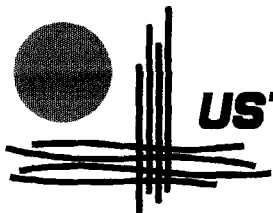


50376
1996
402



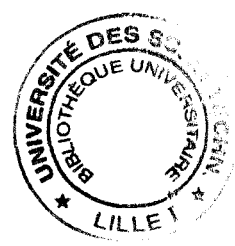
USTL Université des Sciences et Technologies de Lille

U.F.R. de Biologie

DIPLOME SUPERIEUR DE RECHERCHE DE LILLE I
SCIENCES NATURELLES


DERRICHE Nadia

ETUDE DE L'EVOLUTION TEMPORELLE DE STATIONS DES ZONES
DE VIDAGE OUEST-NORD ET OUEST-SUD DE DUNKERQUE
COMPARATIVEMENT A UNE ZONE DE REFERENCE.
ANALYSE GRANULOMETRIQUE ET FAUNISTIQUE.
CAMPAGNES DE SEPTEMBRE ET D'OCTOBRE 1995.



Soutenu le 17 décembre 1996 devant la Commission d'Examen.

- Président :** M. le Professeur A. DHAINAUT (U.S.T.L.)
Rapporteur : M^{me} le Professeur émérite N. DHAINAUT-COURTOIS (U.S.T.L.)
Examineurs : M. J. PRYGIEL (Ingénieur Agence de l'Eau Artois-Picardie)
M. A. LEPRÊTRE (Maître de Conférences U.S.T.L.)

B.U. LILLE I

D 030 101096 1

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	1
PRÉSENTATION DU LABORATOIRE D'ACCUEIL	2
INTRODUCTION	3
I : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE	4
I-1 : LOCALISATION GÉNÉRALE DU SITE	4
I-1-1 : Historique	4
I-1-2 : Localisation du port de Dunkerque	4
I-1-3 : Implantation industrielle dans l'A.P.O.	4
I-2 : PROBLÈMES LIÉS À LA PRÉSENCE D'INFRASTRUCTURES PORTUAIRES	8
I-2-1 : La convention d'Oslo	8
I-2-2 : Problème de l'exhaussement des fonds	9
I-3 : L'ÉCOSYSTÈME CÔTIER	13
I-3-1 : Phénomènes majeurs influençant l'écosystème côtier	13
I-3-1-1 : L'hydrodynamisme	13
<i>a) La marée</i>	14
<i>b) les courants</i>	14
<i>c) La houle</i>	14
<i>d) Sédimentologie</i>	14
I-3-1-2 : Le climat	15
<i>a) Le vent</i>	15
<i>b) Les précipitations</i>	15
I-3-2 : Devenir des polluants dans le milieu marin	15
I-3-3 : Dénaturation des biocénoses	16
I-3-4 : Description des peuplements benthiques	18
II : MATÉRIELS ET MÉTHODES	20
II-1 : CAMPAGNES DE PRÉLÈVEMENT	20
II-1-1 : Répartition des points de prélèvement	20
II-1-2 : Méthodes de prélèvement	20
II-2 : ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES	22
II-2-1 : Principe	22
II-2-2 : Mode opératoire	24
II-2-3 : Caractéristiques granulométriques	25
- la médiane	25
- le premier quartile	25
- le troisième quartile	25
- l'écart interquartile	25

II-3 : ÉTUDE DE LA MACROFAUNE	25
II-3-1 : Travail en laboratoire	25
II-3-2 : Méthodes de calcul et d'analyse des résultats	27
II-3-2-1 : Description des peuplements	27
- Abondance	27
- Densité	27
- Dominance	27
- Dominance moyenne	28
- Constance	28
II-3-2-2 : Étude de la diversité	28
- Indice de Shannon-Weaver	28
- Indice de régularité	29
- Diagramme Rangs-Fréquences (DRF)	30
II-3-2-3 : Méthodes de traitement statistique global	32
<i>a) Méthode des dendrogrammes</i>	<i>33</i>
<i>b) Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)</i>	<i>34</i>
III : RÉSULTATS	37
III-1 : GRANULOMÉTRIE	37
III-1-1 : Campagne de septembre 1995	37
III-1-1-1 : Classement	37
III-1-1-2 : Dendrogramme	40
III-1-2 : Campagne d'octobre 1995	41
III-1-2-1 : Classement	43
III-1-2-2 : Dendrogramme	44
III-2 : Étude de la macrofaune	45
III-2-1 : Campagne de septembre 1995	45
III-2-1-1 : Relevé faunistique, Diversité et Classement	45
III-2-1-2 : Analyse factorielle des correspondances	49
III-2-1-3 : Dendrogramme	56
III-2-2 : Campagne d'octobre 1995	57
III-2-2-1 : Relevé faunistique, Diversité et Classement	57
III-2-2-2 : Analyse factorielle des correspondances	61
III-2-2-3 : Dendrogramme	70
III-2-3 : Comparaison	71
IV : DISCUSSION	81
IV-1 ANALYSES DES RÉSULTATS GRANULOMÉTRIQUES	81
IV-1-1 : Évolution des faciès sédimentaires	81
IV-1-2 : Dendrogramme	84

IV-1-2-1 : Première campagne	84
IV-1-2-2 : Deuxième campagne	84
IV-2 : ANALYSES DES RÉSULTATS FAUNISTIQUES	84
IV-2-1 : Dominance taxonomique	84
IV-2-2 : Diversité taxonomique	85
IV-3 : APPORTS DU TRAITEMENT STATISTIQUE	85
IV-3-1 : Première campagne	85
IV-3-2 : Deuxième campagne	88
IV-3-3 : Comparaison	89
V CONCLUSION	93
BIBLIOGRAPHIE	95
GLOSSAIRE	98
LISTE DES FIGURES	100
LISTE DES TABLEAUX	102
LISTE DES ANNEXES	104
ANNEXES	105
RÉSUMÉ	
ABSTRACT	

REMERCIEMENTS

Je tiens tout d'abord à remercier Madame Nicole DHAINAUT-COURTOIS, professeur à l'Université de Lille I, de m'avoir accueillie au sein de son service d'Hydrobiologie et d'Ecotoxicologie (S.H.E.) et de m'avoir proposé ce sujet d'étude, dans le cadre de la convention U.S.T.L./P.A.D.

J'adresse un merci tout particulier à Christelle PRUVOT, étudiante en troisième cycle, à Robin ROMONT, docteur en sciences de la vie et de la santé, à Sylvain DEMUYNCK, maître de conférences pour leur aide, leurs précieux conseils et leur disponibilité, ainsi qu'à Monsieur Dominique Davoult de la Station Marine de Wimereux pour son aide dans la détermination faunistique.

Mes remerciements vont également à Monsieur Michel MARIETTE, du Service Aménagement et Environnement du P.A.D., ainsi qu'aux équipages du SEPIA II, bateau océanographique du CNRS et de la vedette hydrographique "MOUETTE", du service des dragages du P.A.D avec la collaboration desquels ont été effectués les prélèvements.

Enfin, je tiens à remercier tout le personnel du S.H.E avec lequel j'ai passé une agréable année.

Université des Sciences et Technologies de Lille
Laboratoire de Biologie Animale

Groupe de Recherche

Responsables: Pr. N. Dhainaut-Courtois, Pr. A. Dhainaut (Tél: 20.43.41.27 et 20.43.40.56)

Equipe de recherche: S. Demuynck (Maître de Conférences), F. Fontaine (Maître de Conférences), F. Grumiaux (ATER), C. Pruvot (Doctorante), R. Romont (Doctorant), B. Salzet-Raveillon (Maître de Conférences), P. Scaps (Maître de Conférences) (Tél: 20.43.40.57).

Thématique générale: Biosurveillance et gestion des systèmes aquatiques

Sous-thème: Etude du transfert des micropolluants (métalliques en particulier) des sédiments à la macrofaune associée.

*Etudes écologiques, analyses physico-chimiques des sédiments et des organismes. Recherche d'espèces indicatrices, d'indicateurs de pollution, d'indices biologiques de la qualité des milieux.

Ecosystèmes estuariens

Sites portuaires

Ecosystèmes d'eau douce (rivières et canaux régionaux)

Sous-thème: Etude des effets pathologiques des micropolluants tels que les métaux lourds et de marqueurs biochimiques d'exposition

*Effets pathologiques:

Etude des altérations tissulaires et cellulaires provoquées par l'exposition aux métaux lourds, étude des sites d'accumulation (microscopie photonique et électronique, radioautographie et cytochimie).

*Marqueurs biochimiques d'exposition

Research Group

Managers: Pr. N. Dhainaut-Courtois, Pr. A. Dhainaut (Tel: 20.43.41.27 and 20.43.40.56)

Research group: S. Demuynck (Assist-Pr.), F. Fontaine (Assist-Pr.), F. Grumiaux (ph D), C. Pruvot (ph D), R. Romont (ph D), B. Salzet-Raveillon (Assist-Pr.), P. Scaps (ATER) (Tel: 20.43.40.57).

General topic: "Biomonitoring" of aquatic systems

Topic: Study of the transfer of metallic pollutants from sediments to the associated macrofauna.

*Ecological studies, physico-chemical analysis of sediments and organisms.

Estuarine ecosystems

Harbour sites

Freshwater ecosystems (regional rivers and channels)

Topic: Study of heavy metals biological effects and of the biochemical markers of exposure.

*Biological effects:

Study of the tissular and cellular damages related to heavy metals and of the sites of metal accumulation (light and electron microscopy, autoradiography and cytochemistry).

*Biochemical markers of exposure

Bâtiment SN 3
59655 Villeneuve d'Ascq cedex - France
Tél: 20.43.41.27 / 20.43.40.57
Fax: 20.43.68.49

INTRODUCTION

Dans le cadre d'un contrat établi en 1995 entre le Port Autonome de Dunkerque (P.A.D.) et le Service d'Hydrobiologie et d'Ecotoxicologie (S.H.E.) de l'Université des Sciences et Technologies de Lille (U.S.T.L.), des recherches ont été réalisées au niveau des zones de vidage portuaires, sites très perturbés par l'immersion répétée de boues de dragage en provenance de l'avant-port-ouest et des chenaux d'accès (Canis & al.,1995 ; Beaugrand & Meyre ,1995). L'objectif étant d'évaluer les effets des rejets de vases portuaires sur les peuplements benthiques au large de Dunkerque et d'estimer le devenir des polluants associés à ces déblais.

C'est pourquoi, dans le cadre du programme Etat / Région Nord/Pas-de-Calais DYSCOP II (DYnamique des Systèmes Côtiers du Pas-de-Calais), une étude plus approfondie de ces zones a été mise en place afin de suivre l'évolution temporelle des stations perturbées par l'immersion des boues de dragage portuaires parallèlement à une zone de référence, supposée suffisamment éloignée des zones de vidage pour ne pas être influencée par ces immersions.

Il a donc été décidé 4 campagnes successives afin, d'une part, de comparer les structures des différents peuplements benthiques au cours du temps entre les zones régulièrement perturbées et les zones de référence et, d'autre part, d'estimer la recolonisation de ces zones.

Le présent rapport concerne les deuxième et troisième campagnes de prélèvement. Celles-ci ont eu lieu sur 3 stations représentatives de la zone de référence et 6 stations des zones de vidage et ont permis de définir :

- les faciès granulométriques de ces zones,
- les peuplements benthiques qui y sont associés.

Les données concernant la première campagne de prélèvement (Beaugrand & Meyre, 1995) n'ont pas été exploitées dans ce rapport.

I- : PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE

I-1 : LOCALISATION GÉNÉRALE DU SITE

I-1-1 : Historique

La région Nord/Pas-de-Calais ressent depuis longtemps le besoin de valoriser sa façade maritime. Il s'agit d'un enjeu important concernant l'exploitation des ressources maritimes, le développement du tourisme et des échanges économiques. Ainsi se sont développés des complexes portuaires compétitifs à l'échelle mondiale : Dunkerque (troisième port français de commerce), Calais et Boulogne-sur-mer.

Cette sensibilité concernant la valorisation de la façade maritime a conduit les élus régionaux à prendre des mesures spécifiques à l'égard de la zone littorale. C'est ainsi qu'au cours des années soixante-dix, l'Avant-Port Ouest (A.P.O.) fut créé au centre d'une vaste zone à vocation industrielle, alors que le bassin maritime à flot, utilisable dès les années soixante (1962), était devenu insuffisant.

I-1-2 : Localisation du port de Dunkerque

En examinant le potentiel portuaire européen, on mesure tous les avantages stratégiques de Dunkerque et de son port autonome.

Le Port Autonome de Dunkerque (P.A.D.) constitue une large ouverture sur les trafics fluviaux et maritimes européens (Fig. 1).

Situé à une heure environ de la route maritime Manche-Mer du nord, Dunkerque est une escale appréciée des navigateurs. En effet, chaque année plus de 6000 navires font escale dans ce port. Du pétrolier au paquebot de croisière, tous traversent des installations à leurs mesures. L'accès à l'Avant Port Ouest de Dunkerque est direct pour les plus grands navires possédant un tirant d'eau de vingt-deux mètres.

I-1-3 : Implantation industrielle dans l'A.P.O.

Dunkerque est une plate-forme industrielle reconnue. La présence de grands noms de l'industrie mondiale traduit l'importance et la multiplicité des atouts du site. Dunkerque inaugura à la fin des années 1950 l'ère de "l'industrie sur l'eau" avec l'arrivée sur le site du complexe sidérurgique de Sollac-Dunkerque. Parmi les industries anciennes, on peut citer les industries pétrolières (raffinerie B.P.), ainsi que, dans le secteur agro-alimentaire, la plus importante huilerie d'Europe (Ets Lesieur) (Fig. 2).

Usinor-Dunkerque fut le premier utilisateur du bassin maritime à flot et fut suivi au cours des années par divers autres industries :

- la Centrale thermique E.D.F.
- C.D.R. Total . Raffinerie des Flandres
- L.F.I. (Lafarge Fondu International)
- Air-Liquide (séparation des gaz de l'air)
- Norsolor (pétrochimie)
- Stock Nord (stockages pétroliers et chimiques)
- Sollac-Mardyck (laminage à froid)

Actuellement sont installés autour de l'A.P.O. :

- la centrale nucléaire E.D.F. de Gravelines
- S.E.M.
- les appontements des Flandres (stockages des pétroliers des sociétés B.P. et TOTAL)
- D.E.M. (Dunkerque Electrométallurgie)
- Péchiney Electrométallurgie (alliages de ferromanganèse-Chromeurop.)
- Aluminium Dunkerque
- les terminaux transmanches et transocéaniques (accueil des navires et porte-conteneurs)
- Nacanco.

A la périphérie de ce port, s'est développé un complexe industriel important avec notamment :

- Cyanamid Agriproduction
- Euroaspartame
- Métallfinance
- D.D.B. (Dunkerquoise Des Blends)
- Weisrock
- Amaplast
- Cyamamid

Une telle concentration industrielle peut engendrer des pollutions susceptibles de perturber la faune locale et justifie l'étude de l'influence des rejets des sédiments provenant des dragages du port dans les zones de vidage.

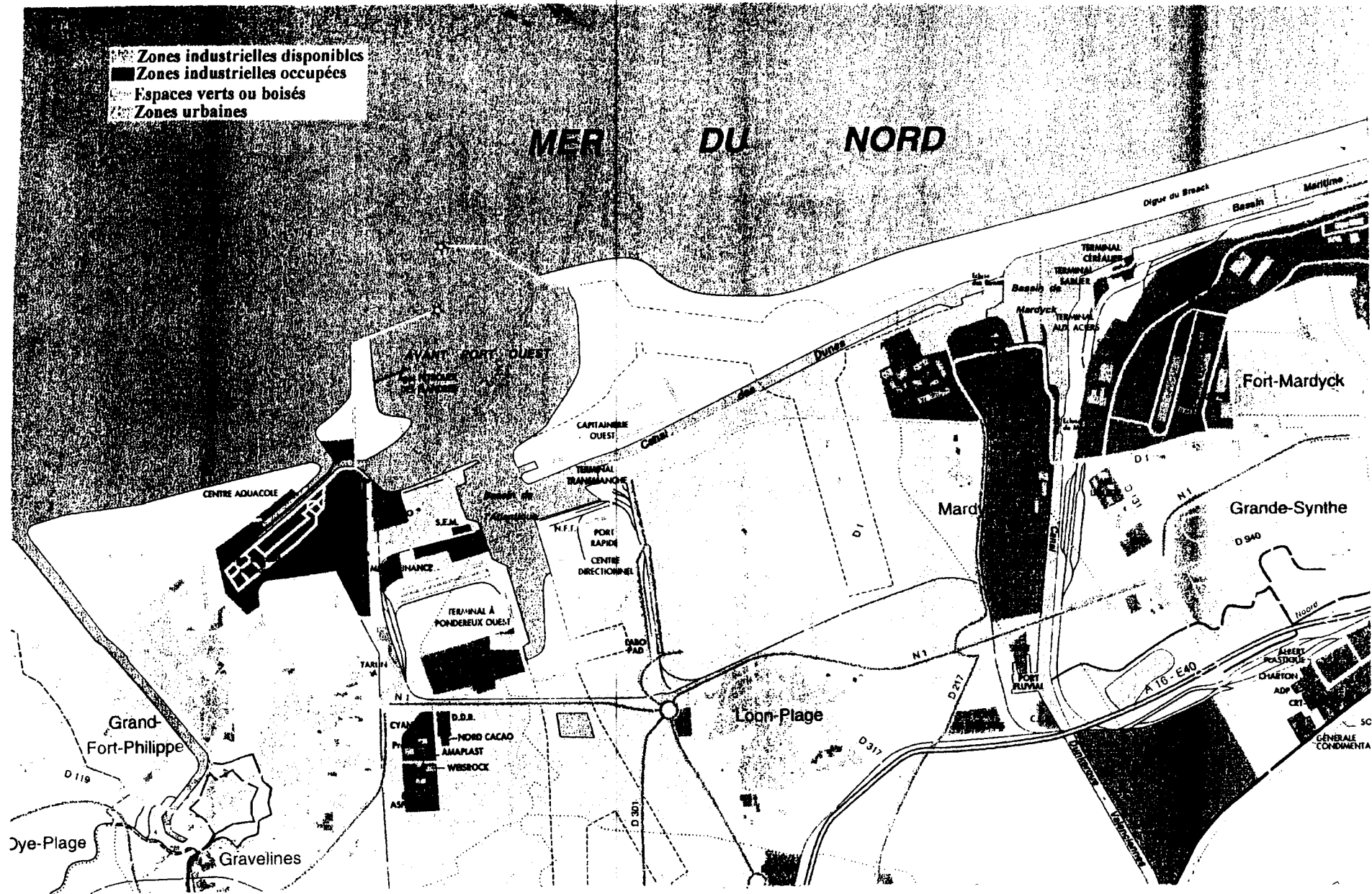


Figure 1 : Plan du Port-Ouest de Dunkerque.(extrait de la carte « Plan du port de Dunkerque », Port autonome de Dunkerque, Région Nord/Pas-de-Calais).(échelle: 1/67200).

Annoté

MER DU NORD

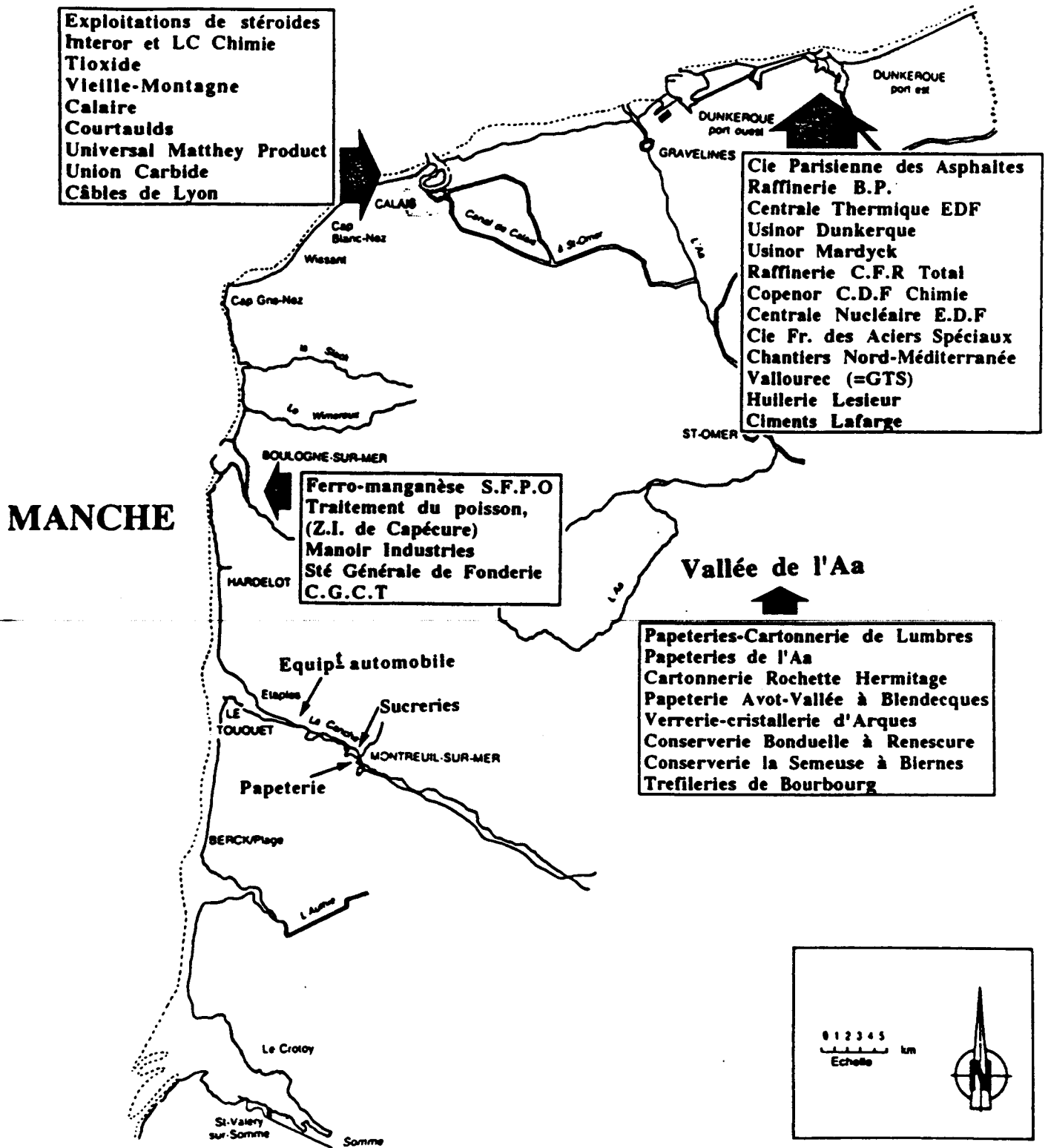


Figure 2 : Localisation des principales activités industrielles du Nord Pas-de-Calais.

I-2 : PROBLÈMES LIÉS À LA PRÉSENCE D'INFRASTRUCTURES PORTUAIRES

I-2-1 : La convention d'Oslo

Les côtes sont depuis toujours le lieu privilégié d'installation des ports et des activités industrielles ; la moitié de la population mondiale est localisée à moins de 50 km des rivages. Le littoral est donc soumis à de considérables pressions anthropiques de nature physique (dragages, aménagements), ou liées aux rejets de matières polluantes.

Les zones côtières sont le réceptacle final de nombreux rejets permanents ou occasionnels, urbains ou industriels (Annexe 1).

On peut donc s'attendre à ce que ces apports, en quantités toujours croissantes, perturbent de façon notable les biocénoses* marines (benthiques* et pélagiques*) et terrestres côtières en modifiant les caractéristiques physiques et chimiques des habitats.

Si l'on veut gérer au mieux l'écosystème côtier, il est nécessaire de connaître la concentration (et l'action) des micropolluants dans les sédiments.

C'est dans ce contexte que diverses institutions internationales, en particulier les conventions d'Oslo et de Londres (prévention de la pollution des mers par les opérations d'immersions) se sont attachées à préciser les conditions dans lesquelles ces caractéristiques doivent être recherchées.

La convention d'Oslo (O.S.C.O.M.), entrée en vigueur le 6 avril 1974, s'est penchée très tôt sur les problèmes des déblais de dragage. Dès 1980, elle édictait des lignes directrices sur la surveillance des immersions des déblais de dragage telles que :

- l'interdiction d'immersion de tous les déblais de dragage contenant des substances listées parmi lesquelles figurent notamment le mercure, le cadmium, les PCB (Polychlorobiphényles)...
- la subordination de l'immersion de déblais de dragage contenant des quantités importantes de substances définies à l'obtention d'un permis d'immersion.

En 1983, il a été décidé lors de la 10^{ème} réunion du comité consultatif permanent pour les conseils scientifiques (C.C.P.C.S.) de demander aux membres de la convention de transmettre leurs procédures relatives aux analyses de déblais de dragage afin de définir une procédure commune. Dans un 1^{er} temps, seuls les Pays-Bas, la Grande Bretagne et ultérieurement la France ont accédé à cette demande, ce qui a permis de rédiger la 1^{ère} version des lignes directrices provisoires relatives à l'échantillonnage et à l'analyse des déblais de dragage.

A l'issue de la 2^{ème} réunion du C.C.P.C.S. tenue à Hambourg en 1985, il a été convenu entre autres, de proposer des méthodes d'analyse des matériaux de dragage et paramètres à mesurer aux fins du contrôle et de la délivrance des permis et dans le but d'obtenir des statistiques sur les apports de polluants au milieu marin.

I-2-2 : Problème de l'exhaussement des fonds

Les zones portuaires nécessitent un entretien constant dû à l'accumulation de nombreux matériaux solides (rejets industriels, urbains, exutoires du réseau hydrographique) pour ce qui est des apports continentaux et l'ensemble des particules fines amenées par les marées.

Les matériaux vont sédimenter d'autant plus rapidement que l'hydrodynamisme et les échanges vers le milieu naturel sont réduits.

Les constructions de jetées de ports, par exemple, vont créer des obstacles au niveau des phénomènes de courants et de marées, ce qui va favoriser les dépôts de sédiment (Fig. 3).

L'étude des courants montre qu'il existe à l'entrée de l'avant-port un courant giratoire qui peut être dû à la configuration du port et de son chenal d'accès.

Des dépôts se produisent à certaines périodes de la marée et alimente en vases et en sables fins ce qu'on appelle la fosse extérieure. Ces dépôts seraient ensuite entraînés vers l'intérieur du port par des courants de remplissage qui pénètrent de façon giratoire (dans le sens des aiguilles d'une montre) pour venir mourir dans l'Avant-Port Ouest (Ciurlik, 1987).

