de Liverpool (Eagle, 1973). Ce peuplement semble relativement constant en Mer du Nord, tant dans sa localisation que dans sa composition ;

— le peuplement de 1' « Hétérogène envasé » décrit par Smigielski (1976) dans la région de Calais et Glaçon (1977) entre le Cap Blanc-Nez et la frontière belge qui occupe les dépressions séparant les bancs ;

— le peuplement des sables moyens propres à *Ophelia borealis* décrit par Cabioch et Glaçon (1975 et 1977) en Manche orientale, Smigielski (1976) dans la région de Calais. Si les mêmes unités faunistiques se retrouvent quant à leur composition, elles ont évolué au niveau de leurs extensions respectives. On note en 1976 par rapport à 1973 une extension du peuplement à *Abra alba* et une réduction spatiale du peuplement à *Ophelia borealis* et du peuplement de 1' « Hétérogène envasé ».

En 1973, les deux faciès du peuplement à *Abra alba*, différant en partie par leur teneur en vase, s'organisaient de façon parallèle à la côte. Par contre, en 1976, ils se répartissent différemment : la teneur en particules fines décroît de l'Ouest vers l'Est. On peut supposer qu'un apport d'éléments fins se fait, dans la région, dans le sens de la dérive des courants (de l'Ouest vers l'Est).

Au niveau spécifique, on note également une diminution relative de l'importance que revêt *Nephtys cirrosa*. Bien qu'elle soit toujours présente dans les trois peuplements, elle voit sa dominance moyenne diminuer. Dans le peuplement à *Abra alba*, elle est supplantée par des espèces ayant des affinités vasicoles plus prononcées (*Abra alba*, *Nephtys hombergii*).

L'analyse factorielle montre, entre les deux années, des changements faunistiques liés à une augmentation de la fraction fine du sédiment.

Lors d'une étude intermédiaire effectuée en 1975 dans la même zone par l'un de nous (Dewarumez, 1976), on a observé un envasement progressif dans la zone située au-delà de l'isobathe — 10 m, permettant l'extension du peuplement des sables fins plus ou moins envasés à *Abra alba*. Ce phénomène a été suivi à la fin de 1975 et au début de 1976 d'une régression de l'envasement qui a abouti à la situation observée en septembre 1976.

Ces modifications coïncident avec la phase finale de la réalisation des travaux de l'avant-port Ouest de Dunkerque. Ces travaux de génie civil ont débuté en 1973, la construction des digues étant achevée à la fin de 1975. Simultanément, l'ancien chenal d'accès a vu sa profondeur, dans sa partie Ouest, portée à 22 m et un nouveau chenal a été creusé. Depuis la fin des gros travaux, leur entretien est continu. La présence des digues et des chenaux a modifié les facteurs courantologiques locaux.

Si les travaux de construction de l'avant-port Ouest de Dunkerque ont agi sur les sédiments en place, il semble également que

l'envasement soit général à la région et difficilement imputable à ces seuls travaux (Richard et coll., 1978).

Il est certain que les aménagements portuaires (digues, chenaux) ont une action locale. Le dégraisement des bas niveaux de l'estran (couple 43/10) ainsi que l'engraissement déjà signalé dans les hauts niveaux (Souplet et coll., 1978) pourraient être dûs à une déviation des axes de courant par la digue de l'avant-port.

L'envasement de la station côtière représentée par les points 26-38/4 peut être imputé soit au port de Dunkerque-Ouest soit à l'envasement général de la zone littorale ; certaines stations éloignées du port (31/6, 30/2, 12-19/15, etc.) s'ensavent également. Il est difficile de déterminer si nous sommes en présence de modifications à long terme, cycliques ou non, des conditions de dépôts de sédiments littoraux. Ces modifications n'intéressent qu'une frange côtière puisque la station 48/16 située sur le Banc du Dyck n'a pas évolué pendant ces trois années.

Enfin, il nous faut signaler la perturbation permanente engendrée par les dépôts de dragages (station 22 de 1876).

Une étude de longue durée sera nécessaire pour préciser l'importance relative des phénomènes artificiels. Il paraît nécessaire, pour l'évaluation de l'impact local des travaux de génie civil, de surveiller une zone géographique très étendue pour mettre à jour les processus de consolidation d'un état d'équilibre des peuplements benthiques.