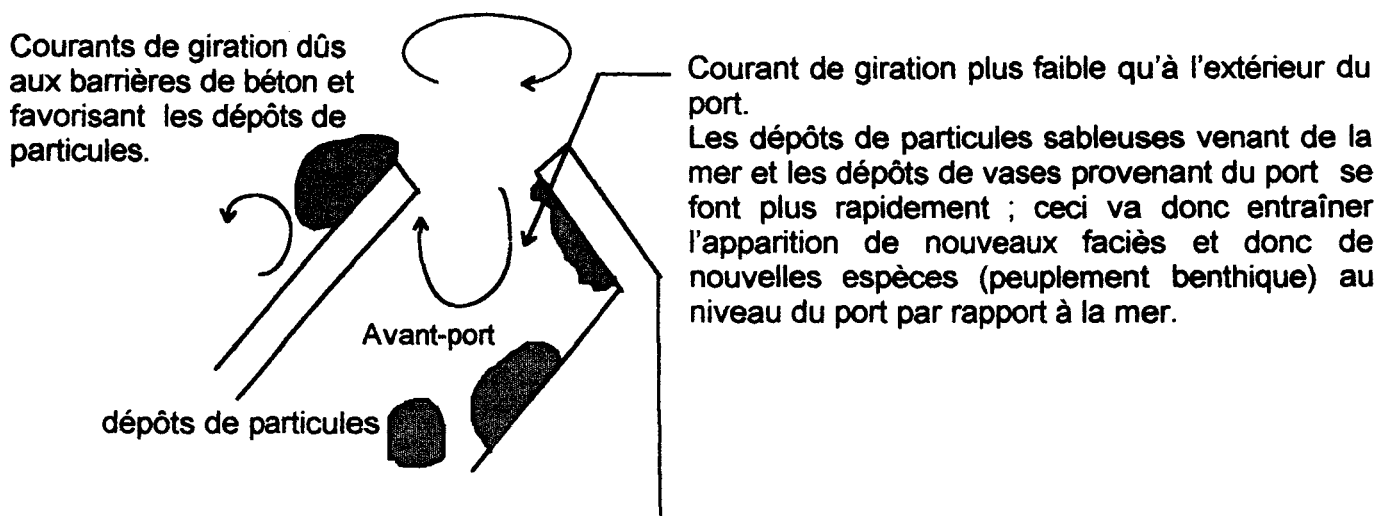


Figure 3 :

Principaux courants expliquant brièvement les phénomènes de dépôts au niveau du port.

Une des conséquences de ces dépôts de sédiments sableux et vaseux sera l'exhaussement et l'envasement des fonds. Le niveau d'envasement sera de plus en plus important au niveau du port. Pour ces raisons et pour assurer la sécurité dans le cadre des activités normales du port, une surveillance régulière du niveau des fonds des enceintes portuaires et des chenaux d'accès est assurée par les gestionnaires de ces zones (P.A.D.).

Dès que cela est nécessaire, le P.A.D. doit procéder au dragage, seul moyen de maintenir les possibilités de navigation et les capacités d'accueil du port (Tableau 1). Les modalités de dragages diffèrent selon les ports, le matériel utilisé et les zones à draguer. En fonction de ces zones, le Port Autonome de Dunkerque s'assure les services d'une drague à benne montée sur un ponton ou d'une drague aspiratrice en marche (D.A.M.) (IFREMER, 1989).

Quatre principaux sites sont dragués à Dunkerque :

- l'Avant-port Ouest
- l'Avant-port Est
- le bassin à marée
- le bassin à flot.

A ces sites strictement dépendants du port, s'ajoute le dragage du chenal situé entre les bancs du Snow et de Saint Pol dont les rejets sont également dispersés sur les zones ouest-nord et ouest-sud. La nature des rejets correspond aux sédiments, à la faune associée et aux divers polluants rencontrés dans l'avant-port ouest, ainsi qu'aux déblais du chenal intermédiaire. Les sédiments dragués doivent être acheminés à quelques milles de la côte puis déversés en mer dans des zones officiellement définies pour cette usage (Fig. 4 et Tableau 2). Ces zones de vidage sont autorisées et déclarées dans le cadre de la convention d'Oslo qui exige cependant des rapports annuels sur chaque zone d'immersion autorisée (IFREMER, 1989).

Ces rapports annuels fournissent les informations suivantes :

- la position de la zone d'immersion, la profondeur et les conditions de courant ;
- la nature des déchets immergés et la quantité totale effectivement immergée ;
- la quantité totale des contaminants.

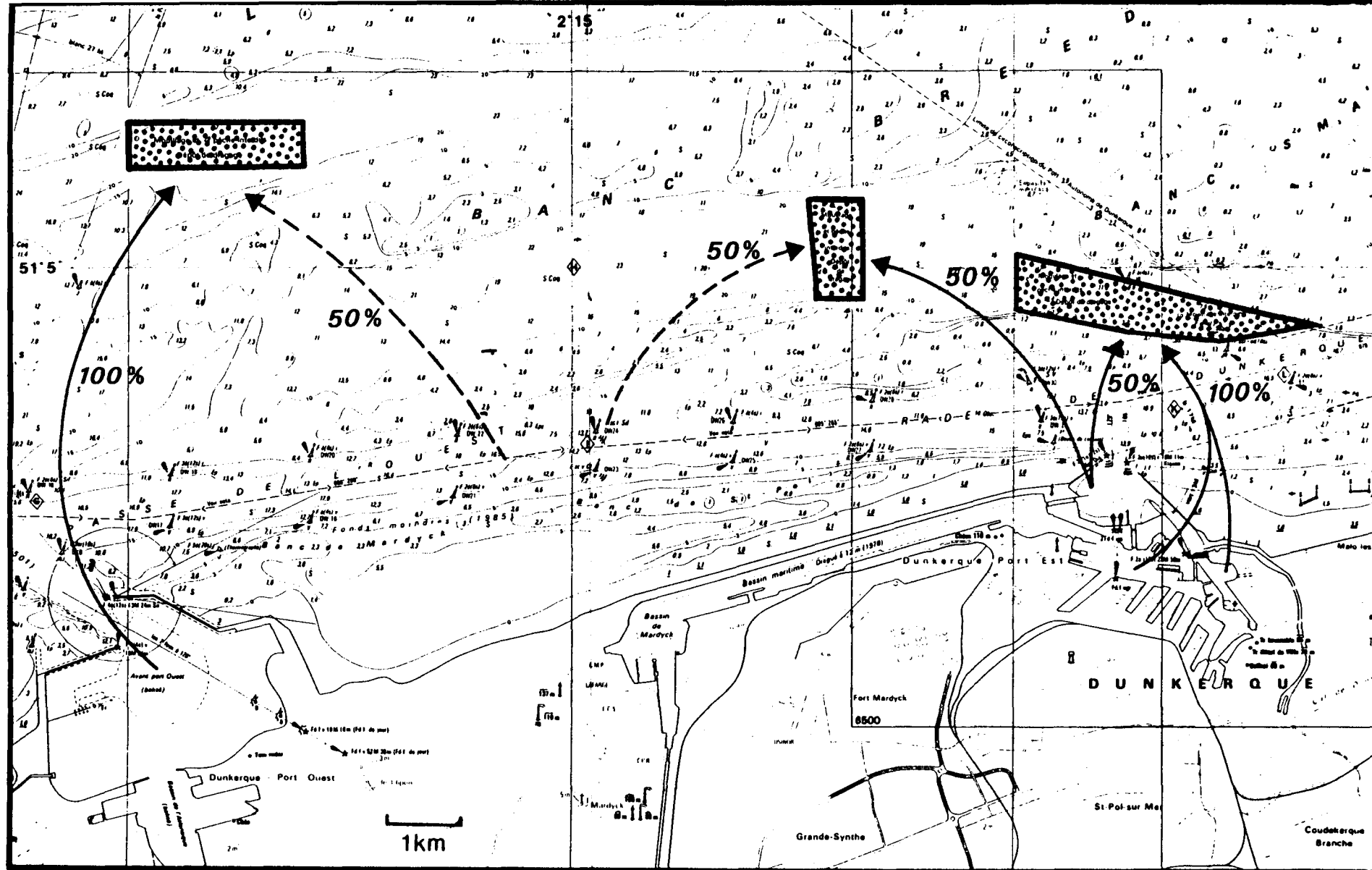
A Dunkerque, le P.A.D. organise 4 campagnes de dragage par an. Les dragages sont faits en sorte que l'épaisseur de matériaux à draguer ne dépasse pas 0,5 à 1m. Un contrôle régulier des fonds de l'avant-port (tous les 2 mois), des bassins intérieurs (tous les ans) et des bords à quai (tous les 6 mois à 1 an) est fait de même qu'avant, pendant et après les dragages (G.E.O.D.E., 1993).

Année	Poids de matière sèche draguée (t)	Volume dragué par site (m ³)
1983	850 000	1 636 000
1984	1 250 000	2 317 000
1985	1 647 000	2 970 000
1986	999 000	1 725 000
1987	1 105 000	1 800 000
1988	1 836 000	3 144 000
1989	1 536 000	2 480 000
1990	1 611 000	2 794 000
1991	804 000	1 534 000
1992	843 000	1 512 000
1993	1 080 000	2 006 000

Tableau 1 : Récapitulatif des dragages effectués dans l'A.P.O. de 1983 à 1993 (d'après Canis *et al.*, 1995).

Zones	Latitude Nord	Longitude Est
Vidage Ouest Nord	51° 06' 00	2° 10' 00
	51° 06' 00	2° 12' 00
	51° 05' 70	2° 12' 00
	51° 05' 70	2° 10' 00
Vidage Ouest Sud	51° 04' 09	2° 08' 97
	51° 04' 63	2° 10' 92
	51° 04' 34	2° 11' 13
	51° 03' 80	2° 12' 17

Tableau 2 : Coordonnées géographiques des points délimitant les zones de vidage Ouest-nord et Ouest-sud (d'après Thelier, 1993).



d'après Carte SHOM 6651

En pointillés : produits en provenance des chenaux d'accès aux ports.

Figure n°4: Localisation des zones d'immersion des déblais de dragages du Port de Dunkerque. (d'après la carte SHOM, in IFREMER, 1989).

I-3 : L'ÉCOSYSTÈME CÔTIER

La zone côtière, où les systèmes terrestre, pélagique, benthique et intertidal* convergent, est un lieu particulièrement fragile et sensible en constante évolution, caractérisé par une *variabilité importante* des phénomènes physico-chimiques et biologiques qui s'y manifestent. Cette diversité naturelle résulte des fluctuations simultanées de la géomorphologie des côtes (on distingue ainsi des côtes rocheuses et des côtes à sédiments meubles), de l'hydrodynamisme des masses d'eau (courants, houle, vagues et ondes de marée), des mécanismes d'apports en nutriments* (le plus souvent d'apports terrigènes par les fleuves et les rivières) et des climats (surtout par les variations de température). Ainsi le nombre de combinaisons est très grand et les différences entre sites parfois difficiles à discerner. On peut toutefois définir les types de côtes en les désignant par les facteurs qui impriment le caractère dominant (Lacaze, 1993).

I-3-1 : Phénomènes majeurs influençant l'écosystème côtier

I-3-1-1 : L'hydrodynamisme

Les courants, la houle, les vagues, les ondes de marée déterminent le degré de mélange des eaux, aussi bien horizontalement que verticalement. L'importance de l'hydrodynamisme est extrême dans les milieux côtiers, car une forte énergie "auxiliaire" accroît considérablement la fertilité biologique potentielle (Leigh *et al.* 1987 *in* Lacaze, 1993), et contribue à disperser les rejets contenant des contaminants susceptibles de devenir polluants, alors qu'au contraire, les eaux stagnantes des aires confinées sont le siège privilégié des dystrophies* et accumulation d'éléments nocifs. Les mouvements cycloniques, en effet, remettent en suspension les microalgues sédimentées et les nutriments libérés à l'interface eau-sédiment et réoxygène les couches profondes. Horizontalement, courants et ondes de marées dispersent les apports terrigènes, ce qui a pour effet d'élargir la zone de forte production I^{aire}* et de diluer les contaminants au-dessous des concentrations "actives". Un hydrodynamisme excessif, nuit toutefois à l'établissement de populations denses. Sur les substrats rocheux battus par les vagues et les houles, ne peuvent se maintenir que de petits organismes (balanes) contribuant très peu à la production trophique* ; de même, les sédiments lessivés par les forts courants sont toujours constitués de sables ou de graviers faiblement peuplés. A l'opposé, les eaux calmes sont favorables à l'installation d'une biomasse dense (parcs à huîtres ou à moules) par suite de l'utilisation sur place des nutriments et particules liées aux apports terrigènes (Leveau *et al.*, *in* Lacaze 1993).

a) La marée

Elle est de type semi-diurne résultant de l'interface d'une onde de marée venant de l'Atlantique par la Manche et d'une autre descendant par la Mer du Nord le long de la côte anglaise. Elle est dissymétrique avec un montant de 5 heures et un baissant de 7 heures.

b) Les courants

courant général

Le Pas-de-Calais est une région très fluctuante du point de vue météorologique. Suite au passage fréquent de dépressions provenant des circulations du front polaire, il en résulte, pour les vents, une circulation générale de secteur ouest.

On observe un courant résiduel faible partant au nord-est et atteignant la vitesse de 2,7 milles par jour environ (soit 5 km/j), mais des conditions météorologiques particulières peuvent être à l'origine d'inversion momentanée (au moins en surface) du courant résiduel.

courant de marée

Dans le secteur étudié, les courants de marée sont alternatifs, de direction sensiblement parallèle à la côte. Pendant le flot, ils sont dirigés vers l'est-nord-est ($65-70^\circ$), alors qu'au jusant, ils portent à l'ouest-sud-ouest ($225-260^\circ$). Ces courants ont des vitesses de l'ordre du mètre par seconde.

c) La houle

La houle, de provenance ouest à nord-est, vient principalement du nord (40 %) et du nord-ouest (18 %). Sa période moyenne est de 6 secondes, les trains de vagues ont des périodes de 7 à 10 secondes.

d) Sédimentologie

Dans les fonds au-delà de -8 mètres, l'action des courants est supérieure à celle des houles. Dans ce cas, les transports se font vers le Nord dans la Manche et vers l'Est dans la Mer du Nord (avec une vitesse de flot* supérieure à celle des houles). De la côte à -8 mètres, ce sont les actions des houles qui sont les plus importantes. Les transports résultants se font vers le Nord ou l'Est. Dans ces zones de courants forts, on trouvera des sédiments grossiers (cailloutis, graviers), alors que dans les zones de courants plus faibles, on trouvera des sédiments plus fins (sables à sables vaseux).

A ces faciès sédimentaires particuliers correspondent des espèces faunistiques caractéristiques (Tableau 3).

Faciès sédimentaires régionaux	Espèces caractéristiques
cailloutis	<i>Ophiothrix fragilis</i>
graviers	<i>Amphioxus</i>
sables moyens propres	<i>Ophelia borealis</i>
hétérogène envasé	<i>Ophiura texturata</i>
sables fins à moyens	<i>Nephtys hombergii</i> , <i>N. cirrosa</i> , <i>N. caeca</i>
sables fins à moyens envasés	<i>Nephtys hombergii</i>
sables fins envasés	<i>Abra alba</i> , <i>Tellina fabula</i>

Tableau 3 : Espèces caractéristiques des faciès sédimentaires régionaux. (Barbier & al., 1986, et pour les espèces en gras : Dewarumez, 1976).

I-3-1-2 : Le climat

a) Le vent

Le vent est une caractéristique très importante en Manche et en Mer du Nord. En effet celui-ci va renforcer le courant résiduel et va donc favoriser le déplacement vers la Belgique (secteur nord-nord-est). Ce vent peut créer un courant de surface qui pourra s'additionner au courant de jusant ou de flot.

b) Les précipitations

La pluie gonfle le débit des rivières, ce qui a pour conséquence d'augmenter l'intrusion d'eau dans le milieu marin. Cet apport d'eau douce pourra modifier la sédimentation des particules en suspension par l'effet de dilution de la salinité.

Les pluies vont également augmenter l'érosion du bassin versant ; l'apport des particules d'origine terrestre sera donc plus important.

I-3-2 : Devenir des polluants dans le milieu marin

La capacité des sédiments et sols à stocker les molécules est souvent très grande et ils se présentent la plupart du temps comme de véritables « pièges chimiques » à l'égard des polluants qui les traversent. Les polluants qui se fixent sur le matériel particulaire ont donc un comportement lié au sédiment (transport en suspension, charriage près du fond) lui-même lié à l'hydrodynamisme. Les polluants se trouvent principalement sur la fraction organique des vases. Un endroit vaseux aura donc plus de risques d'être pollué qu'un endroit sableux.

En général, les sédiments se déplacent beaucoup moins que la masse d'eau. Pour certaines régions confinées (baies, bassins portuaires), on considère qu'il y a piégeage. En conséquence, le sédiment s'avère être un bon indicateur d'un site. Dans les zones contaminées, la bioaccumulation* est à craindre car bon nombre d'espèces benthiques vivent dans le fond en étroite relation avec le sédiment superficiel. Cependant, on connaît mal actuellement la biodisponibilité* des polluants absorbés sur le sédiment. Néanmoins, on sait que dans les sites pollués, les polluants sont remis en suspension lors des tempêtes (ou des marées de vives eaux*) et peuvent venir contaminer la colonne d'eau (anonyme, 1990 *in* Lacaze, 1993). On peut faire remarquer que les vases et les sédiments fins étant très riches en matières organiques, ces milieux sont le siège d'une vie animale parfois intense.

I-3-3 : Dénaturation des biocénoses

Quand un écosystème est perturbé naturellement ou du fait des entreprises humaines, par exemple colmatage du fond par apports sédimentaires, l'atteinte portée au biotope* se traduit par des modifications des biocénoses* en place d'autant plus importantes que l'action des facteurs perturbateurs est plus intense et/ou plus durable.

L'existence de changements de dominance au sein d'un groupe restreint, en fonction du degré de pollution suggère que, de façon plus générale, des changements de structure des assemblages benthiques pourraient permettre de caractériser avec précision la distribution spatio-temporelle des pollutions.

L'étude de différents secteurs côtiers de Bretagne a montré que les Annélides polychètes, les Mollusques bivalves et les Crustacés amphipodes se répartissent en groupes écologiques selon leur sensibilité ou, à l'inverse, leur tolérance à la surcharge en matière organique (Glémarec, 1985), (figure 5).

Groupe I : espèces sensibles, dominant largement le peuplement en conditions normales et qui disparaissent les premières ;

Groupe II : espèces tolérantes, toujours en petites quantités et ne fluctuant pas de façon significative ;

Groupe III : espèces tolérantes dont la répartition écologique apparaît plus large lorsqu'il y a perturbation que dans les conditions normales ;

Groupes IV et V : espèces opportunistes de premier ordre (*Spionidae* et conditions anoxiques*) ;

En fonction du degré de pollution organique, les espèces de ces groupes forment des assemblages différents, permettant de proposer une notation sous forme d'un "indice biotique" (Annexe 2a et 2b).

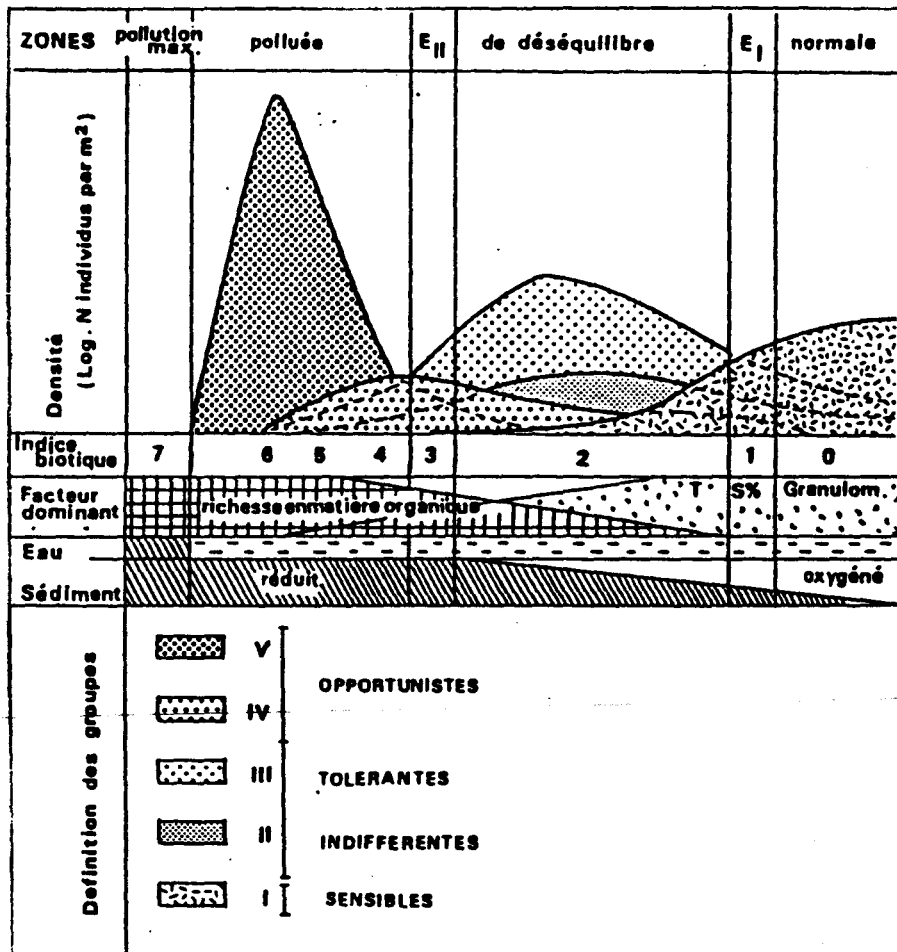


Figure 5 : Schéma de répartition des espèces benthiques dans les milieux hypertrophiques de Bretagne (Glémarec et Hily, 1981).

II : MATÉRIELS ET MÉTHODES

II-1 : CAMPAGNES DE PRÉLÈVEMENT

II-1-1 : Répartition des points de prélèvement

Deux campagnes de prélèvement ont été réalisées dans le temps. La première a été effectuée en septembre 1995, la seconde en octobre 1995.

Pour ces deux campagnes, ont été échantillonnées 6 stations sur les zones de vidage du Port Autonome, ainsi que 3 stations d'une zone estimée suffisamment éloignée des zones de vidage pour servir de zone de référence.

La répartition et la profondeur des 9 points de prélèvement sont données dans le tableau 4. La figure 6 présente la localisation des points de prélèvement dans les zones de vidage et la zone de référence.

stations	latitude	longitude	profondeur (en m)
10	51°04'170	2°09'660	17.70
12	51°04'200	2°10'510	15.80
22	51°04'790	2°10'940	17.50
28	51°05'800	2°10'910	25.70
19	51°05'880	2°10'280	32.40
31	51°06'700	2°11'400	32.40
R3	51°04'880	2°02'800	14.40
R5	51°04'000	2°01'670	27.30
R11	51°03'930	2°03'520	26.00

Tableau 4 : coordonnées et profondeur des stations.

Les stations de la zone de référence ont été ombrées.

II-1-2 : Méthodes de prélèvements

A chacune des stations étudiées, les prélèvements ont été effectués à l'aide d'une benne "Van Veen" (Fig. 7) mise en œuvre à partir d'une vedette hydrographique appartenant au P.A.D. La benne échantillonne sur une surface de 1/10 de mètre carré et sur un volume variant de 15 à 25 litres suivant la compacité du sédiment.

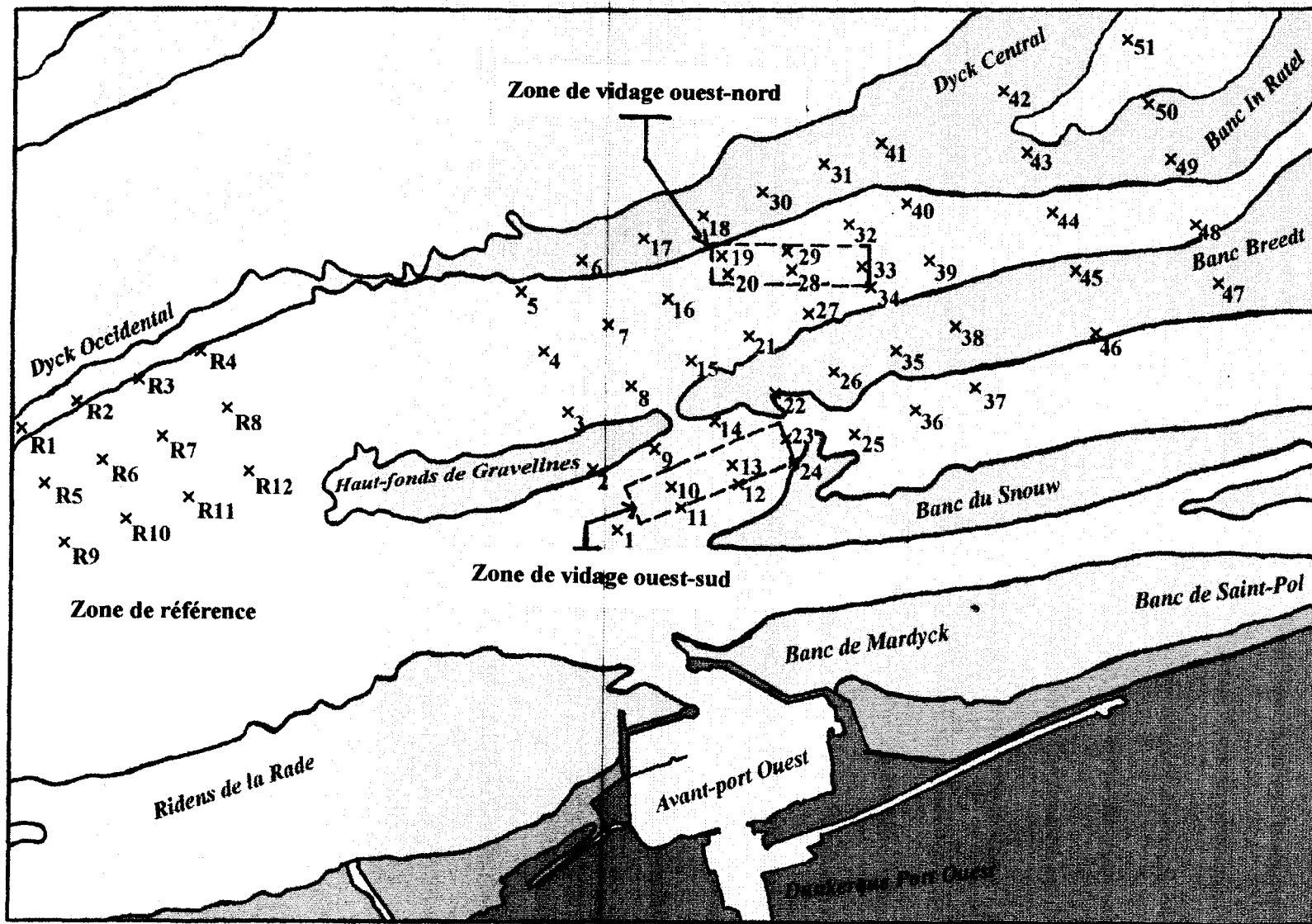


Figure 6 : Localisation des points de prélèvement dans les zones de vidage et la zone de référence.

Pour la première campagne, 11 coups de benne ont été donnés afin de recueillir 1 premier échantillon de sédiment en vue de l'étude granulométrique* et 10 autres échantillons servant à récolter la macrofaune* benthique après tri du sédiment. A la deuxième campagne, 6 coups de benne seulement ont été donnés, dont 1 pour le sédiment et 5 pour la macrofaune benthique. La raison pour laquelle le nombre de coups de benne a été réduit de moitié s'explique par le fait que l'on s'est rendu compte que, si 10 correspond théoriquement au nombre minimum de coups de benne pour lequel on trouverait un maximum de données, il s'est avéré que le fait de ne faire que 5 prélèvements permettait d'apporter en pratique autant de données, c'est-à-dire de trouver autant d'espèces. Nous essaierons d'ailleurs de le montrer en observant les listes faunistiques qui seront faites par la suite.

Le sédiment est conservé à 4°C dans des sacs soigneusement annotés et numérotés en vue des analyses granulométriques.

Le sédiment recueilli pour la macrofaune est passé sous courant d'eau de mer sur deux tamis différents. Un premier tamis à taille de mailles circulaires de 5 mm de diamètre pour un premier tri (invertébrés et débris coquilliers) et un second à taille de mailles de 1 mm de diamètre dans lequel on récupère le sédiment. Les refus de tamis sont mis dans des sachets ou des flacons numérotés et référencés dans lesquels on ajoute du formol salé à 8 % pour la conservation de la faune. Ces échantillons permettront d'effectuer des relevés faunistiques qui serviront aux analyses statistiques.

II-2 : ANALYSES GRANULOMÉTRIQUES

II-2-1 : Principe

L'analyse granulométrique a pour but de définir la texture d'un sédiment, c'est-à-dire la nature et l'agencement des diverses catégories granulométriques (argiles*, limons*, sables*, graviers*) des constituants minéraux d'un sol (Parent, 1991), et de déterminer la répartition des éléments du substrat selon la taille en fonction de la longueur ou de la largeur des grains qui la composent. Pour cette analyse, on se reporte à la définition de fractions sédimentaires qui constituent la roche dans son ensemble.

Pour les roches meubles de nos zones d'étude, 7 classes granulométriques ont été retenues :

- fraction ≥ 2 mm
- $1 \text{ mm} \leq \text{fraction} < 2 \text{ mm}$
- $0.5 \text{ mm} \leq \text{fraction} < 1 \text{ mm}$
- $250 \text{ }\mu\text{m} \leq \text{fraction} < 500 \text{ }\mu\text{m}$
- $100 \text{ }\mu\text{m} \leq \text{fraction} < 250 \text{ }\mu\text{m}$
- $63 \text{ }\mu\text{m} \leq \text{fraction} < 100 \text{ }\mu\text{m}$
- fraction $< 63 \text{ }\mu\text{m}$

Un échantillon de sédiment passé sur une série de tamis dont le vide de maille correspond aux limites granulométriques retenues, va permettre une caractérisation, après pesée, de chacun des refus de tamis. Les résultats sont exprimés en pourcentage du poids total de l'échantillon initial. Les fractions sédimentaires définissent des classes granulométriques particulières (Bellair & Pomerol, 1977) (Annexe 3a). Les pourcentages respectifs de chacune de ces classes permettent également de définir des faciès granulométriques (Larsonneur, 1977) (Annexe 3b).

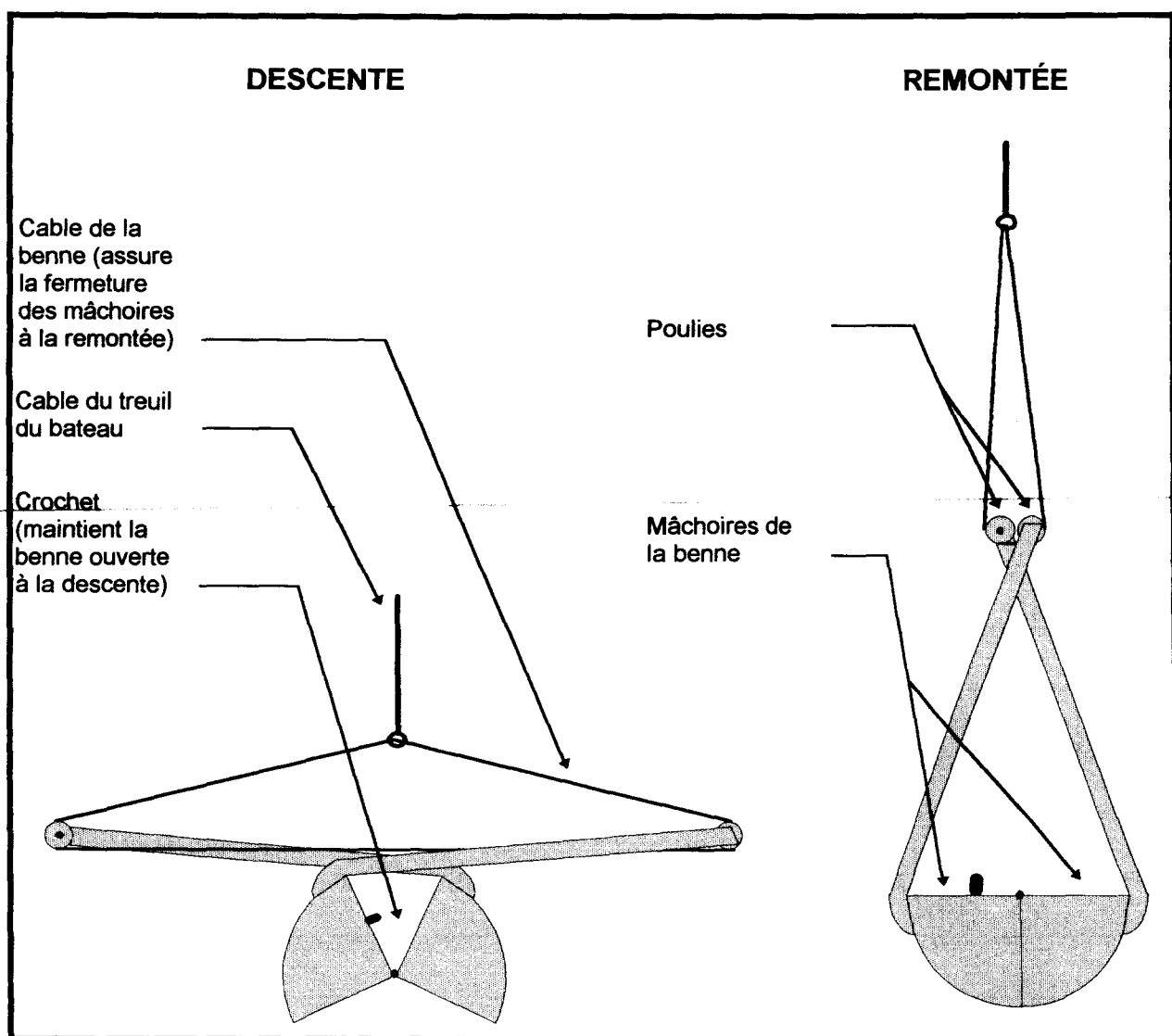


Figure 7 : Principe schématique du fonctionnement de la benne de prélèvement « VAN VEEN », (Patigniez, 1996).

II-2-2 : Mode opératoire

Les échantillons sont d'abord séchés à l'étuve à 60°C pendant 72 heures afin de peser 200 grammes de sédiment sec dont les particules seront mises en suspension à l'aide d'un mélangeur rotatif pendant au moins 24 heures. Chaque échantillon est ensuite passé sur 2 premiers tamis de tailles de mailles respectives de 2 mm et 63 µm afin d'éliminer les "fines", c'est-à-dire les particules inférieures à 63 µm. La fraction supérieure à 2 mm est mise de côté alors que le refus du tamis correspondant à la fraction supérieure à 63 µm est repassé sur une colonne de tamis de tailles de mailles décroissantes (1 mm ; 500 µm ; 250 µm ; 100 µm ; 63 µm) mis sous agitateur liquide (Fig.8).

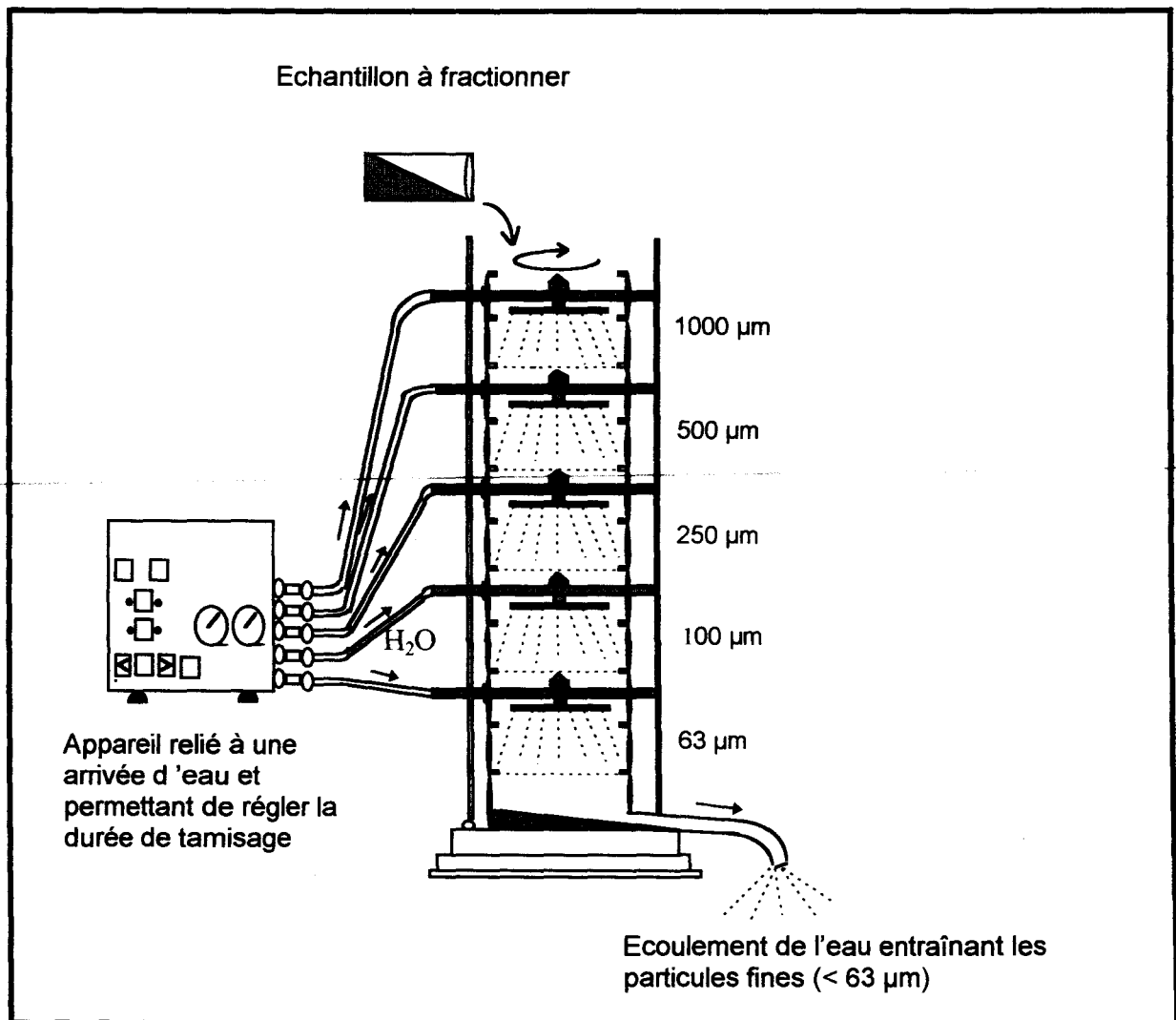


Figure 8 : Coupe schématique d'une colonne de tamisage, permettant d'observer comment se fait le passage d'un échantillon de sédiment.

II-2-3 : Caractéristiques granulométriques

Les caractéristiques granulométriques des échantillons de sédiment se déterminent graphiquement à partir de la courbe des fréquences pondérales cumulées. Un exemple de représentation graphique est donné figure 9.

- **La médiane (md)** permet de définir le grain moyen qui correspond à la dimension théorique du vide de maille permettant le passage de 50 % du poids de l'échantillon. La médiane permet d'estimer et de comparer la force des courants transporteurs.

- **Le premier quartile (Q1)** correspond au vide de maille permettant le passage des 25 % pondéraux de l'échantillon.

- **Le troisième quartile (Q3)** correspond au vide de maille permettant le passage des 75 % pondéraux de l'échantillon.

A partir de l'écart interquartile géométrique également appelé " Sorting coefficient " il est possible de montrer la valeur du classement du sédiment étudié.

- **L'écart interquartile (So)** de TRASK est un indice de mauvais triage qui croît en sens inverse de la perfection du triage.

$$So = \sqrt{(Q3 \div Q1)}$$

Plus So est grand, plus le sédiment est mal trié ; selon TRASK, on a :

1 < So < 1.5 : sédiment très bien classé (STBC)

1.5 < So < 2.5 : sédiment bien classé (SBC)

2.5 < So < 4 : sédiment faiblement classé (SFC)

4 < So : sédiment très mal classé (STMC).

II-3 : ÉTUDE DE LA MACROFAUNE

II-3-1 : Travail en laboratoire

Les invertébrés recueillis lors des campagnes de prélèvement sont triés, déterminés puis conservés dans du formol salé à 8 %. La détermination est poussée jusqu'à l'espèce quand cela est possible à l'aide d'ouvrages de références (Campbell & Nicholls, 1986 ; Fauvel, 1923 et 1927 ; Perrier, 1964 et 1967) et un comptage par espèce et par échantillon est effectué. On obtient ainsi des relevés faunistiques.

II-3-2 : Méthodes de calcul et d'analyse des résultats

Les résultats ont fait l'objet de calculs statistiques simples afin d'analyser la macrofaune présente dans les différents sites.

II-3-2-1 : Description des peuplements

Les peuplements des différents sites ont été caractérisés par leur abondance, leur densité, leur dominance et leur constance.

- **Abondance** : chaque échantillon est caractérisé en terme d'abondance qui est égale au nombre d'individus récoltés de chaque espèce.

Abondance de a (A_a) = nombre d'individus de l'espèce a dans le prélèvement

- **Densité** : les valeurs d'abondances absolues peuvent être ramenées à une surface déterminée. Elles définissent alors des densités par unité de surface. Les prélèvements ayant été effectués au moyen d'une benne de $1/10 \text{ m}^2$, il est possible de définir des densités par m^2 en multipliant par 10 les valeurs d'abondances absolues.

Densité de a (d_a) = $A_a \times 10$

Pour chacune des stations, on obtient la densité moyenne en divisant la densité par le nombre de prélèvements. Or, suivant les campagnes, le nombre de prélèvements était différent.

Ainsi pour la première campagne, nous aurons :

Densité moyenne de a (d_{ma}) = $\sum (A_a \times 10) \div 10 = \sum A_a$

alors que pour la deuxième campagne, la densité moyenne sera :

Densité moyenne de a (d_{ma}) = $\sum (A_a \times 10) \div 5 = d_a \text{ total} \div 5$

- **Dominance** : la dominance d'une espèce dans un prélèvement est égale au rapport de son abondance sur le nombre total d'individus de toutes les espèces récoltées dans le même prélèvement (Guille, 1971). Elle sera calculée par espèce et par taxon*. Cette valeur de dominance correspond à l'expression de la proportion relative des diverses espèces dans le prélèvement. Elle est exprimée en pourcentage.

Dominance de a (D_a) = $(A_a \div N) \times 100$

avec N : nombre total d'individus.

- **Dominance moyenne** : la dominance moyenne d'une espèce dans un peuplement est la moyenne des dominances obtenues par cette espèce dans tous les prélèvements effectués dans ce peuplement (Guille, 1971).

$$\text{Dominance moyenne de } a \text{ (D}_{ma}) = \sum D_a \div N$$

avec N : nombre total d'individus.

- **Constance (= fréquence)** : la constance d'une espèce dans un peuplement est le rapport du nombre de prélèvements où l'espèce a été trouvée sur le nombre total de prélèvements effectués dans ce peuplement. La constance s'exprime en pourcentage (Guille, 1971).

$$\text{Constance de } a \text{ (C}_a) = (C_a \div C) \times 100$$

avec C_a : nombre de prélèvements contenant l'espèce

C : nombre total de prélèvements.

En fonction de la valeur de la constance obtenue pour chaque espèce, celle-ci est classée dans l'une des 4 catégories suivantes :

- $C \geq 50\%$: espèce constante
- $25\% \leq C < 50\%$: espèce commune
- $12.5\% \leq C < 25\%$: espèce peu commune
- $C < 12.5\%$: espèce rare.

II-3-2-2 : Étude de la diversité

La mesure de la diversité permet d'apprécier la qualité biologique d'un milieu. Cette biodiversité tend à diminuer en cas de pollution (Frontier & Pichot-Viale, 1990). Elle peut être exprimée par divers indices).

- **Indice de Shannon-Weaver (1948)** : C'est l'indice de diversité le plus utilisé. Il mesure précisément la quantité moyenne d'information donnée par l'indication de l'espèce d'un individu de l'échantillon. Il s'exprime en bits par individu et a pour formule :

$$\text{Indice de shannon-Weaver (H')} = - \sum P_i \times \text{Log}_2 P_i$$

avec P_i : rapport du nombre d'individus de l'espèce i sur le nombre total d'individus de la station.

Un faible indice traduit un écosystème immature à petit nombre d'espèces et à grand nombre d'individus (situation écologique défavorable, peut-être liée à une perturbation naturelle ou artificielle). Par contre, une forte valeur de cet indice correspond à un grand nombre d'espèces et à un faible nombre d'individus (situation écologique stable). Les valeurs rencontrées sont généralement comprises entre 1 et 5.

- **Indice de régularité (ou d'équiprobabilité)** : cet indice correspond à la diversité relative (Frontier, 1983). Il se calcule en faisant le rapport de la diversité mesurée sur la diversité maximale théorique.

$$\text{Indice de régularité (R)} = H' \div H'_{\max} = H' \div \text{Log}_2 S$$

avec H' : indice de diversité

S : nombre total d'espèces du prélèvement.

Ce rapport est compris entre 0 et 1. Une régularité faible caractérise une ou plusieurs espèces dominantes. Une régularité égale à 1 indique que toutes les espèces ont le même effectif.

- **Diagramme Rangs-Fréquences (DRF)** :

D'après Frontier (1981), un simple indice numérique ne permet pas de juger totalement de la justesse d'une analyse. Il convient de la compléter par d'autres analyses plus précises. Ainsi les DRF présentent l'avantage de donner une représentation synthétique plus détaillée du peuplement que le simple indice de diversité et de ne pas attacher autant d'importance aux espèces rares que l'indice de Shannon-Weaver. Ils permettent d'interpréter l'évolution écologique du peuplement (Frontier, 1976).

- **Principe** :

Les espèces présentes sont d'abord classées par ordre d'abondances décroissantes, puis l'ensemble est représenté sur un graphique bidimensionnel où le rang r de l'espèce dans l'échantillon est porté en abscisse et son abondance (absolue ou relative) en ordonnée. Cette représentation équivaut à établir une courbe de fréquence rétrocumulée. On utilisera pour les deux variables l'échelle logarithmique afin de lire et de comparer plus facilement les diagrammes entre eux. De plus, il devient équivalent de parler d'abondance absolue ou d'abondance relative (fréquence) d'une espèce. L'allure des diagrammes rangs-fréquences varie essentiellement en fonction de la diversité spécifique. En fait, ils donnent de cette diversité une représentation globale plus détaillée qu'une simple valeur numérique. Les deux

composantes fondamentales de la diversité (qui sont, le nombre d'espèces et la régularité du partage des individus entre ces espèces), sont directement lisibles sur le graphique : le nombre d'espèces se voit à l'extension de la courbe vers la droite ; la régularité, à son allure plus ou moins convexe ou concave. En effet, quand il y a un nombre d'espèces abondantes accompagnées de quelques espèces rares, diversité et régularité sont faibles et le diagramme est concave (Fig. 10(A)). Quand on observe un nombre important d'espèces de moyenne abondance, sans espèce fortement dominante (mais toujours avec un contingent d'espèces rares), diversité et régularité sont plus élevées et le diagramme est convexe (Fig. 10(B)). Certains diagrammes sont intermédiaires, étant rectilignes sur une partie de leur parcours (Fig. 10(C)). Enfin, certains montrent des paliers, ce qui indique généralement un biais d'échantillonnage (Fig. 10(D)). Ces DRF, tout comme les indices de diversité, dépendent de l'échelle d'observation et des phénomènes saisonniers (Frontier & Pichot-Viale, 1990). Dans le cadre de cette étude, un DRF de synthèse a été réalisé pour l'ensemble des stations prospectées.

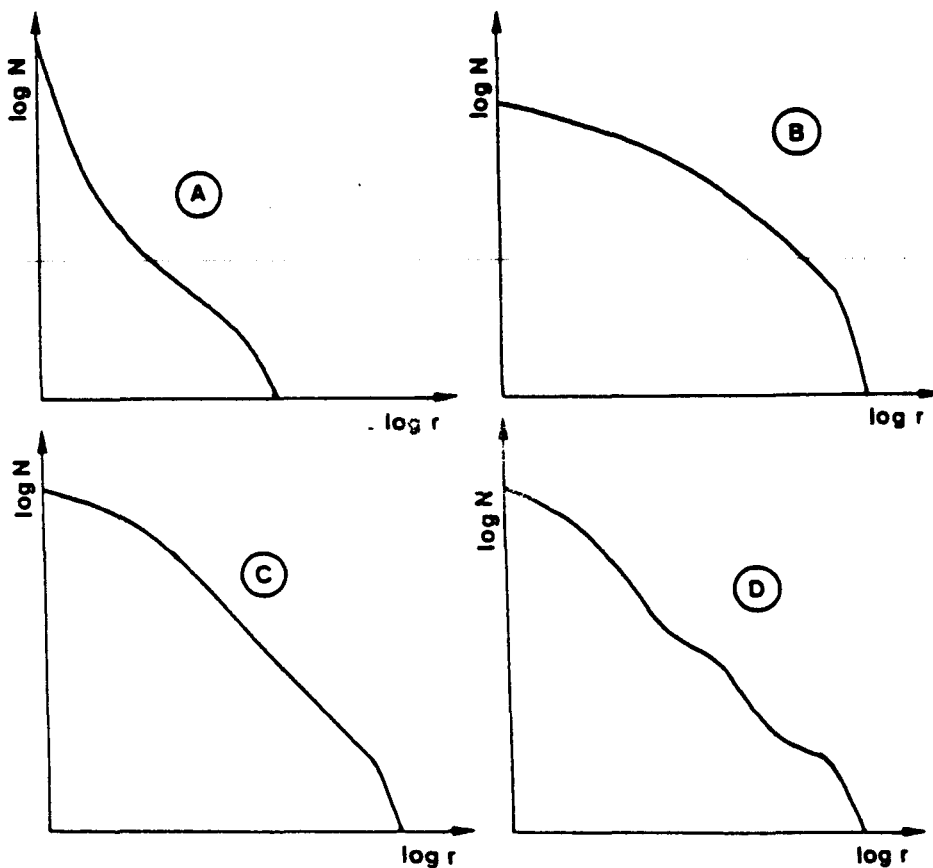


Figure 10 : Allures typiques de Diagrammes Rangs-Fréquences. (A) Diversité et régularité faibles ; (B) Diversité et régularité élevées ; (C) Diagramme intermédiaire en partie rectiligne ; (D) Diagramme à paliers. (Frontier & Pichot-Viale, 1990).

II-3-2-3 : Méthodes de traitement statistique global

II-3-2-3-1 : Méthode des dendrogrammes

- Similitude :

La notion de similitude permet de déterminer les groupes de stations ayant des compositions faunistiques semblables, afin de délimiter les peuplements. La délimitation des ensembles d'affinités faunistiques se fait à l'aide d'un indice de similitude, en comparant deux à deux les stations. Ces coefficients de similarité sont utilisés pour mesurer l'association entre "objets" (ici entre stations). Ils concernent les données binaires du type Présence-Absence. Il convient donc d'être prudent dans une analyse spécifique, car la double absence d'une espèce dans deux stations ne fournit pas une indication, ni très utilisable, ni comparable à la double présence (Legendre et Legendre, 1979) et en tenir compte pourrait entraîner le rapprochement abusif de certaines stations. C'est pourquoi la plupart des indices de similitude existants sont basés uniquement sur la Présence-Absence et ne considèrent pas la double absence comme une information; ils sont donc à ce titre qualifiés d'indices qualitatifs.

Dans le cas présent, la similitude a été calculée à l'aide du logiciel STAT-ITCF à partir des distances euclidiennes.

- Dendrogramme :

Les matrices carrées des indices de similitude sont exploitées statistiquement de différentes manières. La méthode des dendrogrammes est la plus fréquemment utilisée car elle permet de visualiser nettement les associations faunistiques.

Elle consiste en une représentation à deux dimensions de la matrice (niveau de similitude hiérarchisé et observations non hiérarchisées).

Le niveau de similitude entre les données est obtenu par l'application de l'algorithme :

$$d_{h,ij} = \alpha d_{hi} + \alpha d_{hj} - \beta d_{ij} \quad \text{avec } (2\alpha + \beta) = 1$$

C'est la valeur de β qui donne l'allure générale du dendrogramme. Quand β tend vers -1, les valeurs sont exagérément groupées.

Dans la pratique, pour tracer un dendrogramme, il faut joindre par un segment de droite les deux stations liées par l'indice de similitude le plus élevé à ce même niveau de similitude, et comparer ce couple aux autres stations. Celle qui lui est la plus proche, lui est alors associée à un niveau de similitude défini par l'algorithme précédent, et ainsi de suite.

II-3-2-3-2 : Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)

La méthode utilisée pour le traitement statistique des données des tableaux de contingence stations/espèces est l'analyse factorielle simple des correspondances (A.F.C.).

- **Intérêts de la méthode :**

Elle permet de réduire la dimension des données en conservant le maximum d'information. L'analyse factorielle peut ainsi relier la typologie des lignes et celle des colonnes (Dervin, 1992).

- **Aspects mathématiques :**

Les différentes étapes qui mènent à la construction graphique de l'AFC sont évoquées ci-dessous.

1) Le tableau de contingence

La méthode s'applique à des tableaux de contingences (ou croisés) à deux variables qualitatives sur une population de n individus.

2) Le calcul des profils-lignes et des profils-colonnes

La ressemblance entre profils s'exprime par la distance du Khi2 (χ^2) : elle mesure la liaison entre deux valeurs qualitatives.

3) La détermination de la matrice d'inertie

4) la recherche des valeurs propres et des vecteurs propres

5) La détermination des axes principaux d'inertie

6) Les calculs des composantes principales

7) La représentation graphique

L'ensemble des points-lignes et des points-colonnes se révèle comme un nuage de points qui est la représentation graphique de dispersion de deux axes factoriels principaux. L'ajustement des profils-lignes ou colonnes vise à donner une image plane approchée du nuage (quand le nuage est centré, le barycentre est pris comme origine). Il y a une

introduction du poids qui correspond à l'effectif spécifique par station dans le critère d'ajustement : chaque classe a une importance proportionnelle à la population qu'elle représente.

Cette construction de l'AFC est obtenue après traitement informatique grâce à un logiciel statistique (STAT-ITCF).

- Règles d'interprétation du nuage de points-lignes et de points-colonnes :

- un élément intéressant est la contribution en pourcentage de chaque point. Le plan principal est fait par les deux valeurs les plus représentées. Cette expression est importante car elle permet de classer les points selon le rôle plus ou moins grand qu'ils ont joué dans la détermination des axes. Les points dont les contributions relatives sont supérieures à 0,4 peuvent être mis en éléments supplémentaires car ils tirent l'axe vers eux et risquent de perturber la représentation des autres points.

- Le cosinus carré désigne la qualité de la représentation des points. Quand ceux-ci sont bien représentés, la projection est peu déformante : $\cos^2 \# 1$.

- Interprétation de l'inertie des axes :

les points qui ont de faibles contributions à l'inertie sont des points très légers du point de vue des effectifs. On améliore parfois la clarté des analyses factorielles en annulant la masse attribuée par ces points : ils sont mis en éléments supplémentaires donc dotés d'une masse nulle. Ils n'interviennent alors pas dans le calcul de la matrice mais sont positionnés sur les axes.