Summary

Two series of dredging have been executed near Gravelines (Nord) during 1973 and 1976. The factorial analysis of similarity between samples has shown the existence of three communities. Their distribution is mainly the result of the importance of fine particles in sediment. The cenotic study and the simultaneous factorial analysis of the two series have shown that an almost generalized silting of the area occurred from 1973 to 1976.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- BENZECRI, J.P., et coll., 1976. — L'analyse des données. I. La taxinomie, éd. Dunod, Paris, 631 pp.
- BLANC, F., CHARDY, p., LAUREC, A., REYS, J.P., 1976. — Choix des métriques qualitatives en analyse d'inertie. Implications en écologie marine benthique. *Mar. Biol.*, 35, pp. 49-67.
- CABIOCH, L. et GLAÇON, R., 1975. — Distribution des peuplements benthiques en Manche Orientale, de la baie de Somme au Pas-de-Calais. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 280 pp. 491-494.
- CABIOCH, L. et GLAÇON, R., 1977. — Distribution des peuplements benthiques en Manche Orientale, du Cap d'Antifer à la Baie de Somme. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 285, pp. 209-212.
- DAOZ n., 1972. — Précis d'écologie, éd. Dunod, Paris, 434 pp.
- DEWARUMEZ, J.M., 1973. — Etude des peuplements benthiques littoraux situés à proximité de la zone d'implantation de la future centrale E.D.F. de Gravelines. In : Etude écologique du site de Gravelines. Rapport préliminaire. *Inst. Biol. Mar. Rég. Wimerieux*, pp. 53-77.
- DEWARUMEZ J.M., 1976. — Etude du macrobenthos de la région de Gravelines (Nord). D.E.A. Univ. Sc. Tech. Lille, 164 pp.

- EAGLE, H.A., 1973. — Benthic studies in the South East of Liverpool Bay. *Est. Coast. Mar. Sc.*, 1, pp. 285-299.
- GENTIL, p., 1976. — Distribution des peuplements benthiques en baie de Seine. Thèse 3^e cycle, Paris VI, 70 pp.
- GLÉMAREC, M., 1964. — Bionomie benthique de la partie orientale du Golfe du Morbihan. *Cah. Biol. Mar.*, 5 (2), pp. 33-46.
- GUILLE, A., 1970. — Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française. II. Les communautés de la macrofaune. *Vie Milieu*, 21 (1B), pp. 149-280.
- BETIÈRE, C., 1975. — Distribution des peuplements benthiques des fonds meubles du golfe normanno-breton. *C.R. Acad. Sc. Paris*, 280, pp. 697-699.
- RICHARD, A., SOUPLET, A., DEWAHUMEZ, J.M., VANDORPE, B., 1978. — Le littoral de la mer du Nord : les problèmes d'environnement liés à l'industrialisation et aux aménagements portuaires. Colloque franco-japonais. Dunkerque, 6.X. 1978 (sous presse).
- SANDERS, H.L., 1960. — Benthic studies in Buzzards Bay. III. The structure of the soft-bottom community. *Limnol. Oceanogr.*, 5 (2), pp. 138-153.
- SMIGIELSKI, F., 1976. — Etude des peuplements benthiques en relation avec les teneurs en métaux des sédiments au large de Calais. D.E.A. Univ. Sc. Lille, 95 pp.
- SOUPLET, A., DEWAHUMEZ, J.M., BOUGARD, M., BRYLINSKI, J.M., RICHARD, A., 1978. — Utilisation de l'indice de Shannon et de l'équitabilité pour dégager l'influence de facteurs du milieu dans les zones littorales de la Manche et de la Mer du Nord. *Bull. Soc. zool. France*. « Table ronde sur la diversité et la richesse spécifique », 22.11.77, Suppt. n° 102, (sous presse).
- SOUPLET, A., 1977. — Le domaine benthique. In : Etude écologique du site de Gravelines. 2^e cycle. Inst. Biol. Mar. Rég. Wimereux, 86 pp., 22 tabl.
- WARWICK, R.M., DAVIES, J.R., 1977. — The distribution of sublittoral macrofauna communities in the Bristol Channel in relation to the substrate. *Est. Coast. Mar. Sc.*, 5, pp. 267-288.