- Interprétation du graphique :

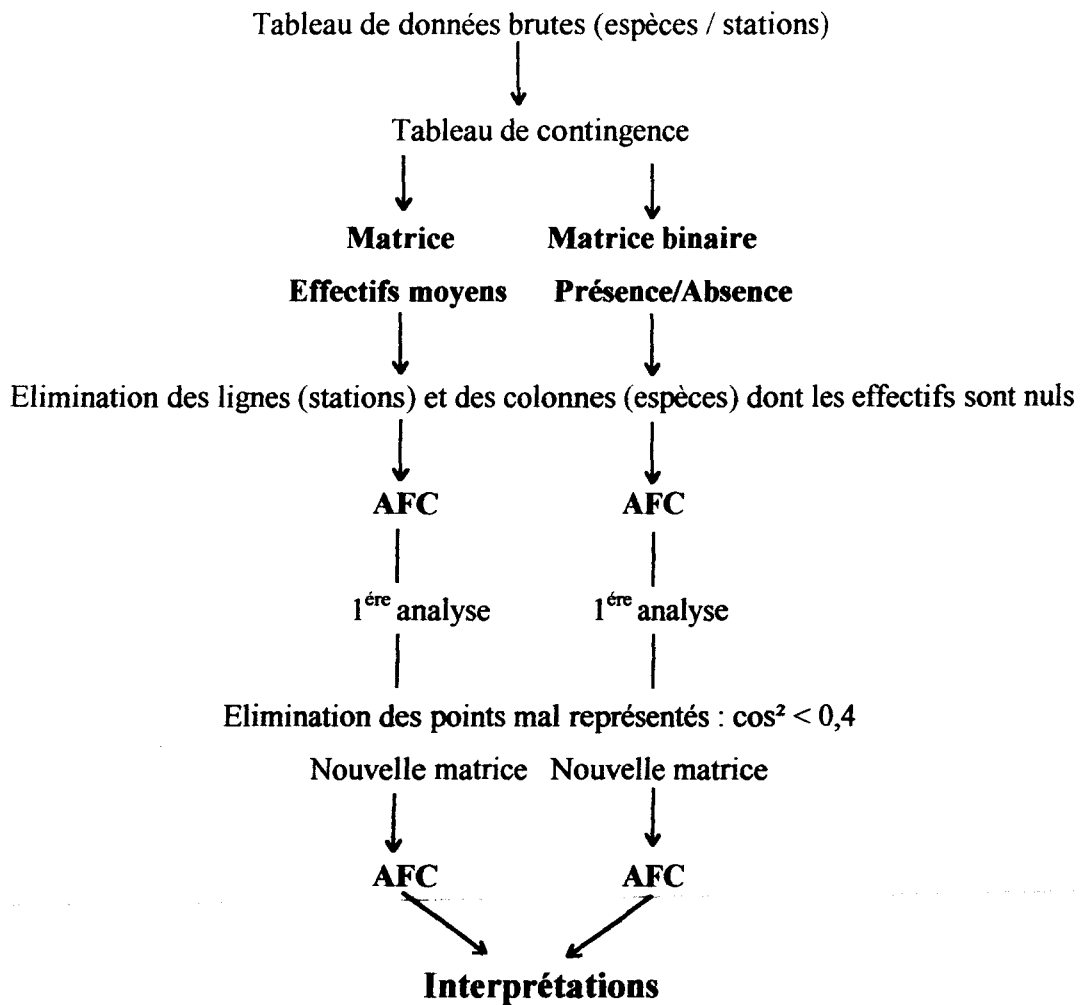
la lecture du plan factoriel peut s'effectuer à trois niveaux d'analyse selon que l'on considère :

- L'ensemble des catégories relatif aux stations. La proximité entre deux points-lignes (stations) signifie une similitude des profils du point de vue des espèces.
- L'ensemble des modalités concernant les espèces (colonnes).
- L'ensemble des points lignes et colonnes. Il sera possible d'identifier les modalités qui sont responsables de certaines proximités dans le plan de projection.

- Limites de la méthode :

Cette méthode n'est applicable que pour deux groupes de valeurs qualitatives et ne met en évidence que les points communs entre ces deux groupes.

- Protocole analytique des AFC :



Remarque : Les AFC effectuées grâce aux effectifs permettent des regroupements quantitatifs. Par contre, les AFC binaires conduisent à des regroupements qualitatifs entre espèces.

III : RÉSULTATS

III-1 : GRANULOMÉTRIE

Après le passage des échantillons de sédiment sur la colonne de tamisage, les pourcentages pondéraux obtenus pour chaque classe de fraction granulométrique ont permis de définir les faciès granulométriques de chacune des stations.

III-1-1 : Campagne de septembre 1995

Le tableau 5 présente les différentes classes granulométriques, ainsi que la nature des faciès qui ont pu être définis pour chacune des stations étudiées, à partir des fractions sédimentaires et à l'aide de l'annexe 3a représentant la classification granulométrique des sédiments selon Larssonneur (1977).

Ainsi, au niveau des zones de vidage, on peut définir quatre faciès différents :

- **faciès de sables fins** (fraction [0,2 mm ; 0,5 mm[dominante) : stations 22, 28, 31,
- **faciès de sables vaseux** (de 5 à 25 % de lutites : fraction < 63 µm) : station 12,
- **faciès de vases sableuses** (de 25 à 75 % de lutites) : station 10,
- **faciès de vases** (lutites > 75 %) : station 19.

Au niveau de la zone de référence, 2 faciès sont observés :

- **faciès de sables graveleux** (fraction [2 mm ; 20 mm[> 15 %) : station ~~R11~~^{R5}.
- **faciès de sables fins** : stations R3 et ~~R5~~^{R11}.

On observe donc une hétérogénéité des faciès sédimentaires avec une nette opposition entre les sites de la zone de référence et dont le faciès est relativement homogène (sables fins) et les stations situés dans la zone comprenant les zones de vidage et en majorité vaseux.

La figure 11 présente la répartition des différents faciès observés.

III-1-1-1 : Classement

Les caractéristiques granulométriques, c'est-à-dire, la médiane (Md), le premier quartile (Q1), le troisième quartile (Q3) et l'écart interquartile (So), ont été déterminés graphiquement à partir de la courbe des fréquences pondérales cumulées pour chacun des échantillons de sédiment. Les pourcentages cumulés des fractions granulométriques ainsi que les paramètres statistiques énumérés ci-dessus sont présentés dans le tableau 6.

A partir de l'écart interquartile on détermine le classement du sédiment qui indique, d'une certaine manière, le mode de dépôt.

- 4 stations sont très bien classées (**TBC**) : stations 19, 22, R3 et R5,
- 4 stations sont bien classées (**BC**) : stations 12, 28, 31 et R11,
- 1 station est très mal classée (**TMC**) : station 10.

stations	Limites des classes de fractions granulométriques							faciès
	< 63µm	[63µm;100µm]	[100µm;250µm]	[250µm;500µm]	[500µm;1mm]	[1mm;2mm]	≥2mm	
10	25,72	4,75	29,45	12,42	0,75	0,53	26,38	VS
12	5,22	0,28	7,82	23,62	25,08	15,6	22,38	SV
22	1,77	0,1	18,55	71,2	6,08	1,38	0,92	SF
28	4,95	0,25	35,5	52,18	2,3	1,48	3,34	SF
19	76,55	4,42	15,63	2,73	0,22	0,18	0,27	V
31	0,00	0,02	0,17	55,1	43,08	0,05	1,58	SF
R3	1,33	0,2	11,53	81,53	4,25	0,2	0,95	SF
R5	1,52	0,05	10,88	56,02	17,57	5,18	8,78	SF
R11	2,35	0,1	1,05	55,69	15	6,33	16,48	SG

Tableau 5 : granulométrie des sédiments (en pourcentage de la matière sèche totale de l'échantillon et nature des faciès (SG, sables graveleux ; SF, sables fins ; SV, sables vaseux ; VS, vases sableuses ; V, vases.). Campagne de septembre 1995.

Stations	Granulométrie : pourcentages cumulés							Paramètres statistiques				Classement
	[50µm;63µm]	[63µm;100µm]	[100µm;250µm]	[250µm;500µm]	[500µm;1mm]	[1mm;2mm]	[2mm;5mm]	Médiane	1 ^{er} quartile	3 ^{ème} quartile	S ₀	
10	25,72	30,47	59,92	72,34	73,09	73,62	100,00	180	63	2150	5,85	TMC
12	5,22	5,50	13,32	36,94	62,02	77,62	100,00	710	355	1800	2,25	BC
22	1,77	1,87	20,42	91,62	97,70	99,08	100,00	330	250	425	1,30	TBC
28	4,95	5,20	40,70	92,88	95,88	96,66	100,00	282	165	390	1,54	BC
19	76,55	80,97	96,60	99,33	99,55	99,73	100,00	58	54	63	1,08	TBC
31	0,00	0,02	0,19	55,29	98,37	98,42	100,00	230	150	340	1,51	BC
R3	1,33	1,53	13,06	94,59	98,84	99,04	100,00	342	275	422	1,24	TBC
R5	1,52	1,57	12,45	68,47	86,04	91,22	100,00	400	290	625	1,47	TBC
R11	2,35	2,45	6,50	62,19	77,19	83,52	100,00	430	318	900	1,68	BC

Tableau 6 : Granulométrie (en % cumulé de la masse sèche totale de l'échantillon), paramètres statistiques et classement (TBC, très bien classé ; BC, bien classé ;TMC, très mal classé). Campagne de septembre 1995.

III-1-1-2 : Dendrogramme

Le dendrogramme (fig. 12), réalisé à partir des pourcentages de chaque fraction granulométrique de chacune des stations, permet de visualiser le regroupement des stations R5 et R11 (dont les faciès respectifs sont sables graveleux et sables fins) et celui des stations 22 et R3 (à faciès de sables fins). Les stations 28 et 31 (sables fins) et les stations 10 et 12 (vases sableuses et sables vaseux) se rattachent à ces deux groupes à un niveau de similitude relativement élevé. La station 19 (faciès vaseux) se détache nettement des autres stations par un niveau de similitude très élevé et donc se rattache tardivement au reste des autres stations.

Niveaux de similitude

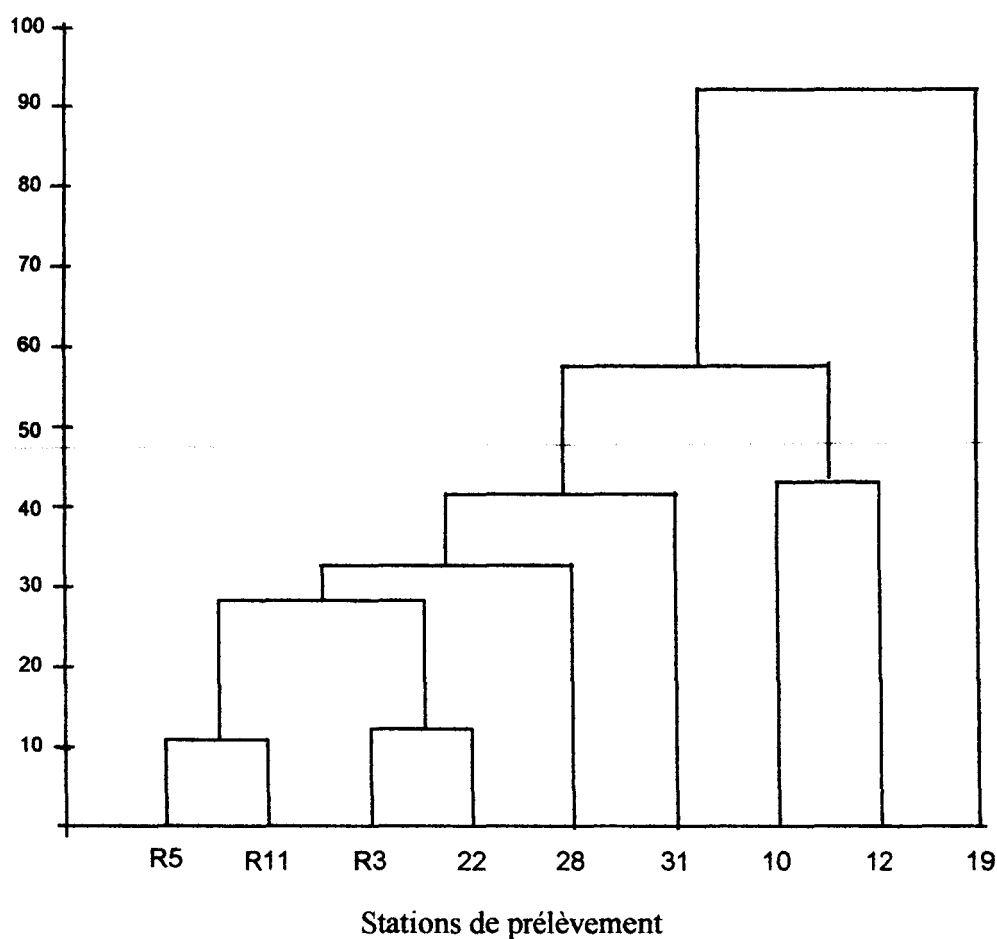


Figure 12 : Dendrogramme réalisé à partir des pourcentages des fractions granulométriques. Campagne de septembre 1995.

III-1-2 : Campagne d'octobre 1995

De même que pour la première campagne, la nature des différents faciès granulométriques a pu être déterminée au niveau des zones de vidage et de la zone de référence, à partir des pourcentages des fractions granulométriques présentés dans le tableau 7.

Au niveau des zones de vidage, on peut définir cinq faciès différents :

- faciès de cailloutis envasés (+ 50 % de fraction > 20 mm et lutites > 5%) : station 10,
- faciès de sables graveleux (fraction [2 mm ; 20 mm[> 15 %) : station 12,
- faciès de sables fins (fraction [0,2 mm ; 0,5 mm[dominante) : stations 22 et 28,
- faciès de sablons (fraction [0,05 mm ; 0,2 mm[dominante) : station 31,
- faciès de vases sableuses (de 25 à 75 % de lutites) : station 19.

Au niveau de la zone de référence, un seul faciès se distingue :

- faciès de sables fins pour les stations R3, R5 et R11.

Là encore la zone de référence apparaît homogène avec un faciès de sables fins. Les zones de vidage présentent des sites où les faciès sont en majorité de sables fins.

La figure 13 présente la répartition des différents faciès observés.

stations	Limites des classes de fractions granulométriques							faciès
	< 63µm	[63µm;100µm]	[100µm;250µm]	[250µm;500µm]	[500µm;1mm]	[1mm;2mm]	≥2mm	
10	12,33	2,12	10,12	12,85	3,68	4,47	54,43	CE
12	3,92	0,32	6,2	41,68	19,07	11,37	17,45	SG
22	1,48	0,12	11,8	83,65	2,4	0,28	0,27	SF
28	2,85	0,33	42,36	43,93	3,2	2,1	5,22	SF
19	69,93	3,88	19,35	6,02	0,33	0,2	0,28	VS
31	2,43	0,07	51,58	44,8	0,9	0,15	0,07	S
R3	1,65	0,12	12,08	51,67	21,52	6,22	6,75	SF
R5	1,18	0,17	14,42	72,38	8,18	0,08	2,87	SF
R11	1,58	0,08	23,05	74,43	0,68	0,07	0,1	SF

Tableau 7 : granulométrie des sédiments (en pourcentage de la matière sèche totale de l'échantillon et nature des faciès (CE, cailloutis envasés ; SG, sables graveleux ; SF, sables fins ; SV, sables vaseux ; S, sablons). Campagne d'octobre 1995.

III-1-2-1 : Classement

Le tableau 8 présente les pourcentages pondéraux cumulés ainsi que les paramètres statistiques étudiés (médiane, premier et troisième quartiles, écart interquartile) tirés de la courbe des fréquences pondérales cumulées. Les écarts interquartiles (S_0) ont permis de déterminer, pour chacune des stations, les classements suivants :

- 4 stations très bien classées (**TBC**) : stations 19, 22, R3 et R11,
- 4 stations bien classées (**BC**) : stations 12, 28, 31 et R5,
- 1 station faiblement classée (**FC**) : station 10.

Stations	Granulométrie : pourcentages cumulés							Paramètres statistiques				Classement
	[50µm;63µm[	[63µm;100µm[	[100µm;250µm[	[250µm;500µm[	[500µm;1mm[	[1mm;2mm[	[2mm;5mm[	Médiane	1 ^{er} quartile	3 ^{ème} quartile	S_0	
10	12,33	14,45	24,57	37,42	41,10	45,57	100,00	2200	260	3300	3,56	FC
12	3,92	4,24	10,44	52,12	71,19	82,56	100,00	490	320	1300	2,01	BC
22	1,48	1,60	13,40	97,05	99,45	99,73	100,00	340	275	420	1,23	TBC
28	2,85	3,18	45,36	89,47	92,67	94,77	100,00	270	160	400	1,58	BC
19	69,93	73,81	93,16	99,18	99,51	99,71	100,00	70	60	110	1,35	TBC
31	2,43	2,50	54,08	98,88	99,78	99,93	100,00	234	150	345	1,51	BC
R3	1,58	1,66	24,71	99,14	99,82	99,89	100,00	320	250	400	1,26	TBC
R5	1,65	1,77	13,85	65,50	87,04	93,26	100,00	400	280	690	1,57	BC
R11	1,18	1,35	15,77	88,12	96,38	97,18	100,00	350	275	440	1,26	TBC

Tableau 8 : Granulométrie (en % cumulé de la masse sèche totale de l'échantillon), paramètres statistiques et classement (TBC, très bien classé ; BC, bien classé ; FC, faiblement classé).

Campagne d'octobre 1995.

III-1-2-2 : Dendrogramme

Le dendrogramme de la granulométrie des stations étudiées (figure 14), réalisé à partir des pourcentages de chaque fraction granulométrique, permet le regroupement des stations 28 et 31 (respectivement à faciès de sables fins et de sablons), celui des stations R3, R11 et 22 (toutes trois à sables fins) et celui des stations 12 et R5 (respectivement de sables graveleux et sables fins). Les stations 10 (cailloutis envasées) et 19 (vases sableuses), bien distinctes l'une de l'autre, se détachent du reste des autres groupes en venant s'y rattacher très tardivement à un niveau de similitude élevé.

Niveaux de similitude

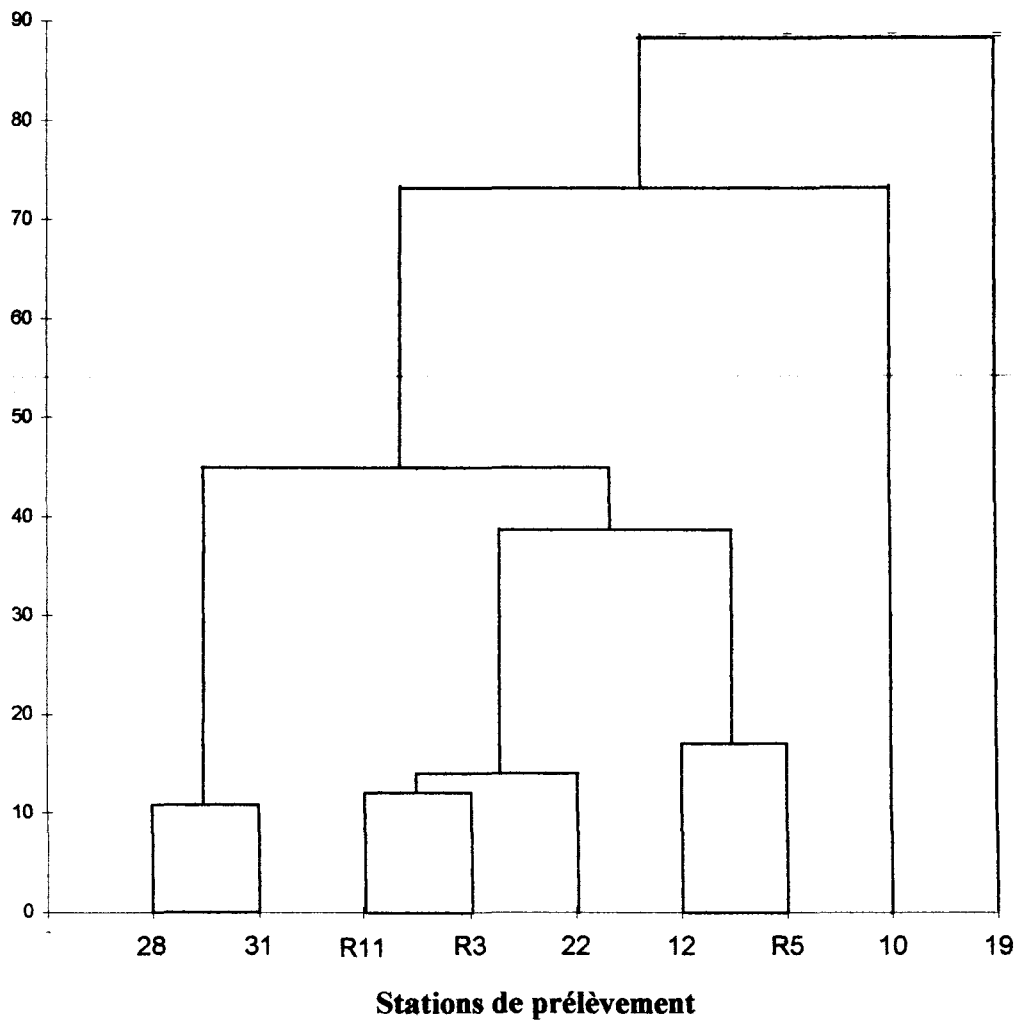


Figure 14 : dendrogramme réalisé à partir des pourcentages des fractions granulométriques. Campagne d'octobre 1995.

III-2 : ÉTUDE DE LA MACROFAUNE

Les organismes recueillis lors des campagnes de prélèvement ont été déterminés jusqu'à l'espèce lorsque cela été possible, puis ont ensuite été dénombrés par espèce et par échantillon.

L'espèce sessile , *Balanus crenatus*, et les espèces coloniales, *Abietinaria abietina*, *Hydractinia echinata*, *Nemertesia antennina*, *Obelia geniculata* et *Conopeum reticulum*, n'ont pas été dénombrées, mais évaluées par des cotes d'abondance : * abondance faible et ** abondance moyenne.

Un tableau récapitulatif présenté dans l'annexe 4 regroupe, pour les deux campagnes de prélèvement, la liste générale des espèces récoltées sur l'ensemble des neuf points de prélèvements effectués.

III-2-1 : Campagne de septembre 1995

III-2-1-1 : Relevé faunistique, Diversité et Classement

Lors de cette campagne de prélèvement, 52 espèces ont été répertoriées sur un total de 788 individus (tableau 9). L'inventaire faunistique effectué pour les 9 stations de prélèvement est présenté dans l'annexe 5. On y donne l'abondance de chaque espèce, la diversité moyenne ainsi que les dominances spécifiques et taxonomiques.

La figure 15 permet de visualiser la répartition des dominances taxonomiques sur les zones de vidage et les zones de référence. On peut constater une forte prédominance des annélides sur la plupart des sites, excepté pour les stations 10 et R5. Les mollusques sont présents sur les stations 10, 12, 19, 22, 28, R5 et R11 mais avec une dominance relativement peu importante. Les arthropodes, non représentés sur le site 28, sont majoritaires à la station R5. Seules les stations 12 et 31 montrent la présence d'échinodermes. Enfin, la présence des cnidaires n'est observée que sur les stations 10 et 12 voisines l'une de l'autre.

Toutes les espèces recensées sur les zones de vidage et sur la zone de référence ont été classées suivant la valeur de la constance obtenue. Ceci a permis de distinguer quatre catégories d'espèces. Le tableau 10 permet de dire que :

- Seules 5 espèces sont constantes ($C \geq 50 \%$). Il s'agit de *Nephtys longosetosa* avec une constance C de 100 %, *Glycera convoluta* et *Ophelia borealis* pour lesquelles $C = 66,67 \%$, *Scoloplos armiger* et *Conopeum reticulum* pour qui $C = 55,55 \%$,
- 13 espèces sont communes ($50 \% > C \geq 25 \%$),
- 12 espèces sont peu communes ($25 \% > C \geq 12,5 \%$),
- 23 dernières espèces sont classées espèces rares ($C < 12,5 \%$).

ESPECES	STATIONS									TOTAL
	10	12	22	28	19	31	R3	R5	R11	
<i>Actinothoë sp.</i>	1	6								7
<i>Sagartia sp.</i>	48	7								55
<i>Cephalotrix rufifrons</i>				1						1
<i>Cerebratulus sp.</i>				1						1
<i>Glycera convoluta</i>		9	2			1	1	3	2	18
<i>Nephtys cirrosa</i>			1	1						2
<i>Nephtys hombergii</i>	11			3	33					47
<i>Nephtys longosetosa</i>	1	6	64	57	5	87	70	7	25	322
<i>Nereis longissima</i>	4				1					5
<i>Nerine cirratulus</i>			12	2		31	17			62
<i>Phyllodoce maculata</i>		1					1			2
<i>Sthenelais boa</i>	1		1							2
<i>Lanice conchilega</i>		2								2
<i>Magelona papillicornis</i>				5		11	3			19
<i>Mercierella enigmatica</i>		1								1
<i>Notomastus latericeus</i>	5									5
<i>Ophelia borealis</i>		14	1			2	4	3	3	27
<i>Owenia fusiformis</i>		5			1					6
<i>Pectinaria koreni</i>	4	17	1		8					30
<i>Pomatoceros sp.</i>	3									3
<i>Scalibregma inflatum</i>		1								1
<i>Scoloplos armiger</i>		1	7	1		2			1	12
<i>Abra alba</i>	9				11					20
<i>Arca lactea</i>									1	1
<i>Ensis arcuatus</i>		2								2
<i>Macoma balthica</i>	1									1
<i>Mactra solida</i>			2							2
<i>Scrobicularia plana</i>		1	2					1	2	6
<i>Nassarius incrassatus</i>		2	1		1					4
<i>Nassarius reticulatus</i>	3	2			3					8
<i>Balanus crenatus</i>								28		28
<i>Gammarellus angelosus</i>									1	1
<i>Urothoë grimaldii</i>			4			11			1	16
<i>Diastylis bradyi</i>					1					1
<i>Vaunthompsonia cristata</i>			1							1
<i>Callianassa sp.</i>		1								1
<i>Gastrosaccus spinifer</i>			1			1	1			3
<i>Eupagurus bernhardus</i>		38		2				1	1	42
<i>Eupagurus prideauxi</i>	1	1								2
<i>Portunus holsatus</i>	2	1								3
<i>Portunus pusillus</i>			1							1
<i>Processa parva</i>			1							1
<i>Thia polita</i>					1					1
<i>Echinocardium cordatum</i>		2			6		1			9
<i>Ophiura albina</i>		1								1
<i>Ophiura lacusta</i>		1								1
<i>Trachinus vipera</i>							1			1

Tableau 9 : effectifs spécifiques par station, campagne de septembre 1995.

Espèces	Constance (C)	Fréquence (F)	
<i>Nephtys longosetosa</i>	100	C ≥ 50 % espèces constantes	
<i>Glycera convoluta</i>	66,67		
<i>Ophelia borealis</i>	66,67		
<i>Scoloplos armiger</i>	55,55		
<i>Conopeum reticulum</i>	55,55		
<i>Nerine cirratulus</i>	44,44	espèces communes 50 > C ≥ 25 %	
<i>Pectinaria koreni</i>	44,44		
<i>Scrobicularia plana</i>	44,44		
<i>Balanus crenatus</i>	44,44		
<i>Eupagurus bernhardus</i>	44,44		
<i>Abietinaria abietina</i>	33,33		
<i>Nephtys hombergii</i>	33,33		
<i>Magelona papillicornis</i>	33,33		
<i>Nassarius incrassatus</i>	33,33		
<i>Nassarius reticulatus</i>	33,33		
<i>Urothoë grimaldii</i>	33,33		
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	33,33		
<i>Echinocardium cordatum</i>	33,33		
<i>Actinothoë sp.</i>	22,22		espèces communes 25 > C ≥ 12,5 %
<i>Sagartia sp.</i>	22,22		
<i>Nephtys cirrosa</i>	22,22		
<i>Nereis longissima</i>	22,22		
<i>Phyllodoce maculata</i>	22,22		
<i>Sthenelais boa</i>	22,22		
<i>Mercierella enigmatica</i>	22,22		
<i>Pomatoceros sp.</i>	22,22		
<i>Owenia fusiformis</i>	22,22		
<i>Abra alba</i>	22,22		
<i>Eupagurus prideauxi</i>	22,22		
<i>Portunus holsatus</i>	22,22		
<i>Obelia geniculata</i>	11,11	espèces rares C < 12,5 %	
<i>Cephalotrix ruffrons</i>	11,11		
<i>Cerebratulus sp.</i>	11,11		
<i>Lanice conchilega</i>	11,11		
<i>Notomastus latericeus</i>	11,11		
<i>Scalibregma inflatum</i>	11,11		
<i>Spirorbis sp.</i>	11,11		
<i>Arca lactea</i>	11,11		
<i>Ensis arcuatus</i>	11,11		
<i>Macoma balthica</i>	11,11		
<i>Mactra solida</i>	11,11		
<i>Diastylis bradyi</i>	11,11		
<i>Gammarellus angelosus</i>	11,11		
<i>Callianassa sp.</i>	11,11		
<i>Portunus pusillus</i>	11,11		
<i>Vaunthompsonia cristata</i>	11,11		
<i>Processa parva</i>	11,11		
<i>Thia polita</i>	11,11		
<i>Ophiura albina</i>	11,11		
<i>Ophiura lacusta</i>	11,11		
<i>Trachinus vipera</i>	11,11		

Tableau 10 : constances des espèces recensées sur les stations des zones de vidage et de la zone de référence, campagne de septembre 1995.

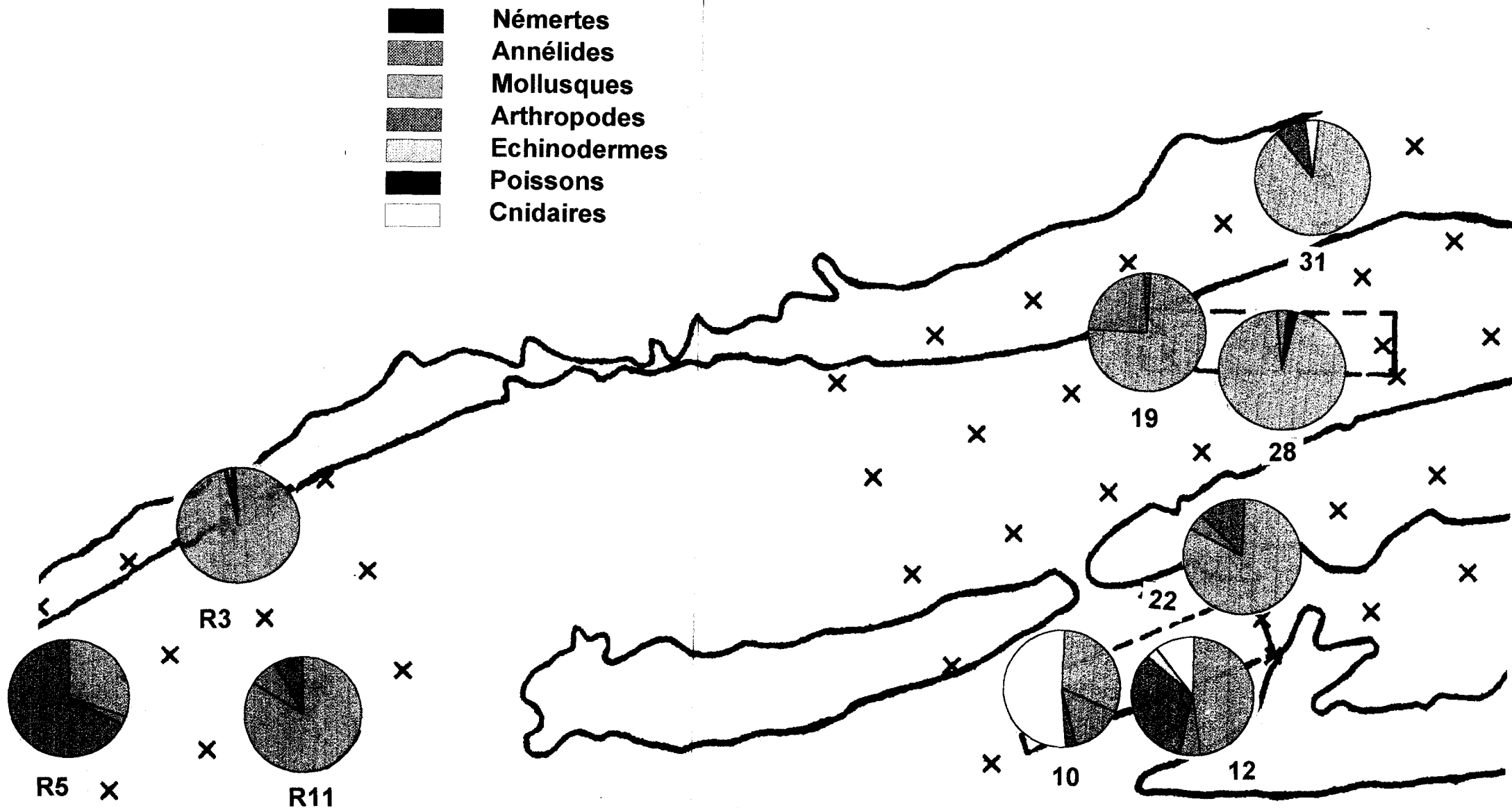
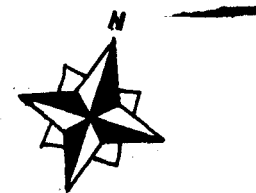


Figure 15 : Répartition des dominances taxonomiques sur les zones de vidages et de référence.
Campagne de septembre 1995.



Enfin, l'indice de Shannon-Weaver et la régularité sont donnés pour chacune des stations étudiées dans le tableau 11. Au vu de ce tableau, on constate que la plupart des stations (28, 31, R3, R5, R11) sont caractérisées par une diversité relativement faible qui varie de 1,44 à 1,965. Quelques stations (19, 22, 10) ont une diversité moyenne allant de 2,116 à 2,578. La diversité la plus forte s'observe à la station 12 pour laquelle H' vaut 3,502.

La régularité, qui correspond à la diversité relative, varie de 0,368 pour la station R3 à 0,764 pour la station 12. La régularité est dans la majorité des cas supérieure à 0,5.

Dans l'ensemble donc, les zones de vidage sont plus diversifiées que la zone de référence pour laquelle on observe les plus faibles valeurs.

STATION	Nombre d'espèces	Indice de Shannon-Weaver	Régularité
10	14	2,578	0,677
12	24	3,502	0,764
22	16	2,289	0,572
28	10	1,44	0,433
19	9	2,116	0,668
31	10	1,965	0,592
R3	9	1,465	0,368
R5	6	1,618	0,626
R11	9	1,835	0,579

Tableau 11 : abondance spécifique, indice de Shannon-Weaver (en bits) et régularité par station, campagne de septembre 1995.

III-2-1-2 : Analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle simple des correspondances (AFC), qui a permis le traitement statistique des données, a été réalisée à partir de la matrice entière (tableau 9) composée des 46 espèces dénombrées (représentant les observations) et des 9 stations étudiées (représentant les variables) (tableaux 12 à 14 et figures 16 et 17).

3 axes principaux ont suffi pour cette analyse. Leur contribution totale à l'inertie représente 75 % dont :

- 30,6 % pour l'axe I.
- 24,4 % pour l'axe II.
- 20 % pour l'axe III.

Si on considère la contribution à l'inertie pour chacun des axes I, II et III, il en ressort que :

- L'axe I est caractérisé par les stations 10 (\cos^2 : 0,631 ; contribution : 42,5 %), 19 (\cos^2 : 0,317 ; contribution : 17,2 %) et 31 (\cos^2 : 0,567 ; contribution : 12,4 %) et par les espèces *Sagartia sp.* (\cos^2 : 0,550 ; contribution : 24,5 %), *Nephtys longosetosa* (\cos^2 : 0,783 ; contribution : 21,7 %), *Nephtys hombergii* (\cos^2 : 0,377 ; contribution : 13,2 %) et *Abra alba* (\cos^2 : 0,641 ; contribution : 7,7 %).
- L'axe II est caractérisé par la station R5 (\cos^2 : 0,864 ; contribution : 79,9 %) et les espèces *Balanus crenatus* (\cos^2 : 0,846 ; contribution : 77,2 %), *Nephtys longosetosa* (\cos^2 : 0,150 ; contribution : 5,2 %) et *Eupagurus bernhardus* (\cos^2 : 0,105 ; contribution : 3,7 %).
- L'axe III est caractérisé par les stations 10 (\cos^2 : 0,124 ; contribution : 12,8 %), 12 (\cos^2 : 0,783 ; contribution : 69,6 %) et R5 (\cos^2 : 0,114 ; contribution : 12,8 %) et les espèces *Balanus crenatus* (\cos^2 : 0,136 ; contribution : 15,1 %) et *Eupagurus bernhardus* (\cos^2 : 0,816 ; contribution : 34,7 %).

Les plans de projection de l'AFC permettent de mettre en évidence 4 ensembles distincts.

- Le premier est représenté par les stations 10 et 19 et par les espèces *Abra alba*, *Nephtys hombergii*, *Sagartia sp.*, *Nassarius reticulatus*, *Echinocardium cordatum*, *Eupagurus prideauxi*, *Nereis longissima*, *Portunus holsatus*, *Notomastus latericeus*, *Macoma balthica* et *Ophiura lacusta*.
- Le second ensemble est caractérisé par la station 12 et par les espèces *Owenia fusiformis*, *Actinothoë sp.*, *Eupagurus bernhardus*, *Callianassa sp.*, *Ensis arcuatus*, *Lanice conchilega*, *Mercierella enigmatica*, *Scalibregma inflatum* et *Ophiura ablina*.
- Le troisième ensemble est formé par les stations 31 et R3 et les espèces *Nephtys longosetosa*, *Magelona papillicornis*, *Gastrosaccus spinifer* et *Nerine cirratulus*.
- Le quatrième ensemble n'est formé, lui, que par la station R5 et l'espèce *Balanus crenatus*.

a)

COLONNES	AXES PRINCIPAUX									
	POIDS (en %)	AXE 1			AXE 2			AXE 3		
10 **	12.26 **	1.714	0.631	42.5 *	-0.307	0.020	1.7 *	0.759	0.124	12.5 *
12 **	15.48 **	0.610	0.117	6.8 *	0.552	0.096	7.0 *	-1.576	0.733	69.5 *
22 **	12.26 **	-0.574	0.444	6.6 *	-0.320	0.100	1.9 *	0.082	0.007	0.1 *
28 **	9.29 **	-0.606	0.325	4.0 *	-0.353	0.110	1.7 *	0.108	0.010	0.2 *
19 **	9.16 **	1.261	0.317	17.2 *	-0.313	0.020	1.3 *	0.461	0.042	3.5 *
31 **	18.58 **	-0.752	0.567	12.4 *	-0.399	0.159	4.4 *	0.133	0.018	0.6 *
R3 **	12.77 **	-0.687	0.579	7.1 *	-0.328	0.132	2.0 *	0.067	0.005	0.1 *
R5 **	5.55 **	-0.489	0.021	1.6 *	3.116	0.864	79.9 *	1.130	0.114	12.8 *
R11 **	4.65 **	-0.571	0.152	1.8 *	-0.082	0.003	0.0 *	-0.156	0.011	0.2 *

POUR CHAQUE AXE :

1RE COLONNE : COORDONNEE

2E COLONNE : COSINUS CARRÉS (ÉGALITÉ DE LA REPRÉSENTATION)

3E COLONNE : CONTRIBUTION RELATIVE À L'INERTIE EXPLIQUÉE PAR L'AXE

Première campagne.

ÉTUDE DES LIGNES (Observations) DU TABLEAU

b)

acs **	0.90 **	0.534	0.178	0.7 *	0.823	0.070	0.4 *	-1.572	0.715	4.6 *
sas **	7.10 **	1.710	0.550	24.5 *	-0.241	0.011	0.6 *	0.621	0.072	5.0 *
cer **	0.13 **	-0.659	0.044	0.1 *	-0.430	0.019	0.0 *	0.145	0.002	0.0 *
ces **	0.13 **	-0.659	0.044	0.1 *	-0.430	0.019	0.0 *	0.145	0.002	0.0 *
gic **	2.32 **	0.006	0.000	0.0 *	0.665	0.491	2.6 *	-0.803	0.423	2.7 *
nec **	0.26 **	-0.676	0.130	0.1 *	-0.410	0.045	0.1 *	0.128	0.004	0.0 *
neh **	6.06 **	1.356	0.377	13.2 *	-0.383	0.030	1.3 *	0.684	0.096	5.1 *
nei **	41.55 **	-0.666	0.783	21.7 *	-0.292	0.150	5.2 *	0.106	0.020	0.8 *
nri **	0.65 **	1.764	0.668	2.4 *	-0.376	0.030	0.1 *	0.941	0.190	1.0 *
nrc **	8.00 **	-0.776	0.482	5.7 *	-0.442	0.156	2.3 *	0.140	0.016	0.3 *
phm **	0.26 **	-0.042	0.001	0.0 *	0.136	0.007	0.0 *	-1.016	0.401	0.5 *
stb **	0.25 **	0.565	0.104	0.1 *	-0.382	0.047	0.1 *	0.566	0.104	0.1 *
lac **	0.26 **	0.663	0.060	0.1 *	0.672	0.083	0.2 *	-2.121	0.524	2.1 *
map **	2.45 **	-0.764	0.335	1.7 *	-0.458	0.120	0.8 *	0.156	0.014	0.1 *
mee **	0.13 **	0.663	0.080	0.1 *	0.672	0.083	0.1 *	-2.121	0.824	1.1 *
nol **	0.65 **	1.862	0.485	2.6 *	-0.374	0.020	0.1 *	1.021	0.146	1.2 *
opb **	3.48 **	0.418	0.000	0.0 *	0.650	0.294	2.2 *	-0.823	0.538	5.4 *
owf **	0.77 **	0.781	0.161	0.5 *	0.497	0.065	0.2 *	-1.664	0.731	3.9 *
pek **	3.87 **	0.565	0.465	4.3 *	0.216	0.020	0.3 *	-0.296	0.401	5.2 *
pos **	0.39 **	1.862	0.485	1.6 *	-0.374	0.020	0.1 *	1.021	0.146	0.7 *
sci **	0.13 **	0.663	0.080	0.1 *	0.672	0.083	0.1 *	-2.121	0.824	1.1 *
sca **	2.58 **	1.592	0.641	7.7 *	-0.378	0.036	0.5 *	0.801	0.162	3.0 *
aba **	0.13 **	-0.620	0.019	0.1 *	-0.100	0.000	0.0 *	-0.205	0.002	0.0 *
ena **	0.26 **	0.663	0.080	0.1 *	0.672	0.083	0.2 *	-2.121	0.824	2.1 *
mab **	0.13 **	1.862	0.485	0.5 *	-0.374	0.020	0.0 *	1.021	0.146	0.2 *
mas **	0.26 **	-0.733	0.075	0.2 *	-0.390	0.021	0.1 *	0.110	0.002	0.0 *
scd **	0.77 **	-0.429	0.062	0.2 *	0.581	0.113	0.4 *	-0.133	0.006	0.0 *
nae **	0.52 **	0.491	0.133	0.1 *	0.143	0.011	0.0 *	-0.677	0.426	0.7 *
nar **	1.03 **	1.375	0.910	2.3 *	-0.115	0.006	0.0 *	0.085	0.003	0.0 *
bec **	3.61 **	-0.531	0.017	1.2 *	3.795	0.846	77.2 *	1.521	0.136	15.1 *
gaa **	0.13 **	-0.620	0.019	0.1 *	-0.100	0.000	0.0 *	-0.205	0.002	0.0 *
urg **	2.06 **	-0.784	0.287	1.5 *	-0.438	0.090	0.6 *	0.138	0.009	0.1 *
dib **	0.13 **	1.370	0.189	0.3 *	-0.382	0.015	0.0 *	0.621	0.039	0.1 *
vac **	0.13 **	-0.733	0.075	0.1 *	-0.390	0.021	0.0 *	0.110	0.002	0.0 *
ces **	0.13 **	0.663	0.080	0.1 *	0.672	0.083	0.1 *	-2.121	0.824	1.1 *
ges **	0.39 **	-0.765	0.426	0.3 *	-0.425	0.132	0.1 *	0.126	0.012	0.0 *
eub **	5.42 **	0.541	0.062	1.9 *	0.676	0.105	3.7 *	-1.890	0.816	34.7 *
eup **	0.26 **	1.263	0.601	0.5 *	0.149	0.005	0.0 *	-0.550	0.114	0.1 *
poh **	0.39 **	1.463	0.640	1.0 *	-0.025	0.000	0.0 *	-0.028	0.000	0.0 *
pop **	0.13 **	-0.733	0.075	0.1 *	-0.390	0.021	0.0 *	0.110	0.002	0.0 *
prp **	0.13 **	-0.733	0.075	0.1 *	-0.390	0.021	0.0 *	0.110	0.002	0.0 *
thp **	0.13 **	1.370	0.189	0.3 *	-0.382	0.015	0.0 *	0.621	0.039	0.1 *
ecc **	1.16 **	0.978	0.224	1.3 *	-0.149	0.005	0.0 *	-0.047	0.001	0.0 *
ope **	0.13 **	0.663	0.080	0.1 *	0.672	0.083	0.1 *	-2.121	0.824	1.1 *
opl **	0.13 **	1.862	0.485	0.5 *	-0.374	0.020	0.0 *	1.021	0.146	0.2 *
trv **	0.13 **	-0.746	0.082	0.1 *	-0.400	0.023	0.0 *	0.029	0.001	0.0 *

Act : Actinothoe sp. ; **Sas** : Sagartia sp. ; **Cer** : Cephalothrix ruffrons ; **Ces** : Cerebratulus sp. ; **Glc** : Glycera convoluta ; **Nec** : Nephthys cirrosa ; **Neh** : Nephthys hombergii ; **Nel** : Nephthys longosetosa ; **Nrl** : Nereis longissima ; **Nrc** : Nerine cirratulus ; **Phm** : Phyllodoce maculata ; **Stb** : Sthenelais boa ; **Lac** : Lanice conchilega ; **Map** : Magelona papillicornis ; **Mee** : mercierella enigmatica ; **Nol** : Notomastus latericeus ; **Opb** : Ophelia borealis ; **Owf** : Owenia fusiformis ; **Pek** : Pectinaria koreni ; **Pos** : pomatoceros sp. ; **Sci** : Scalibregma inflatum ; **Sca** : Scoloplos armiger ; **Aba** : Abra alba ; **Arl** : Arca lactea ; **Ena** : Ensis arcuatus ; **Mab** : Macoma balthica ; **Mas** : Mactra solida ; **Scp** : Scrobicularia plana ; **Nai** : Nassarius incrassatus ; **Nar** : Nassarius reticulatus ; **Bac** : Balanus crenatus ; **Gaa** : Gammarellus angelosus ; **Urg** : Urothoe grimaldii ; **Dib** : Diastylis bradyi ; **Vac** : Vaunthompsonia cristata ; **Cas** : Callianassa sp. ; **Gas** : Gastrosaccus spinifer ; **Eub** : Eupagurus bernhardus ; **Eup** : Eupagurus prideauxi ; **Poh** : Portunus holsatus ; **Pop** : Portunus pusillus ; **Prp** : Processa parva ; **Thp** : Thia polita ; **Ecc** : Echinocardium cordatum ; **Bas** : Bathyporeia sp. ; **Crc** : Crangon crangon ; **Opa** : Ophiura albina ; **Opl** : Ophiura lacusta ; **Trv** : Trachinus vipera.

Tableau 12a

Tableau 12b

Axe II

24,4 %



POINTS CACHES

Points vus	Points cachés	ABSCISSE	ORDONNEE
ZZ.	RO	-.6367918	-.3221874
cer	ces	-.63885218	-.4266363
cer	nec	-.6756256	-.4100359
31.	nrc	-.7763078	-.4419877
31.	nbp	-.7643093	-.4575912
lac	mee	.6628347	.6723677
acs	owf	.7207174	.4967146
nel	pos	1.862334	-.3742563
lac	sci	.6628347	.6723677
R11	arl	-.620186	-9.963015E-02
lac	ena	.6628347	.6723677
nel	nab	1.862334	-.3742563
31.	mas	-.7327299	-.390235
R11	qaa	-.620186	-9.963015E-02
31.	urg	-.7838899	-.4379092
neh	dib	1.370131	-.3815508
31.	vac	-.7327299	-.390235
lac	cas	.6628347	.6723677
31.	gas	-.7653834	-.4253092
31.	pop	-.7327299	-.390235
31.	prp	-.7327299	-.390235
neh	thp	1.370131	-.3815508
lac	opa	.6628347	.6723677
nel	opi	1.862334	-.3742563
31.	trv	-.7460446	-.3995947

13

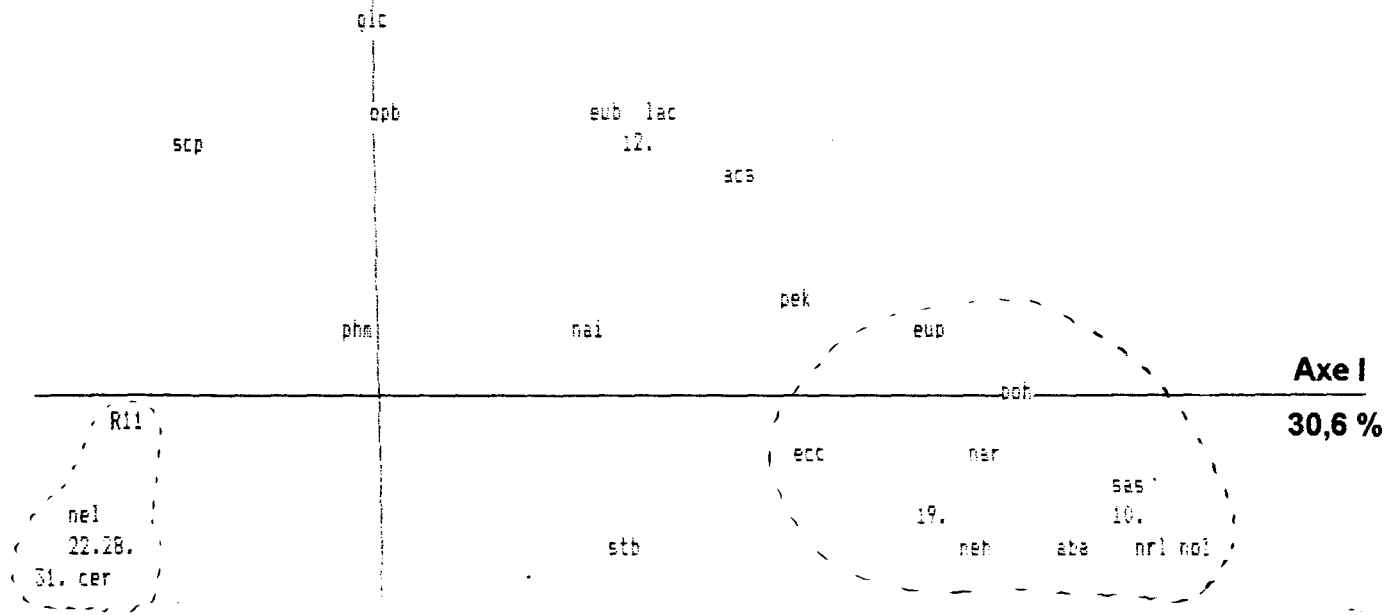


Figure 16 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables).
Plan de projection I-II, première campagne.

Axe III

20 %

bac

R5.

noi

noi

asa 10.

nen

dib

asa

stb

15.

31. cer
gas 22. 28.

Axe I

30,6 %

ecc

nar

boh

R11
arl

scp

ecc

gic

opb

nei

beh

phm

12.

DW1ACS

eub

lec

Figure 17 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables).
Plan de projection I-III, première campagne.

POINTS CACHEES

Points vus	Points cachés	ABSCISSE	ORDONNEE
22.	RS	-.6867018	6.652325E-02
cer	ces	-.6585218	.1452533
22.	hec	-.6956258	.1278666
22.	nel	-.6655174	.1055705
31.	nrc	-.7763098	.1400895
31.	map	-.7643090	.1559566
lac	nee	.6628347	-2.120528
noi	oes	1.862334	1.020604
lac	eci	.6628347	-2.120528
lac	ena	.6628347	-2.120528
noi	neb	1.862334	1.020604
22.	mas	-.7327299	.1104694
ari	gaa	-.620186	-.209452
31.	urg	-.7838699	.1375623
22.	vac	-.7327299	.1104694
lac	cas	.6628347	-2.120528
22.	ppp	-.7327299	.1104694
22.	ppp	-.7327299	.1104694
dib	trp	1.370101	.620805
lac	opa	.6628347	-2.120528
noi	epi	1.862334	1.020604
gae	trv	-.7460445	8.989919E-02

Tableau 13 : Liste des points cachés du plan de projection I-III.

III-2-1-3 : Dendrogramme

L'observation du dendrogramme (fig. 18) réalisé à partir des abondances taxonomiques met en évidence 4 groupes de stations dont l'arborisation graphique indique un indice de similitude relativement fort.

- Un premier groupe formé des stations 22, 28, 31, R3 et R11 dont l'indice de similitude entre 31 et R3 est le plus élevé,
- un second groupe représenté par la station 12,
- un troisième groupe formé des stations 10 et 19,
- un dernier groupe représenté par la station R5.

La présence de ces 4 groupes permet de confirmer l'existence des groupes observés sur la projection de l'AFC.

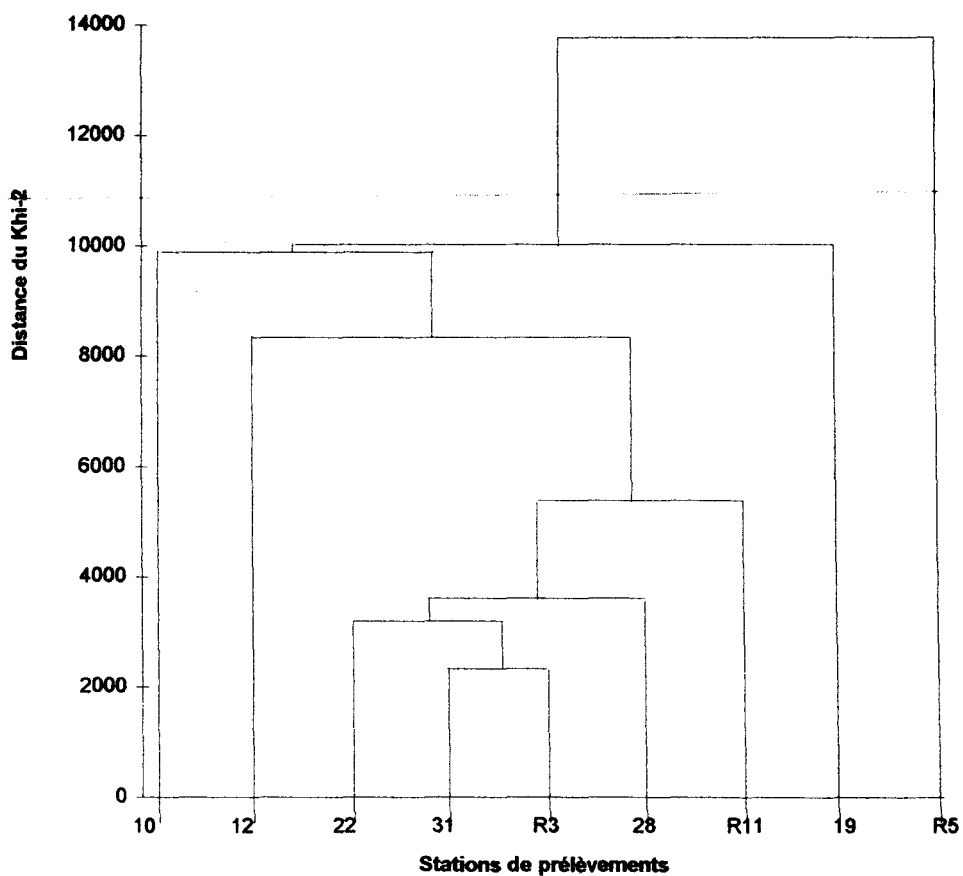


Figure 18 : Dendrogramme des abondances taxonomiques.
Campagne de septembre 1995

III-2-2 : Campagne d'octobre 1995

III-2-2-1 : Relevé faunistique, Diversité et Classement

Cette deuxième campagne de prélèvements, effectuée un mois après la première, a permis de déterminer 39 espèces différentes sur un total de 524 individus récoltés sur les 9 stations étudiées (tableau 15).

Les relevés faunistiques, présentés dans les tableaux de l'annexe 6 font apparaître pour chacune des stations, les abondances spécifiques, les densités moyennes, les dominances spécifiques et les dominances taxonomiques.

Les dominances taxonomiques sont illustrées par la figure 19. On peut apprécier la nette prédominance des annélides sur la majorité des sites étudiés, à savoir les sites 19, 22, 28, 31, R3 et R11. Les némertes sont présents sur les stations 10, 28, 31, R3 et R5, mais en faible quantité. Les mollusques ne se rencontrent que sur les stations des zones de vidage, c'est-à-dire les stations 10, 12, 22 et 28. Les arthropodes sont plus ou moins bien représentés sur les stations 19, 28, 31 et R11, alors que pour la station R5 la dominance des arthropodes est très prononcée. La station 10 est dominée par la présence des cnidaires que l'on ne retrouve sur aucun autre site. Enfin, les échinodermes n'ont été rencontrés qu'à la station R3.

La valeur des constances de chaque espèce recensée est reportée dans le tableau 16 et permet de classer les espèces en 4 catégories de fréquence.

- 4 espèces sont constantes ($C \geq 50 \%$). Il s'agit de *Nephtys longosetosa* avec une constance C de 77,78 %, *Nerine cirratulus* pour laquelle $C = 66,67 \%$ ainsi que *Cerebratulus sp.* et *Glycera convoluta* pour qui $C = 55,55 \%$,
- 5 espèces sont communes ($50 \% > C \geq 25 \%$) ; *Ophelia borealis* et *Conopeum reticulum* avec $C = 44,44 \%$, *Cephalotrix rufifrons*, *Phyllodoce maculata* et *Bathyporeia sp.* avec $C = 33,33 \%$,
- 11 espèces sont peu communes ($25 \% > C \geq 12,5 \%$) avec $C = 22,22 \%$,
- 19 espèces sont des espèces rares ($C < 12,5 \%$) avec $C = 11,11 \%$.

ESPECES	STATIONS									TOTAL
	10	12	22	28	19	31	R3	R5	R11	
<i>Actinothoë sp.</i>	43									43
<i>Cephalotrix rufifrons</i>	1						1	1		3
<i>Cerebratulus sp.</i>	1			1		1		1		4
<i>Lineus lacteus</i>	1									1
<i>Glycera convoluta</i>		2	1				2	8	6	19
<i>Nephtys caeca</i>	1									1
<i>Nephtys hombergii</i>				1	16					17
<i>Nephtys longosetosa</i>	1		44	38	9	46	44	27	12	221
<i>Nereis longissima</i>								1		1
<i>Nerine cirratulus</i>			3	3	1	12	6	1		26
<i>Phyllodoce maculata</i>	2				1		2			5
<i>Sthenelais boa</i>	2									2
<i>Lanice conchilega</i>	8									8
<i>Magelona papillicornis</i>				3		2				5
<i>Ophelia borealis</i>			1			1	6		1	9
<i>Owenia fusiformis</i>	1									1
<i>Pectinaria koreni</i>	6		1							7
<i>Scotoplos armiger</i>				2						2
<i>Abra alba</i>	2									2
<i>Scrobicularia plana</i>		1	1							2
<i>Venerupis rhomboides</i>	1									1
<i>Nassarius incrassatus</i>	1									1
<i>Nassarius reticulatus</i>				1						1
<i>Bathyporeia sp.</i>					1	2	1			4
<i>Urothoë grimaldii</i>			4			23				27
<i>Diastylis bradyi</i>				2						2
<i>Gastrosaccus spinifer</i>						1	2			3
<i>Crangon vulgaris</i>							1			1
<i>Eupagurus bernhardus</i>	1							87		88
<i>Eupagurus prideauxi</i>					7			8		15
<i>Processa parva</i>									1	1
<i>Thia polita</i>						1				1

Tableau 15 : effectifs spécifiques par station, campagne d'octobre 1995.

Espèces	Constance (C)	Fréquence (F)
<i>Nephtys longosetosa</i>	77,78	espèces constantes C ≥ 50 %
<i>Nerine cirratulus</i>	66,67	
<i>Cerebratulus sp.</i>	55,55	
<i>Glycera convoluta</i>	55,55	
<i>Ophelia borealis</i>	44,44	espèces communes 50 > C ≥ 25 %
<i>Conopeum reticulum</i>	44,44	
<i>Cephalotrix rufifrons</i>	33,33	
<i>Phyllodoce maculata</i>	33,33	
<i>Bathyporeia sp.</i>	33,33	
<i>Abietinaria abietina</i>	22,22	espèces communes 25 > C ≥ 12,5 %
<i>Hydractinia echinata</i>	22,22	
<i>Nephtys hombergii</i>	22,22	
<i>Nereis longissima</i>	22,22	
<i>Magelona papillicornis</i>	22,22	
<i>Pectinaria koreni</i>	22,22	
<i>Scrobicularia plana</i>	22,22	
<i>Urothoë grimaldii</i>	22,22	
<i>Gastrosaccus spinifer</i>	22,22	
<i>Eupagurus bernhardus</i>	22,22	
<i>Eupagurus prideauxi</i>	22,22	
<i>Actinothoë sp.</i>	11,11	espèces rares C < 12,5 %
<i>Nemertesia antennina</i>	11,11	
<i>Obelia geniculata</i>	11,11	
<i>Lineus lacteus</i>	11,11	
<i>Nephtys caeca</i>	11,11	
<i>Sthenelais boa</i>	11,11	
<i>Lanice conchilega</i>	11,11	
<i>Owenia fusiformis</i>	11,11	
<i>Scoloplos armiger</i>	11,11	
<i>Spirorbis sp.</i>	11,11	
<i>Abra alba</i>	11,11	
<i>Venerupis rhomboides</i>	11,11	
<i>Nassarius incrassatus</i>	11,11	
<i>Nassarius reticulatus</i>	11,11	
<i>Balanus crenatus</i>	11,11	
<i>Diastylis bradyi</i>	11,11	
<i>Crangon vulgaris</i>	11,11	
<i>Processa parva</i>	11,11	
<i>Thia polita</i>	11,11	

Tableau 16 : constances des espèces recensées sur les stations des zones de vidages et de la zone de référence, campagne d'octobre 1995.

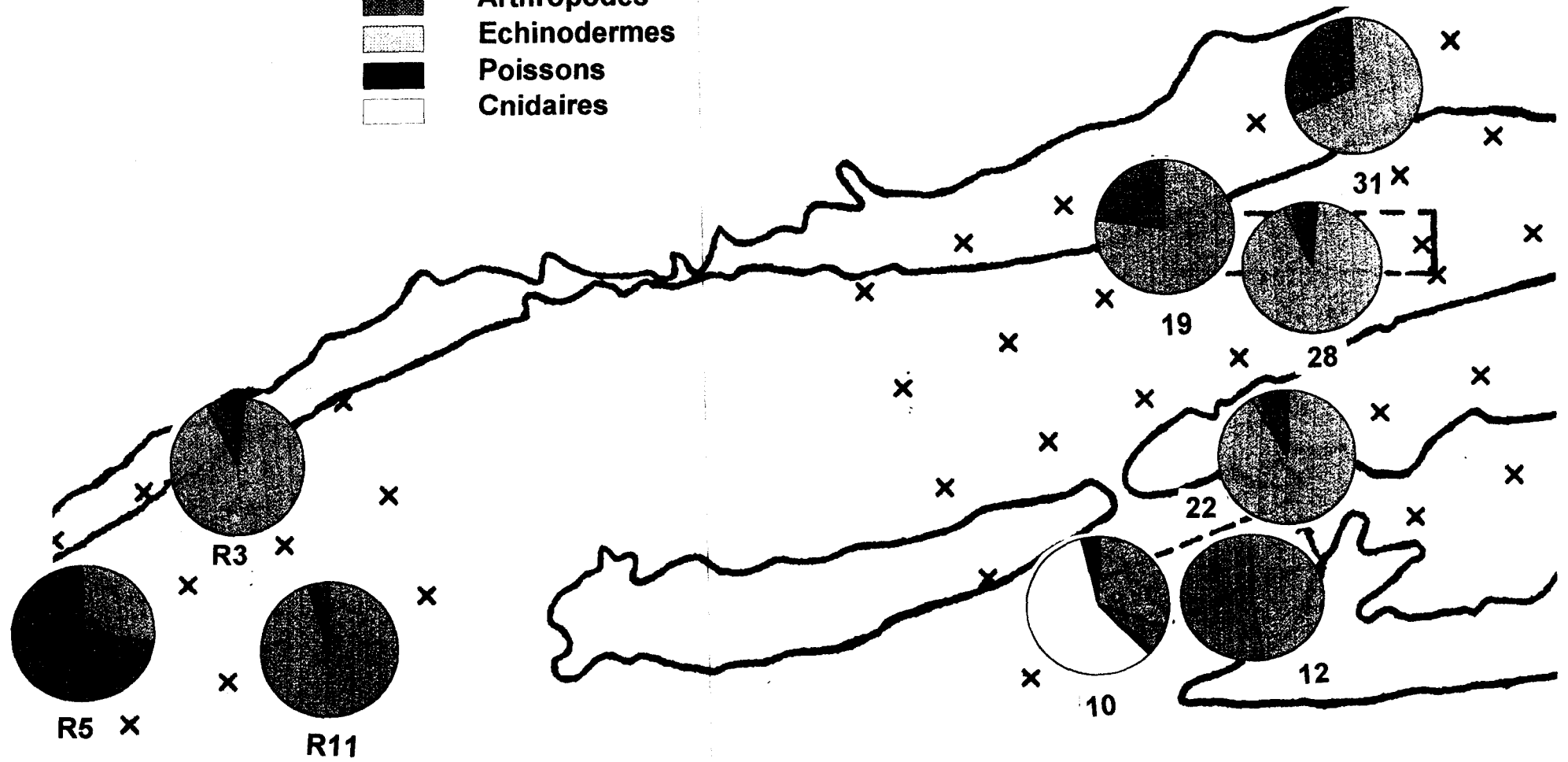
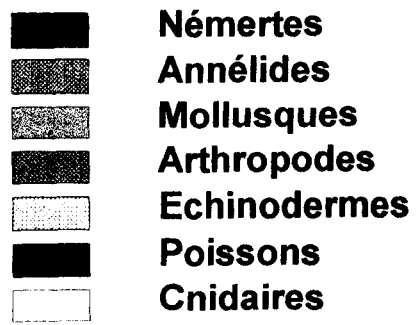
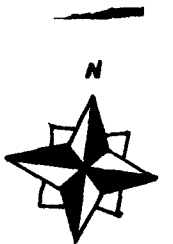


Figure 19



Les indices de Shannon-Weaver et de régularité sont donnés, pour chacune des stations étudiées, dans le tableau 17. Au vu de ce tableau, on constate que les stations sont caractérisées par une diversité faible qui varie de $H' = 0,918$, pour la station 12, à 2,342 pour la station 10. La régularité, qui correspond à la diversité relative, varie de 0,421 pour la station 22 à 0,918 pour la station 12. La régularité est dans la majorité des cas supérieure à 0,5.

STATION	Nombre d'espèces	Indice de Shannon-Weaver	Régularité
10	15	2,342	0,599
12	2	0,918	0,918
22	7	1,182	0,421
28	8	1,497	0,499
19	6	1,924	0,744
31	9	1,923	0,607
R3	10	1,845	0,555
R5	8	1,567	0,522
R11	4	1,395	0,698

Tableau 17 : abondance spécifique, indice de Shannon-Weaver (en bits) et régularité par station. Campagne d'octobre 1995.

III-2-2-2 : Analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle simple des correspondances (AFC) a été réalisée à partir des 33 espèces dénombrées lors de la campagne de prélèvements effectuée en octobre 1995 (observations) et des 9 stations étudiées (variables) (tableaux 18 à 21 et figures 20 à 22).

3 axes principaux ont été projetés pour cette analyse. Leur contribution totale à l'inertie représente 74,3 %, dont :

- 32,8 % pour l'axe I.
- 23,1 % pour l'axe II.
- 18,4 % pour l'axe III.

Si on considère la contribution à l'inertie pour chacun des axes I, II et III, il en ressort que :

- L'axe I est caractérisé par la station 10 ($\cos^2 : 1$; contribution : 82,6 %) et par les espèces *Actinothoë sp.* ($\cos^2 : 1$; contribution : 56,4 %), *Lanice conchilega* ($\cos^2 : 1$; contribution : 10,5 %) et *Pectinaria koreni* ($\cos^2 : 0,965$; contribution : 6,4 %).
- L'axe II est caractérisé par les stations 31 ($\cos^2 : 0,398$; contribution : 16 %) et R5 ($\cos^2 : 0,893$; contribution : 66,5 %) et par les espèces *Eupagurus bernhardus* ($\cos^2 : 0,901$; contribution : 66,3 %), *Nephtys longosetosa* ($\cos^2 : 0,448$; contribution : 12,4 %) et *Urothoë grimaldii* ($\cos^2 : 0,250$; contribution : 7 %).
- L'axe III est caractérisé uniquement par la station 19 ($\cos^2 : 0,977$; contribution : 91,6 %) et les espèces *Nephtys hombergii* ($\cos^2 : 0,982$; contribution : 76,3 %) et *Eupagurus prideauxi* ($\cos^2 : 0,745$; contribution : 14 %).

Les plans de projection de l'AFC permettent de mettre en évidence 3 ensembles distincts.

- Le premier est représenté par la station 10 et les espèces *Abra alba*, *Owenia fusiformis*, *Actinothoë sp.*, *Lanice conchilega*, *Venerupis rhomboïdes*, *Lineus lacteus*, *Nerine cirratulus*, *Sthenelais boa*, *Nassarius incrassatus* et *Pectinaria koreni*.
- Le second ensemble est représenté par la station R5 et les espèces *Eupagurus bernhardus* et *Nereis longissima*.
- Le troisième ensemble est formé par la station 19 et les espèces *Nephtys hombergii* et *Eupagurus prideauxi*.

ETUDE DES VARIABLES (Colonnes) DU TABLEAU

c

POUR CHAQUE AXE :

1RE COLONNE : COORDONNEE

2E COLONNE : COSINUS CARRÉS (EGALITE DE LA REPRESENTATION)

3E COLONNE : CONTRIBUTION RELATIVE A L'INERTIE EXPLIQUEE PAR L'AXE

COLONNES AXES PRINCIPAUX

	POIDS (en %)		AXE 1		AXE 2		AXE 3
10 **	13.77 **	2.390	1.000	58.2 *	0.007	0.000	0.0 *
12 **	0.57 **	-0.429	0.005	0.1 *	-0.416	0.004	0.2 *
22 **	10.52 **	-0.361	0.160	1.5 *	0.574	0.404	5.4 *
28 **	3.56 **	-0.395	0.091	1.6 *	0.607	0.215	5.5 *
19 **	6.69 **	-0.376	0.020	1.0 *	0.659	0.000	0.0 *
31 **	17.02 **	-0.410	0.110	3.1 *	0.779	0.398	16.0 *
R3 **	12.43 **	-0.353	0.101	1.7 *	0.570	0.263	6.3 *
F5 **	25.62 **	-0.376	0.075	4.0 *	-1.293	0.893	66.5 *
611 **	3.82 **	-0.413	0.045	0.7 *	0.174	0.005	0.2 *

ETUDE DES LIGNES (Observations) DU TABLEAU

b

POUR CHAQUE AXE :

1RE COLONNE : COORDONNEE

2E COLONNE : COSINUS CARRÉS (QUALITE DE LA REPRESENTATION)

3E COLONNE : CONTRIBUTION RELATIVE A L'INERTIE EXPLIQUEE PAR L'AXE

LIGNES AXES PRINCIPAUX

	POIDS (en %)		AXE 1		AXE 2		AXE 3
acc **	8.22 **	2.502	1.000	56.4 *	0.011	0.000	0.0 *
cer **	0.57 **	0.580	0.296	0.2 *	-0.297	0.078	0.1 *
crs **	0.76 **	0.317	0.140	0.1 *	0.032	0.001	0.0 *
lil **	0.19 **	2.502	1.000	1.3 *	0.011	0.000	0.0 *
glc **	3.63 **	-0.406	0.038	0.7 *	-0.552	0.070	1.7 *
nec **	0.09 **	2.502	1.000	1.3 *	0.011	0.000	0.0 *
neh **	3.25 **	-0.395	0.013	0.6 *	0.114	0.001	0.1 *
nel **	42.26 **	-0.356	0.334	8.9 *	0.434	0.446	12.6 *
nrl **	0.19 **	-0.353	0.053	0.0 *	-1.611	0.394	0.6 *
nrc **	4.97 **	-0.405	0.168	0.5 *	0.722	0.536	4.0 *
phm **	0.96 **	0.774	0.293	0.3 *	0.303	0.345	0.1 *
stb **	0.38 **	2.502	1.000	2.6 *	0.011	0.000	0.0 *
lac **	1.83 **	2.502	1.000	10.5 *	0.011	0.000	0.0 *
map **	0.95 **	-0.420	0.047	0.2 *	0.842	0.191	1.1 *
opb **	1.72 **	-0.384	0.046	0.3 *	0.885	0.152	1.3 *
owf **	0.19 **	2.502	1.000	1.3 *	0.011	0.000	0.0 *
pek **	1.34 **	2.091	0.965	6.4 *	0.111	0.003	0.0 *
scs **	0.38 **	-0.413	0.018	0.1 *	0.756	0.060	0.2 *
sta **	0.38 **	2.502	1.000	2.6 *	0.011	0.000	0.0 *
scp **	0.38 **	-0.414	0.004	0.1 *	0.097	0.000	0.0 *
ver **	0.19 **	2.502	1.000	1.3 *	0.011	0.000	0.0 *
nat **	0.19 **	2.502	1.000	1.3 *	0.011	0.000	0.0 *
nar **	0.19 **	-0.413	0.018	0.0 *	0.756	0.060	0.2 *
bas **	0.76 **	-0.405	0.086	0.1 *	0.681	0.243	0.6 *
urg **	5.16 **	-0.421	0.051	1.0 *	0.933	0.250	7.0 *
dib **	0.19 **	-0.413	0.018	0.0 *	0.756	0.060	0.2 *
gas **	0.57 **	-0.390	0.047	0.1 *	0.797	0.157	0.6 *
cav **	0.19 **	-0.370	0.019	0.0 *	0.710	0.072	0.1 *
eub **	16.83 **	-0.360	0.046	2.4 *	-1.592	0.901	66.3 *
eup **	2.87 **	-0.394	0.046	0.5 *	-0.825	0.202	3.0 *
prp **	0.19 **	-0.433	0.007	0.0 *	0.217	0.002	0.0 *
thp **	0.19 **	-0.429	0.038	0.0 *	0.970	0.193	0.3 *

Acs : *Actinothoe* sp. ; **Cer** : *Cephalothrix ruffrons* ; **CrS** : *Cerebratulus* sp. ; **Lil** : *Lineus lacteus* ; **Glc** : *Glycera convoluta* ; **Nec** : *Nephtys caeca* ; **Neh** : *Nephtys hombergii* ; **Nel** : *Nephtys longosetosa* ; **Nrl** : *Nereis longissima* ; **Nrc** : *Nerine cirratulus* ; **Phm** : *Phyllodoce maculata* ; **Stb** : *Sthenelais boa* ; **Lac** : *Lanice conchilega* ; **Map** : *Magelona papillicornis* ; **Opb** : *Ophelia borealis* ; **Owf** : *Owenia fusiformis* ; **Pek** : *Pectinaria koreni* ; **Sca** : *Scoloplos armiger* ; **Aba** : *Abra alba* ; **Scp** : *Scrobicularia plana* ; **Ver** : *Venerupis rhomboides* ; **Nai** : *Nassarius incrassatus* ; **Nar** : *Nassarius reticulatus* ; **Bas** : *Bathyporeia* sp. ; **Urg** : *Urothoe grimaldii* ; **Dib** : *Diastylis bradyi* ; **Gas** : *Gastrosaccus spinifer* ; **Cav** : *Cangron vulgaris* ; **Eub** : *Eupagurus bernhardus* ; **Eup** : *Eupagurus prideauxi* ; **Prp** : *Processa parva* ; **Thp** : *Thia polita*.

Tableaux 13a : Coordonnées, cosinus carrés et contribution relative à l'inertie des variables

13b : Coordonnées, cosinus carrés et contribution relative à l'inertie des observations.

Deuxième campagne.

Axe II

23,1 %

thp
urg
mec
31.
nrc
28.
22.
nel
prp
R11
19.

phc

dek

Axe I

cfs

10.-acs

32,8 %

12.
gic

cer

eup

POINTS CACHES

R5.

nrl

Points vus	Points cachés	ABSCISSE	ORDONNÉE
22.	63	-.3534192	.569932
acs	lil	2.50229	1.077457E-02
acs	rec	2.50229	1.077457E-02
19.	neh	-.3952373	.1138719
acs	stb	2.50229	1.077457E-02
acs	lac	2.50229	1.077457E-02
nrc	opb	-.3843961	.6849147
acs	owf	2.50229	1.077457E-02
31.	sca	-.4133373	.7563286
acs	aba	2.50229	1.077457E-02
19.	scp	-.4139128	9.687912E-02
acs	ver	2.50229	1.077457E-02
acs	nal	2.50229	1.077457E-02
31.	nar	-.4133373	.7563286
nrc	bas	-.4054258	.6811748
31.	dib	-.4133373	.7563286
31.	gas	-.3895986	.7969533
nrc	cav	-.3699982	.7102489
nrl	eub	-.3602981	-1.852426

Figure 21 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables). Plan de projection I-II, deuxième campagne.

Axe III

18,4 %

neh

POINTS CACHÉS

19.

Pointe vue	Points cachés	ABSCISSE	ORDONNÉE
10.	ace	1.077457E-02	-5.454229E-03
10.	lil	1.077457E-02	-5.454229E-03
10.	nec	1.077457E-02	-5.454229E-03
10.	etb	1.077457E-02	-5.454229E-03
10.	lac	1.077457E-02	-5.454229E-03
10.	owf	1.077457E-02	-5.454229E-03
nrc	sce	.7563286	-.1599394
10.	ebe	1.077457E-02	-5.454229E-03
10.	ver	1.077457E-02	-5.454229E-03
10.	nai	1.077457E-02	-5.454229E-03
nrc	nar	.7563286	-.1599394
nrc	dib	.7563286	-.1599394
31.	gas	.7969533	-.3175996
opb	cav	.7102465	-.2790461
nrl	eub	-1.592426	-.264837
urg	thp	.970367	-.3947071

eup

bas

phw

Axe I

pek 10. acs

32,8%

28.
scaR3.
22.
31.
R11
glc
prp
12.

crs cer

Figure 22 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables).
Plan de projection I-III, deuxième campagne.

Axe III

18,4 %

neh

POINTS CACHES

Points vus	Points cachés	ABSCISSE	ORDONNEE
R3.	R5	-.3755828	-.1918792
acs	lil	2.50229	-5.454229E-03
acs	nec	2.50229	-5.454229E-03
R3.	nel	-.3855433	-.1434182
22.	nrl	-.3932014	-.2678184
R3.	nrc	-.4049066	-.1732895
acs	stb	2.50229	-5.454229E-03
acs	lac	2.50229	-5.454229E-03
22.	map	-.4195222	-.2538465
31.	opb	-.3843961	-.3232132
acs	owf	2.50229	-5.454229E-03
acs	aba	2.50229	-5.454229E-03
12.	scp	-.4139128	-.6596819
acs	ver	2.50229	-5.454229E-03
acs	nai	2.50229	-5.454229E-03
sca	nar	-.4133373	-.1599394
R11	urg	-.4213067	-.3678831
sca	dib	-.4133373	-.1599394
31.	gas	-.3895986	-.3175998
31.	cav	-.3699982	-.2790461
22.	eub	-.3602981	-.264837
R11	thp	-.4287995	-.3947071
	eup		

19.

phm

bae

23,1 %

Axe II

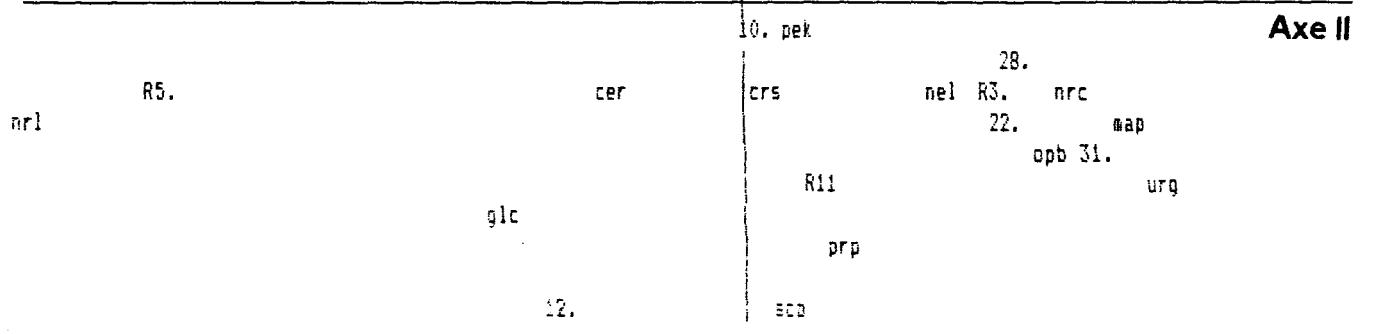
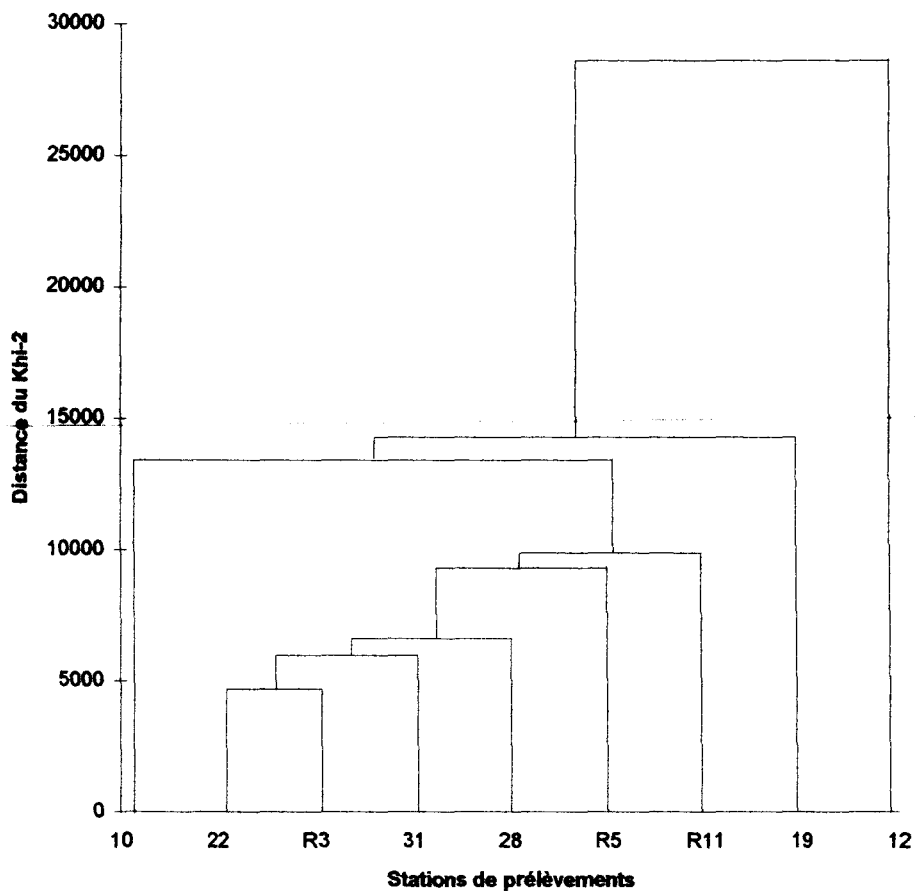


Figure 23 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables). Plan de projection II-III, deuxième campagne.

III-2-2-3 : Dendrogramme

Le dendrogramme (figure 20) réalisé à partir des abondances taxonomiques permet de distinguer 4 groupes.

- Le premier groupe est formé des stations 22, 28, 31 et R3,
- le second groupe est formé par les stations R5 et R11,
- le troisième groupe est formé des stations 10 et 19,
- le quatrième groupe est représenté par la station 12 qui s'isole fortement des autres stations par un indice de similitude très faible qui la rattache au reste des groupes très tardivement.



**Figure 23 : Dendrogramme des abondances taxonomiques.
Campagne d'octobre 1996.**

III-2-3 : Comparaison

Une analyse factorielle simple des correspondances réunissant les deux campagnes de prélèvement a été entreprise (tableaux 22 à 26 et figures 24 à 26).

Celle-ci devrait permettre d'observer une éventuelle évolution des peuplements décrits au cours des deux autres AFC déjà étudiées. Elle a été réalisée à partir des 51 espèces dénombrées sur l'ensemble des deux campagnes et à partir des 9 stations prises en compte pour chacune des campagnes. La distinction des sites suivant le mois où les prélèvements ont été faits s'observe par la présence ou l'absence d'un astérisque placé après le numéro qui désigne la station. Ainsi on différencie les stations 10 et 10* suivant la première ou la seconde campagne.

L'élaboration de l'AFC a nécessité l'utilisation de 5 axes principaux afin d'obtenir une contribution totale à l'inertie convenable. Celle-ci atteint 78,3 % réparties comme suit :

- 20,2 % pour l'axe I.
 - 17,0 % pour l'axe II.
 - 16,5 % pour l'axe III.
 - 14,2 % pour l'axe IV.
 - 10,4 % pour l'axe V.
- L'axe I est représenté essentiellement par les stations 10 ($\cos^2 : 0,503$; contribution : 37,1 %), 10* ($\cos^2 : 0,214$; contribution : 16,8 %), 19 ($\cos^2 : 0,224$; contribution : 10,6 %) et 31 ($\cos^2 : 0,475$; contribution : 7 %) ainsi que les espèces *Sagartia sp.* ($\cos^2 : 0,439$; contribution : 22,2 %), *Nephtys longosetosa* ($\cos^2 : 0,704$; contribution : 18,6 %), *Actinothoë sp.* ($\cos^2 : 0,210$; contribution : 12,6 %), *Nephtys hombergii* ($\cos^2 : 0,222$; contribution : 9 %) et *Abra alba* ($\cos^2 : 0,525$; contribution : 6,7 %).
 - L'axe II est caractérisé par les stations 10* ($\cos^2 : 0,592$; contribution : 55 %) et 10 ($\cos^2 : 0,259$; contribution : 22,7 %) et les espèces *Actinothoë sp.* ($\cos^2 : 0,602$; contribution : 42,8 %), *Sagartia sp.* ($\cos^2 : 0,223$; contribution : 13,4 %), *Nephtys hombergii* ($\cos^2 : 0,179$; contribution : 8,6 %) et *Lanice conchilega* ($\cos^2 : 0,634$; contribution : 7,9 %).
 - L'axe III n'est représenté que par la station R5 ($\cos^2 : 0,874$; contribution : 84,3 %) et l'unique espèce *Balanus crenatus* ($\cos^2 : 0,872$; contribution : 83,5 %).
 - L'axe IV est représenté par les stations R5* ($\cos^2 : 0,839$; contribution : 57,7 %), 12 ($\cos^2 : 0,354$; contribution : 15,4 %) et 10* ($\cos^2 : 0,117$; contribution : 13,1 %) et par

Eupagurus bernhardus (\cos^2 : 0,877 ; contribution : 66,5 %) et *Actinothoë sp.* (\cos^2 : 0,111 ; contribution : 9,5 %).

- L'axe V est représenté par les stations 10 (\cos^2 : 0,188 ; contribution : 26,9 %), 19 (\cos^2 : 0,578 ; contribution : 53,1 %) et 19* (\cos^2 : 0,401 ; contribution : 18 %) et par *Nephtys hombergii* (\cos^2 : 0,560 ; contribution : 44,4 %), *Sagartia sp.* (\cos^2 : 0,298 ; contribution : 29,4 %), et *Echinocardium cordatum* (\cos^2 : 0,529 ; contribution : 7 %).

VALEURS PROPRES ET VECTEURS PROPRES

1RE LIGNE : VALEURS PROPRES (VARIANCES SUR LES AXES PRINCIPAUX)

2E LIGNE : CONTRIBUTION A L'INERTIE TOTALE (POURCENTAGES EXPLIQUES PAR LES AXES PRINCIPAUX)

	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Axe 4	Axe 5
	0.8023	0.6771	0.6579	0.5636	0.4125
	20.2 %	17.0 %	16.5 %	14.2 %	10.4 %

ETUDE DES VARIABLES (Colonnes) DU TABLEAU

PUR CHAQUE AXE :

1RE COLONNE : COORDONNEE

2E COLONNE : COSINUS CARRES (QUALITE DE LA REPRESENTATION)

3E COLONNE : CONTRIBUTION RELATIVE A L'INERTIE EXPLIQUEE PAR L'AXE

COLONNES AXES PRINCIPAUX

	POIDS (en %)	AXE 1		AXE 2		AXE 3		AXE 4		AXE 5						
10 **	7.32 **	2.017	0.503	37.1 *	-1.449	0.259	22.7 *	-0.471	0.027	2.5 *	0.383	0.018	1.9 *	1.232	0.188	26.9 *
12 **	9.24 **	0.596	0.134	4.1 *	0.486	0.089	3.2 *	-0.086	0.003	0.1 *	-0.969	0.354	15.4 *	0.085	0.003	0.2 *
22 **	7.32 **	-0.613	0.300	3.4 *	-0.125	0.012	0.2 *	0.260	0.054	0.8 *	0.272	0.059	1.0 *	0.124	0.012	0.3 *
28 **	5.55 **	-0.547	0.248	2.1 *	-0.187	0.029	0.3 *	0.260	0.056	0.6 *	0.207	0.035	0.4 *	-0.032	0.001	0.0 *
19 **	5.47 **	1.246	0.224	10.6 *	-0.893	0.115	6.4 *	-0.140	0.003	0.2 *	0.298	0.013	0.9 *	-2.001	0.578	53.1 *
31 **	11.09 **	-0.712	0.475	7.0 *	-0.208	0.041	0.7 *	0.314	0.093	1.7 *	0.327	0.100	2.1 *	0.141	0.019	0.5 *
R3 **	7.63 **	-0.643	0.445	3.9 *	-0.170	0.031	0.3 *	0.263	0.074	0.8 *	0.261	0.073	0.9 *	0.082	0.007	0.1 *
R5 **	3.31 **	-0.749	0.029	2.3 *	1.113	0.065	6.1 *	-4.093	0.874	84.3 *	0.757	0.030	3.4 *	-0.090	0.000	0.1 *
R11 **	2.77 **	-0.575	0.109	1.1 *	-0.059	0.001	0.0 *	0.097	0.003	0.0 *	0.030	0.000	0.0 *	0.133	0.006	0.1 *
10* **	5.55 **	1.559	0.214	16.8 *	2.590	0.592	55.0 *	0.881	0.068	6.5 *	1.154	0.117	13.1 *	0.049	0.000	0.0 *
12* **	0.23 **	-0.303	0.003	0.0 *	0.370	0.004	0.0 *	-0.595	0.011	0.1 *	-0.683	0.014	0.2 *	0.226	0.002	0.0 *
22* **	4.24 **	-0.634	0.488	2.1 *	-0.158	0.030	0.2 *	0.239	0.069	0.4 *	0.236	0.068	0.4 *	0.104	0.013	0.1 *
28* **	3.95 **	-0.565	0.150	1.5 *	-0.233	0.026	0.3 *	0.271	0.035	0.4 *	0.288	0.039	0.6 *	-0.032	0.000	0.0 *
19* **	2.70 **	0.524	0.040	0.9 *	-0.693	0.070	1.9 *	-0.015	0.000	0.0 *	-0.025	0.000	0.0 *	-1.661	0.401	18.0 *
31* **	6.86 **	-0.709	0.222	4.3 *	-0.222	0.022	9.5 *	0.341	0.051	1.2 *	0.372	0.061	1.7 *	0.117	0.006	0.2 *

Tableau 18 : Coordonnées, cosinus carrés et contribution relative à l'inertie des variables

ETUDE DES LIGNES (Observations) DU TABLEAU

POUR CHAQUE AXE :

1RE COLONNE : COORDONNEE

2E COLONNE : COSINUS CARRÉS (QUALITE DE LA REPRESENTATION)

3E COLONNE : CONTRIBUTION RELATIVE A L'INERTIE EXPLIQUEE PAR L'AXE

LIGNES	AXES PRINCIPAUX															
	POIDS (en %)	AXE 1			AXE 2			AXE 3			AXE 4			AXE 5		
acs **	3.85 **	1.622	0.210	12.6 *	2.743	0.602	42.8 *	0.910	0.066	4.8 *	1.177	0.111	9.5 *	0.120	0.001	0.1 *
cer **	0.31 **	0.141	0.006	0.0 *	0.821	0.217	0.3 *	0.396	0.051	0.1 *	-0.076	0.002	0.0 *	0.061	0.001	0.0 *
glc **	2.85 **	-0.165	0.008	0.1 *	0.347	0.034	0.5 *	-0.429	0.053	0.8 *	-0.765	0.167	3.0 *	0.135	0.005	0.1 *
nec **	0.23 **	0.148	0.005	0.0 *	0.923	0.168	0.3 *	0.576	0.073	0.1 *	0.725	0.116	0.2 *	0.073	0.001	0.0 *
neh **	4.93 **	1.212	0.222	9.0 *	-1.088	0.179	8.6 *	-0.173	0.005	0.2 *	0.303	0.014	0.8 *	-1.926	0.550	44.4 *
nel **	41.83 **	-0.597	0.704	18.6 *	-0.152	0.046	1.4 *	0.213	0.090	2.9 *	0.185	0.065	2.6 *	0.056	0.005	0.3 *
nri **	0.46 **	1.746	0.521	1.8 *	-1.279	0.280	1.1 *	-0.430	0.032	0.1 *	0.012	0.000	0.0 *	0.772	0.162	0.7 *
nrc **	6.78 **	-0.716	0.394	4.3 *	-0.219	0.037	0.5 *	0.345	0.092	1.2 *	0.357	0.095	1.5 *	0.137	0.014	0.3 *
phm **	0.54 **	0.390	0.045	0.1 *	0.807	0.195	0.5 *	0.413	0.051	0.1 *	0.370	0.041	0.1 *	-0.270	0.022	0.1 *
stb **	0.31 **	1.262	0.305	0.6 *	1.096	0.230	0.5 *	0.478	0.044	0.1 *	0.927	0.187	0.5 *	0.566	0.061	0.2 *
lac **	0.77 **	1.525	0.212	2.2 *	2.636	0.634	7.9 *	0.845	0.066	0.8 *	0.972	0.086	1.3 *	0.088	0.001	0.0 *
map **	1.85 **	-0.726	0.221	1.2 *	-0.247	0.026	0.2 *	0.362	0.055	0.4 *	0.390	0.064	0.5 *	0.115	0.006	0.1 *
opb **	2.77 **	-0.172	0.015	0.1 *	0.268	0.037	0.3 *	-0.322	0.054	0.4 *	-0.285	0.042	0.4 *	0.128	0.009	0.1 *
owf **	0.54 **	0.923	0.162	0.6 *	0.716	0.098	0.4 *	0.055	0.001	0.0 *	-0.646	0.079	0.4 *	-0.339	0.022	0.2 *
pek **	2.85 **	1.095	0.428	4.3 *	0.347	0.043	0.5 *	0.044	0.001	0.0 *	-0.185	0.012	0.2 *	-0.383	0.053	1.0 *
aba **	1.69 **	1.775	0.525	6.7 *	-0.977	0.159	2.4 *	-0.225	0.008	0.1 *	0.547	0.050	0.9 *	-0.766	0.095	2.4 *
scp **	0.62 **	-0.484	0.024	0.2 *	0.219	0.005	0.0 *	-0.589	0.035	0.3 *	-0.009	0.000	0.0 *	0.163	0.003	0.0 *
nai **	0.39 **	0.756	0.209	0.3 *	0.618	0.140	0.2 *	0.205	0.015	0.0 *	-0.057	0.001	0.0 *	-0.516	0.096	0.2 *
nar **	0.69 **	1.292	0.491	1.4 *	-0.849	0.212	0.7 *	-0.237	0.017	0.1 *	0.058	0.001	0.0 *	-0.375	0.041	0.2 *
urg **	3.31 **	-0.771	0.145	2.5 *	-0.243	0.014	0.3 *	0.384	0.036	0.7 *	0.441	0.047	1.1 *	0.192	0.009	0.3 *
dib **	0.15 **	0.380	0.014	0.0 *	-0.684	0.047	0.1 *	0.081	0.001	0.0 *	0.390	0.015	0.0 *	-1.583	0.249	0.9 *
gas **	0.46 **	-0.712	0.194	0.3 *	-0.178	0.012	0.0 *	0.328	0.041	0.1 *	0.355	0.048	0.1 *	0.168	0.011	0.0 *
eub **	10.02 **	0.237	0.013	0.7 *	0.508	0.060	3.8 *	-0.110	0.003	0.2 *	-1.935	0.677	66.5 *	0.091	0.002	0.2 *
eup **	1.31 **	0.448	0.027	0.3 *	-0.201	0.005	0.1 *	-0.086	0.001	0.0 *	-1.172	0.183	3.2 *	-0.908	0.110	2.6 *
prp **	0.15 **	-0.621	0.021	0.1 *	-0.055	0.000	0.0 *	0.153	0.001	0.0 *	0.067	0.000	0.0 *	-0.207	0.002	0.0 *
thp **	0.15 **	0.300	0.012	0.0 *	-0.677	0.064	0.1 *	0.124	0.002	0.0 *	0.446	0.028	0.1 *	-1.467	0.295	0.8 *
ses **	4.24 **	2.050	0.439	22.2 *	-1.462	0.223	13.4 *	-0.520	0.028	1.7 *	0.261	0.006	0.6 *	1.691	0.295	26.4 *
cas **	0.08 **	-0.611	0.022	0.0 *	-0.227	0.003	0.0 *	0.321	0.006	0.0 *	0.276	0.004	0.0 *	-0.050	0.000	0.0 *
nee **	0.38 **	0.665	0.045	0.0 *	0.590	0.035	0.0 *	-0.105	0.001	0.0 *	-1.291	0.170	0.2 *	0.133	0.002	0.0 *
noi **	0.39 **	2.252	0.401	2.4 *	-1.761	0.245	1.6 *	-0.581	0.027	0.2 *	0.510	0.021	0.2 *	1.918	0.291	3.4 *
pds **	0.23 **	2.252	0.401	1.5 *	-1.761	0.245	1.1 *	-0.581	0.027	0.1 *	0.510	0.021	0.1 *	1.918	0.291	2.1 *
sci **	0.08 **	0.665	0.045	0.0 *	0.590	0.035	0.0 *	-0.105	0.001	0.0 *	-1.291	0.170	0.2 *	0.133	0.002	0.0 *
arl **	0.08 **	-0.642	0.012	0.0 *	-0.071	0.000	0.0 *	0.120	0.000	0.0 *	0.040	0.000	0.0 *	0.207	0.001	0.0 *
ena **	0.15 **	0.665	0.045	0.1 *	0.590	0.035	0.1 *	-0.105	0.001	0.0 *	-1.291	0.170	0.2 *	0.133	0.002	0.0 *
nab **	0.08 **	2.252	0.401	0.5 *	-1.761	0.245	0.4 *	-0.581	0.027	0.0 *	0.510	0.021	0.0 *	1.918	0.291	0.7 *
nas **	0.15 **	-0.684	0.037	0.1 *	-0.152	0.002	0.0 *	0.321	0.008	0.0 *	0.363	0.010	0.0 *	0.194	0.003	0.0 *
bac **	2.16 **	-0.556	0.024	1.9 *	1.352	0.063	5.8 *	-5.046	0.672	83.5 *	1.008	0.035	3.9 *	-0.140	0.001	0.1 *
gaa **	0.08 **	-0.642	0.012	0.0 *	-0.071	0.000	0.0 *	0.120	0.000	0.0 *	0.040	0.000	0.0 *	0.207	0.001	0.0 *
vac **	0.08 **	-0.684	0.037	0.0 *	-0.152	0.002	0.0 *	0.321	0.008	0.0 *	0.363	0.010	0.0 *	0.194	0.003	0.0 *
cae **	0.08 **	0.665	0.045	0.0 *	0.590	0.035	0.0 *	-0.105	0.001	0.0 *	-1.291	0.170	0.2 *	0.133	0.002	0.0 *
poh **	0.23 **	1.723	0.473	0.9 *	-0.977	0.152	0.3 *	-0.422	0.028	0.1 *	-0.090	0.001	0.0 *	1.323	0.279	1.0 *
pop **	0.08 **	-0.684	0.037	0.0 *	-0.152	0.002	0.0 *	0.321	0.008	0.0 *	0.363	0.010	0.0 *	0.194	0.003	0.0 *
ecc **	0.69 **	0.596	0.127	0.9 *	-0.615	0.048	0.4 *	-0.103	0.001	0.0 *	0.016	0.000	0.0 *	-2.034	0.529	7.0 *
opa **	0.08 **	0.665	0.045	0.0 *	0.590	0.035	0.0 *	-0.105	0.001	0.0 *	-1.291	0.170	0.2 *	0.133	0.002	0.0 *
opl **	0.08 **	2.252	0.401	0.5 *	-1.761	0.245	0.4 *	-0.581	0.027	0.0 *	0.510	0.021	0.0 *	1.918	0.291	0.7 *
trv **	0.08 **	-0.718	0.043	0.0 *	-0.207	0.004	0.0 *	0.324	0.009	0.0 *	0.348	0.010	0.0 *	0.128	0.001	0.0 *
crs **	0.31 **	0.098	0.003	0.0 *	0.763	0.178	0.3 *	0.440	0.055	0.1 *	0.013	0.000	0.0 *	0.071	0.002	0.0 *
lil **	0.08 **	1.740	0.176	0.3 *	3.148	0.582	1.1 *	1.086	0.069	0.1 *	1.537	0.139	0.3 *	0.076	0.000	0.0 *
sca **	0.15 **	-0.630	0.016	0.1 *	-0.283	0.003	0.0 *	0.334	0.004	0.0 *	0.384	0.006	0.0 *	-0.051	0.000	0.0 *
ver **	0.08 **	1.740	0.178	0.3 *	3.148	0.582	1.1 *	1.086	0.069	0.1 *	1.537	0.139	0.3 *	0.076	0.000	0.0 *
bas **	0.31 **	-0.410	0.027	0.1 *	-0.369	0.022	0.1 *	0.270	0.012	0.0 *	0.301	0.015	0.0 *	-0.520	0.043	0.2 *
cav **	0.08 **	-0.642	0.022	0.0 *	-0.093	0.000	0.0 *	0.259	0.004	0.0 *	0.245	0.003	0.0 *	0.141	0.001	0.0 *

Tableau 19 : Coordonnées, cosinus carrés et contribution relative à l'inertie des observations.

Axe II

17,0 %

lii

acs

10*

bac

R5.

stb

hec

cer

crs

phg

swf

nai

mee

12.

eub

R5*

pek

12*

gic

opb

scp

R1*

Axe I

20,2 %

ariR11

gas22.28.

31. 28*

eup

bae

ecc

thpdib 19*

nar

19.

aba

neh

nri

10.

nol

Figure 24 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables).
Plan de projection I-II.

POINTS CACHES

Points vus	Points cachés	ABSCISSE	ORDONNEE
22.	R3	-.643047	-.17023
22.	22*	-.6338325	-.1575383
31.	31*	-.7092849	-.2218371
R11	R3*	-.5749403	-7.626364E-02
28.	nel	-.5969474	-.1519353
31.	nrc	-.7156774	-.2166529
10*	lac	1.52538	2.6365
31.	map	-.7260277	-.2470057
31.	urg	-.771249	-.2425473
R11	prp	-.6208691	-.0586701
10.	sas	2.05019	-1.461541
28*	ces	-.6110138	-.2268931
nol	pos	2.252156	-1.760765
mee	sci	.6652806	.5902837
mee	ena	.6652806	.5902837
nol	mab	2.252156	-1.760765
28.	mas	-.6842743	-.1520059
arl	gaa	-.6423715	-7.143136E-02
28.	vac	-.6842743	-.1520059
mee	cas	.6652806	.5902837
aba	poh	1.723197	-.977082
28.	pop	-.6842743	-.1520059
mee	opa	.6652806	.5902837
nol	opl	2.252156	-1.760765
31.	trv	-.7179038	-.2068769
28*	sca	-.6303378	-.2834167
lil	ver	1.740405	3.148054
arl	cav	-.6418689	-.0926816

Acs : *Actinothoe* sp. ; **Ger** : *Cephalothrix ruffronis* ;
Crs : *Cerebratulus* sp. ; **Glc** : *Glycera convoluta* ; **Nec**
: *Nephtys cirrosa* ; **Neh** : *Nephtys hombergii* ; **Nel** :
Nephtys longosetosa ; **Nrl** : *Nereis longissima* ; **Nrc** :
Nerine cirratulus ; **Phm** : *Phyllodoce maculata* ; **Stb** :
Sthenelais boa ; **Lac** : *Lanice conchilega* ; **Map** :
Magelona papillicornis ; **Opb** : *Ophelia borealis* ; **Owf** :
Owenia fusiformis ; **Pek** : *Pectinaria koreni* ; **Aba** :
Abra alba ; **Scp** : *Scrobicularia plana* ; **Nai** : *Nassarius*
incrassatus ; **Nar** : *Nassarius reticulatus* ; **Urg** :
Urothoe grimaldii ; **Dib** : *Diastylis bradyi* ; **Gas** :
Gastrosaccus spinifer ; **Eub** : *Eupagurus bernhardus* ;
Eup : *Eupagurus prideauxi* ; **Prp** : *Processa parva* ;
Thp : *Thia polita* ; **Sas** : *Sagartia* sp. ; **Mee** :
mercierella enigmatica ; **Nol** : *Notomastus latericeus* ;
Pos : *pomatoceros* sp. ; **Sci** : *Scalibregma inflatum* ;
Sca : *Scoloplos armiger* ; **Arl** : *Arca lactea* ; **Ena** :
Ensis arcuatus ; **Mab** : *Macoma balthica* ; **Mas** :
Mactra solida ; **Bac** : *Balanus crenatus* ; **Gaa** :
Gammarellus angelosus ; **Vac** : *Vaunthompsonia*
cristata ; **Cas** : *Callianassa* sp. ; **Poh** : *Portunus*
holtsatus ; **Pop** : *Portunus pusillus* ; **Ecc** :
Echinocardium cordatum ; **Bas** : *Bathyporeia* sp. ; **Crc**
: *Crangon crangon* ; **Opa** : *Ophiura albina* ; **Opl** :
Ophiura lacusta ; **Trv** : *Trachinus vipera* ; **Lil** : *Lineus*
lacteus ; **Sca** : *Scoloplos armiger* ; **Ver** : *Venerupis*
rhomboïdes ; **Bas** : *Bathyporeia* sp. **Cav** : *Cangron*
vulgaris.

Tableau 20 : Liste des points cachés du plan de projection I-II.

Axe IV

14,2 %

lil

10*

stb

lac

nec

aba

noi

thp

phm

10.

sas

17.

Axe I

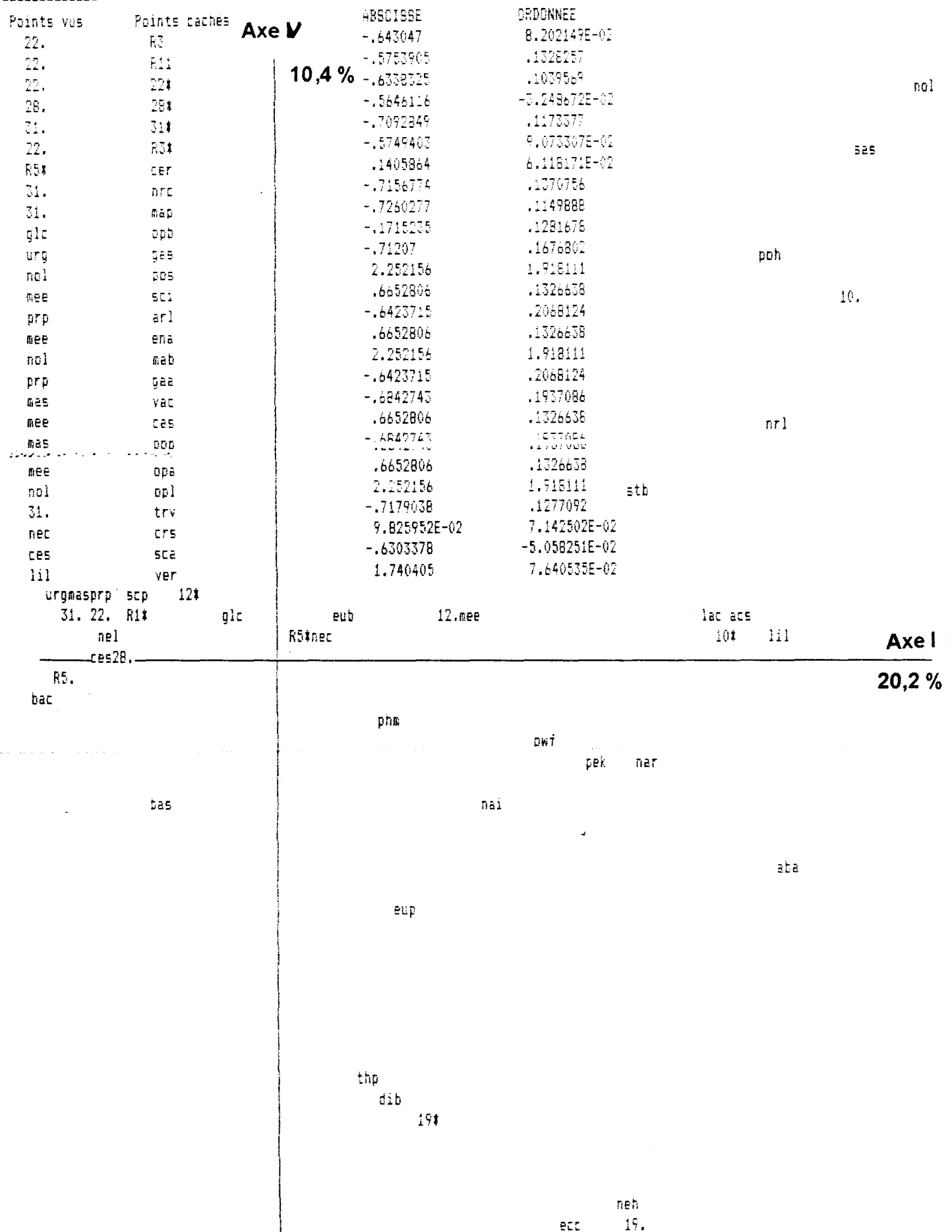
20,2 %

POINTS CACHES

73

	12.	Points vus	Points cachés	ABSCISSE	ORDONNEE
		22.	R3	-.643047	.2611866
		22.	2B*	-.5646116	.2682366
eup		31.	31*	-.7092649	.3721117
		28.	R3*	-.5749403	.1841372
mee	10*	acs		1.621625	1.177472
		19.	neh	1.212185	.3025762
		28.	nei	-.5969474	.1854212
		31.	nrc	-.7156774	.357266
		31.	map	-.7260277	.3898504
R5*		phm	dib	.3804936	.3902178
		31.	gas	-.71207	.355432
		22.	ces	-.6110138	.2756053
eub		noi	pos	2.252156	.5100131
		mee	sci	.6652806	-1.290671
		prp	arl	-.6423715	4.037828E-02
		mee	ena	.6652806	-1.290671
		noi	mab	2.252156	.5100131
		31.	mas	-.6842743	.3629105
		prp	gaa	-.6423715	4.037828E-02
		31.	vac	-.6842743	.3629105
		mee	cas	.6652806	-1.290671
		31.	pop	-.6842743	.3629105
		mee	opa	.6652806	-1.290671
		noi	opl	2.252156	.5100131
		31.	trv	-.7179039	.347897
		lil	ver	1.746405	1.577796

Figure 25 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables).
Plan de projection I-IV.



**Figure 26 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables).
Plan de projection I-V.**

IV : DISCUSSION

IV-1 : ANALYSES DES RÉSULTATS GRANULOMÉTRIQUES

IV-1-1 : Évolution des faciès sédimentaires

La cartographie des faciès sédimentaires des zones étudiées montre une réelle opposition entre la zone dite de référence et les zones de vidage.

Quelle que soit la campagne de prélèvements, les sites de la zone de référence présentent une homogénéité des faciès sédimentaires constitués de sables fins, ce qui peut être mis en corrélation avec la présence d'importants bancs de sables aux alentours (hauts-fonds de Gravelines, Dyck occidental).

La zone comprenant les zones de vidage présente quant à elle une hétérogénéité des sédiments liée directement à la localisation et à la profondeur des sites choisis. Ceux situés à l'endroit même des rejets de boues issues du dragage vont subir un envasement direct, qui va persister plus ou moins en fonction de la profondeur et du courant.

Sur les deux campagnes, on observe une évolution des faciès qui tendent vers un retour aux faciès naturels qui vont des sablons/sables fins aux cailloutis et vases sableuses. La diminution des teneurs en vase peut s'expliquer par les conditions hydrodynamiques très fortes au niveau du Pas-de-Calais. Celles-ci permettraient le lessivage par les courants de la couche de vase déposée sur le sédiment déjà en place après l'immersion des boues de dragage. Ce lessivage semble se faire plus ou moins rapidement en fonction de la profondeur des sites touchés par l'envasement. Ainsi comme le montre le tableau 27, seule la station 19 semble conserver un faciès à dominance vaseuse (passant d'un faciès vaseux à un faciès de vases sableuses). Or la profondeur de cette station est de 32,4 m. Au regard de la profondeur moyenne des sites des zones de vidage qui est de 23,5 m, on suppose que cette dépression va entraîner l'accumulation des particules vaseuses issues du port et ceci malgré les conditions hydrodynamiques favorables à leur dispersion. Le retour à la normale prendra donc plus de temps au niveau de cette station et on peut penser que cela pourrait engendrer des perturbations de la faune locale.

L'évolution des stations adjacentes 10 et 12 vers un sédiment plus grossier (cailloutis envasés et sables graveleux) va dans le sens des observations faites par Prygiel *et al.* (1988) (fig. 27) qui décrivent la présence d'un banc caillouteux situé à la limite de notre zone d'étude. La présence de ces faciès dénote une zone de courants forts.

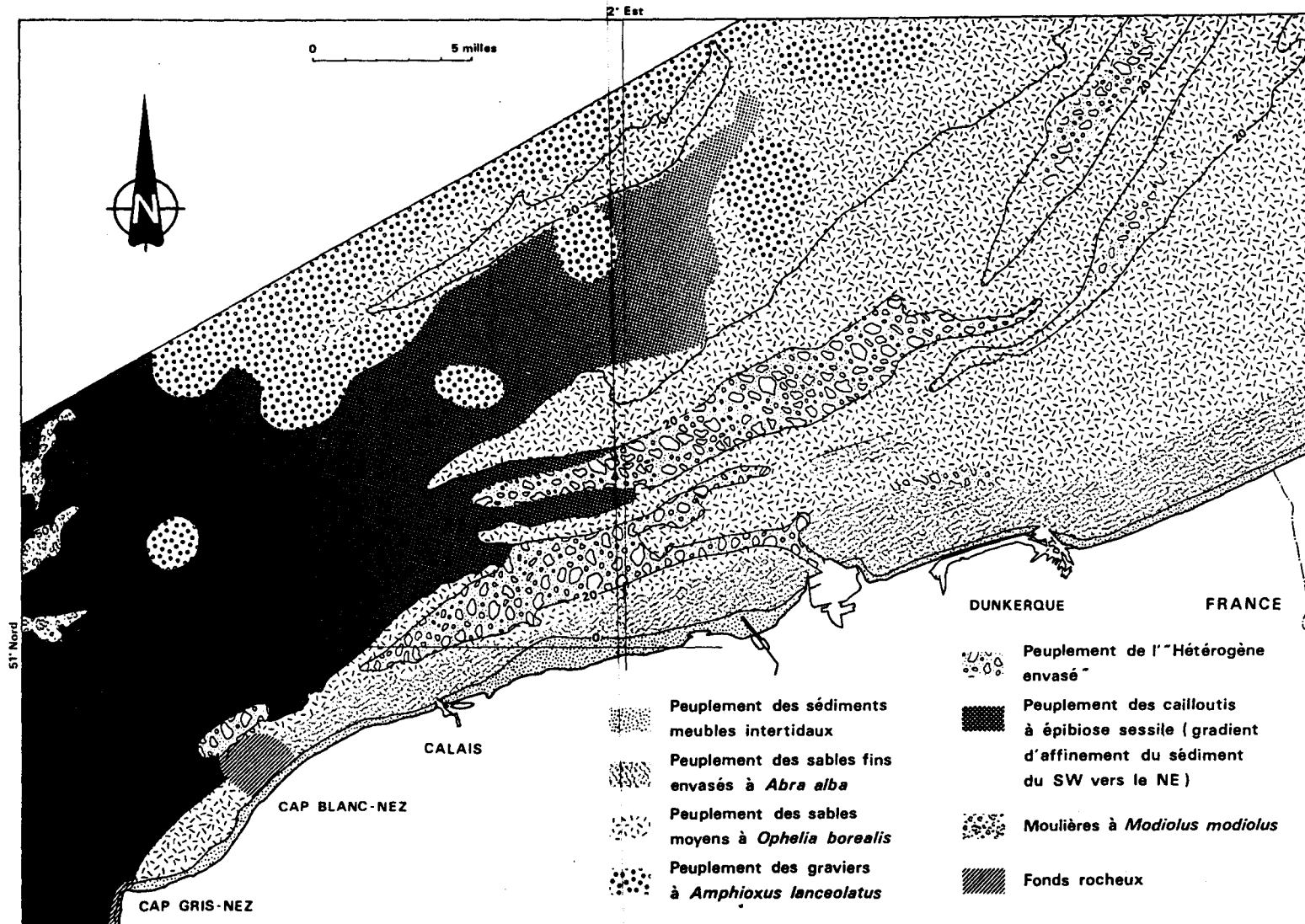


Figure 27 : Répartition des peuplements macrobenthiques décrits par Prygiel *et al.*, 1988.

En résumé, on constate une évolution dans le temps des faciès sédimentaires qui tend vers un retour aux faciès naturels. Ce retour aux conditions naturelles se fait en fonction de l'intensité des courants qui permettent le lessivage plus ou moins rapide des particules déposées, mais également en fonction de la profondeur du sol. Les particules vaseuses pourront se déposer au niveau des dépressions, recouvrant ainsi le sédiment déjà en place.

La zone de référence qui conserve d'une campagne à l'autre une homogénéité des faciès, ne semble pas perturbée par les rejets de particules issues du port. Sa situation géographique par rapport aux zones de vidage et l'orientation sud-ouest/nord-est du courant de marée résiduel permet à cette zone d'échapper à l'influence des rejets de boues de dragage.

Nous pouvons ajouter que, d'une façon générale, on observe un gradient granulométrique allant des sables fins décrit dans la zone de vidage ouest-nord, aux cailloutis envasés de la zone de vidage ouest-sud. Ces observations corroborent les observations de Prygiel *et al.* (1988) selon lesquelles « l'étude des peuplements macrobenthiques de la partie française de la mer du nord permet de distinguer un double gradient hydrodynamique qui se traduit par un affinement des sédiments depuis les cailloutis à l'ouest jusqu'aux sables fins à moyens à l'est, ainsi que par un envasement ».

Station	Faciès granulométrique		Classement	
10	vases sableuses	→ cailloutis envasés	très mal classé	→ faiblement classé
12	sables vaseux	→ sables graveleux	bien classé	→ bien classé
22	sables fins	→ sables fins	très bien classé	→ très bien classé
19	vases	→ vases sableuses	très bien classé	→ très bien classé
28	sables fins	→ sables fins	bien classé	→ bien classé
31	sables fins	→ Sablons	bien classé	→ bien classé
R3	sables fins	→ sables fins	très bien classé	→ très bien classé
R5	sables graveleux	→ sables fins	très bien classé	→ bien classé
R11	sables fins	→ sables fins	bien classé	→ très bien classé

Tableau 27 : Evolution des caractéristiques granulométriques au cours des deux campagnes étudiées.

IV-1-2 : Dendrogramme

IV-1-2-1 : Première campagne

Le dendrogramme permet de mettre en relation les stations liées par l'indice de similitude le plus élevé. Cet indice est calculé sur la base d'une distance du Khi2 (χ^2) afin de fournir une interprétation parallèle et complémentaire à celle de l'AFC.

Bien que les stations 22, 28, 31, R3 et R11 aient été caractérisées par un faciès de sables fins, le dendrogramme fait apparaître des différences du point de vue des pourcentages des fractions granulométriques caractérisant les sables. Seules les stations 22 et R3 semblent comparables. La station R5, dont le faciès est du sable graveleux présente quant à elle un indice de similitude élevé vis-à-vis de la station R11. Ceci laisse à penser que le site R5 pourrait être considéré comme étant un faciès de sables fins. En effet, même si la fraction ≥ 2 mm représente 16,48 %, la fraction [100 μm , 2000 μm] correspondant à la classe des sables fins, est nettement dominante et très proche des valeurs obtenues pour le site R11.

Les résultats du dendrogramme tendent également à montrer que les stations 10, 12 et 19 dont les faciès sont respectivement vases sableuses, sables vaseux et vases sont relativement peu comparables entre elles, même si ces stations sont à tendances vaseuses.

IV-1-2-2 : Deuxième campagne

Les stations 22, 28, R3, R5 et R11 ont été caractérisées par un faciès de sables fins. Cependant, le dendrogramme fait apparaître néanmoins des différences du point de vue des pourcentages des fractions granulométriques. En effet, seules les stations 22, R3 et R11 semblent être comparativement semblables si on considère la répartition des fractions granulométriques. La station R5 se distingue des trois autres en se rattachant à la station 12 dont le faciès est de sables graveleux. La station 28, quant à elle, semble très proche de la station 31, station à sablons, mais ceci s'explique par les pourcentages des fractions granulométriques très proches des limites qui caractérisent les sablons.

IV-2 : ANALYSES DES RÉSULTATS FAUNISTIQUES

IV-2-1 : Dominance taxonomique

Si on compare les dominances taxonomiques des stations des zones de vidage et celle de la zone de référence obtenues à la première campagne, on s'aperçoit que des différences de compositions faunistiques subsistent. Les annélides apparaissent comme étant les mieux représentées pour chacune des différentes zones. Les cnidaires ne sont présents que sur les

zones de vidage de par la nature du sédiment favorable à leur implantation. Les arthropodes dominent largement dans la zone de référence. Cependant, après un mois, il semble que les deux zones tendent vers les mêmes dominances taxonomiques (tabl. 28).

Dominances taxonomiques						
	Zones de vidage		Zone de référence		Pour l'ensemble des zones	
Taxons	Septembre	Octobre	Septembre	Octobre	Septembre	Octobre
Cnidaires	24,70%	9,80%	0%	0%	24,30%	6,60%
Némertes	0,20%	1,20%	0%	1%	0,20%	1,10%
Annélides	54,90%	70,90%	46,20%	71,50%	54,10%	71,17%
Mollusques	9,40%	7,10%	3,40%	0,00%	7,50%	0,00%
Arthropodes	8,20%	1,10%	50,20%	27,50%	12%	27%
Echinodermes	2,80%	0%	0,20%	0%	2,10%	0%

Tableau 28 : Comparaison des dominances taxonomiques obtenues sur les zones de vidage et de référence pour la première et la seconde campagne de prélèvement.

IV-2-2 : Diversité taxonomique

Dans l'ensemble, les stations situées sur les zones d'immersion présentent une diversité spécifique plus importante liée sans aucun doute à l'apport de vase, permettant une hétérogénéité des sédiments favorable à l'installation d'une faune diversifiée.

Les prélèvements effectués à la deuxième campagne ont montré une baisse générale de la diversité au niveau des zones de vidage.

IV-3 : APPORTS DU TRAITEMENT STATISTIQUE

IV-3-1 : Première campagne

La contribution relative à l'inertie expliquée par l'axe et par la qualité de la représentation (\cos^2) sur les plans de projection des variables (stations) et des observations (espèces) des AFC permettent les constations suivantes :

Les stations ayant à la fois une bonne représentation et un poids important sont les stations 10 et 31 pour l'axe I, la station R5 pour l'axe II et la station 12 pour l'axe III.

Pour ce qui concerne les espèces, celles qui ont à la fois une bonne représentation et une contribution à l'inertie importante sont *Sagartia sp.*, *Nephtys longosetosa*, *Nassarius reticulatus* et *Abra alba* pour l'axe I, *Balanus crenatus* pour l'axe II, et *Eupagurus bernhardus* pour l'axe III.

◆ Le plan de projection I-II permet d'observer 3 ensembles de points relatifs aux stations.

L'axe I est caractérisé par un premier nuage formé des stations 31, R3, 22 et 28 et par un second nuage constitué par les stations 10 et 19. La disposition de ces 2 ensembles de stations regroupées de part et d'autre de l'origine de l'axe permet de penser qu'il existe un gradient. Celui-ci peut être interprété par la granulométrie des sites, allant du sable fin des stations 22, 28, 31 et R3 aux faciès de vases sableuses et de vases des stations 10 et 19.

L'axe II définit la station R5 (79 % de contribution à l'inertie).

◆ Le plan de projection I-III donne une représentation plus éclatée des nuages de points qui caractérisaient l'axe I. 4 nuages de points y sont observables.

L'axe III définit les stations 10, 12 et R5. Cet axe permet d'affiner la description du gradient granulométrique observé sur le premier plan de projection. En effet, la disposition des stations 12 et R5 par rapport au groupe 10-19 permet de définir un gradient. Ce gradient sépare les stations 10 et 19 constituées en majorité de vases, d'une part, de la station 12 beaucoup moins vaseuse et de la station R5 de sables graveleux d'autre part.

◆ Si on considère la répartition des espèces, le plan de projection I-II permet de visualiser trois nuages de points.

L'axe I est défini par 2 groupes distincts d'espèces qui s'opposent par rapport à l'origine de l'axe. Le premier groupe associe l'espèce *Sagartia sp.* (dont la contribution à l'inertie est la plus élevée) au cortège d'espèces suivant : *Nassarius reticulatus*, *Abra alba*, *Nephtys hombergii*, *Nereis longissima*, *Eupagurus prideauxi*, *Portunus holsatus* et *Notomastus latericeus*. Le second groupe se compose des espèces *Nephtys longosetosa*, *Cephalotrix rufifrons*, *Nerine cirratulus* et *Magelona papillicornis* ; *Nephtys longosetosa* étant la mieux représentée. On remarque que ces 2 groupes se répartissent sur le plan de projection suivant la disposition des groupes de stations 31-R3 et 10-19. Au vu de ces observations, on peut penser que les 2 groupes d'espèces se positionnent aux extrémités du gradient granulométrique déjà décrit. L'axe I sera alors caractérisé par l'espèce *Sagartia sp.* et son cortège d'espèces déjà défini auxquelles on associe les stations 10 et 19 respectivement à faciès de sables vaseux et vaseux et les stations 31 et R5 à sablons et sables fins associés au groupe dominé par *Nephtys longosetosa*. Si on observe le dendrogramme réalisé à partir des relevés faunistiques, on constate un regroupement des stations 22, 28, 31, R3 et R11 qui

s'explique par un facteur autre que la granulométrie. En effet, en examinant les relevés faunistiques des stations concernées, on note pour chacune d'elle la présence d'une même espèce dominant largement en effectif. Il s'agit de *Nephtys longosetosa*, représentée par ailleurs, au voisinage des sites évoqués ci-dessus. De plus, les sites 31 et R3 reliés par un indice de similitude très élevé montrent en plus la présence d'une espèce très bien représentée : *Nerine cirratulus*. Cette espèce se trouve également représentée aux stations 22 et 28. Le dendrogramme permet également de confirmer le regroupement des stations 10 et 19, qui outre un faciès vaseux, ont en commun les espèces *Nephtys hombergii* et *Abra alba* que nous pouvions déjà associer à ces stations par l'AFC.

L'axe II est caractérisé par *Balanus crenatus* à qui on associe le site R5. Ce regroupement s'explique d'autant plus facilement si on considère que le sédiment grossier de cette station pourra servir de support à cette espèce sessile. On peut en déduire que cette espèce représenterait le peuplement des cailloutis à épibiose sessile.

Le flot d'espèces qui se trouvent au centre des projections ne nous renseigne en rien car ces espèces ne sont définies correctement sur aucun des axes.

◆ Le plan de projection I-III va servir, entre autre, à mieux définir les cortèges qui accompagnent les espèces dominantes déjà mentionnées. Ceci va permettre d'une certaine manière de décrire les peuplements auxquels appartiennent les espèces *Sagartia sp.* et *Nephtys longosetosa* déjà citées.

On décrit alors le groupe composé des espèces *Sagartia sp.* (espèce dominante), *Nassarius reticulatus*, *Abra alba*, *Nephtys hombergii*, *Nereis longissima*, *Eupagurus prideauxi*, *Notomastus latericeus*, *Ophiura lacusta*, *Macoma balthica* et *Echinocardium cordatum*, répartis aux alentours des sites 10 et 19, comme étant le peuplement des sables fins plus ou moins envasé à *Abra alba*.

Le second groupe composé par *Nephtys longosetosa* (espèce dominante) accompagnée du cortège d'espèces *Nerine cirratulus*, *Gastrosaccus spinifer* et *Magelona papillicornis*, serait le peuplement des sables fins à moyens propres à *Ophelia borealis*.

Enfin, l'axe III auquel on associe la station 12 fait ressortir un groupe d'espèces dominé par *Eupagurus bernhardus* et dont les espèces accompagnatrices sont *Actinothoë sp.*, *Owenia fusiformis*, *Lanice conchilega*, *Mercierella enigmatica*, *Ensis arcuatus*, *Callianassa sp.* et *Ophiura albina*. La connaissance des préférences sédimentaires de ces espèces associées à la station 12 laisse à penser que l'on a à faire au peuplement de l'hétérogène envasé.

IV-3-2 : Deuxième campagne

La définition des trois axes principaux et l'observation des plans de projection I-II, I-III et II-III permettent les constatations suivantes :

- ◆ Le plan de projection I-II permet de visualiser 3 ensembles de points relatifs aux stations.

L'axe I est caractérisé par la station 10, station à cailloutis envasés.

L'axe II est caractérisé par l'opposition de deux nuages de points par rapport à l'origine de l'axe. Ainsi, la station R5 appartenant au premier nuage de points s'oppose au groupe des stations 31, 22 et 28. Cette opposition s'expliquerait par la composition granulométrique des différents sites variant des sablons pour la station 31, à un sédiment plus grossier pour la station R5 caractérisée par du sable fin. On notera que l'observation du dendrogramme réalisé à partir des fractions sédimentaires permet de voir que la station R5 est associée à la station 12 dont le faciès est défini comme étant de sable graveleux. Cette observation permet donc de confirmer la présence du gradient granulométrique défini sur le plan de projection de l'AFC.

- ◆ Sur les plans de projection I-III et II-III, l'axe III va servir à mettre en évidence la station 19 à faciès de vases sableuses. L'isolement de la station 19 s'observait déjà sur le dendrogramme. En effet, son rattachement aux autres stations se fait à un niveau de similitude très élevé, dénotant une incompatibilité vis-à-vis des autres faciès sédimentaires. Il en est de même pour la station 10 dont le niveau de similitude est néanmoins plus faible.

◆ Si on considère à présent la répartition des espèces sur le plan de projection I-II, on observe 3 nuages de points qui s'organisent autour des points représentant les stations. L'axe I est alors caractérisé par un groupe d'espèces regroupées autour de la station 10 et qui va associer l'espèce dominante *Actinothoe* sp. à un cortège d'espèces essentiellement de sables fins envasés ; *Lanice conchilega*, *Pectinaria koreni*, *Lineus lacteus*, *Nephtys caeca*, *Sthenelais boa*, *Owenia fusiformis*, *Abra alba*, *Venerupis rhomboïdes* et *Nassarius incrassatus*. Au vu de la granulométrie de la station 10 et par la présence des espèces associées, on peut penser que l'axe I définit le peuplement de l'hétérogène envasé dont *Sthenelais boa*, *Owenia fusiformis* et *Abra alba* forment une association constante.

L'axe II fait apparaître l'opposition de 2 nuages de points qui se répartissent de part et d'autre de l'origine de cet axe suivant la répartition des stations déjà décrites ci-dessus.

On oppose alors les espèces *Eupagurus bernhardus* (espèce dominante) et *Nereis longissima* associées à la station R5, aux espèces *Nephtys longosetosa* (espèce dominante), *Urothoe grimaldii* et *Nerine cirratulus* associées, à la station 31. L'opposition de ces deux groupes pourrait s'expliquer par un gradient granulométrique qui répartirait les espèces suivant une granulométrie allant d'un faciès de sablons vers un faciès de sables fins. Le

peuplement défini par l'axe II, serait celui des sables fins à moyens propres à *Ophelia borealis* que l'on diviserait en deux sous-groupes suivant le substrat préférentiel des espèces (sablon ou sable fin).

Les espèces qui définissent l'axe III sont associées à la station 19. Il s'agit de l'espèce dominante *Nephtys hombergii* accompagnée de l'espèce *Eupagurus prideauxi*. Ces deux espèces étant des espèces de vases sableuses, on peut associer l'axe III au peuplement des sables fins plus ou moins envasés à *Abra alba*, même si cette dernière n'est pas représentée sur les plans de projection.

Si on observe le dendrogramme faunistique, on constate que le regroupement des stations 22, 28, 31 et R3 s'explique par une composition faunistique similaire, en plus des faciès identiques. *Nephtys longosetosa* y domine largement en quantité. *Nerine cirratulus* y est également bien représentée. Ceci corrobore les observations faites à partir de l'AFC. Les stations 10 et 19, caractérisées par des axes différents sur les plans de projection, présentent des compositions faunistiques qui n'ont rien en commun. Ceci permet d'expliquer pourquoi elles ne s'associent à aucune autre station sur l'AFC.

Enfin, la station 12 pour laquelle aucune conclusion n'a pu être tirée par l'AFC, se sépare très largement des autres stations sur le dendrogramme. On peut expliquer ces observations par la composition faunistique de ce site qui ne présente en fait que trois individus. C'est donc le caractère presque azoïque de la station 12 qui la démarque des autres stations sur le dendrogramme.

IV-3-3 : Comparaison

La définition des cinq axes principaux et l'observation des plans de projection I-II, I-IV et I-V permettent les constatations suivantes :

◆ Plan de projection I-II.

La première constatation que l'on peut faire, c'est l'opposition très nette des stations 10 et 10* par rapport à l'axe I. On peut supposer que c'est l'évolution du faciès granulométrique de ce site qui distingue ces deux points sur le plan de projection. La station 10 aurait donc subi une perturbation dans sa composition sédimentaire due à l'immersion des déblais de dragage.

Deuxièmement, les stations 22 et 22*, 28 et 28*, 31 et 31*, R3 et R3*, R11 et R11* se trouvent toutes concentrées autour du site 31, caractérisé par l'axe I. Cela semble montrer que ces stations sont relativement semblables, d'une station à l'autre, d'une part, (faciès de sables fins commun à ces stations) et d'une campagne à l'autre, d'autre part.

Enfin, les stations 19 et 19*, expliquées toutes deux par l'axe I, se répartissent non loin l'une de l'autre. Le faciès granulométrique de cette station ne varie d'une campagne à l'autre que très faiblement (passage d'un faciès de vases à faciès vaso-sableux). On pourrait penser que la profondeur de ce site permet le maintien de la vase. Les rejets réguliers de vase vont réalimenter sans cesse ce site en fines particules, ce qui permettra de conserver un faciès à vases dominantes, sur lequel on devrait observer une faune capable de résister aux perturbations locales liées aux rejets. Si on compare la liste des espèces trouvées à la station 19 au cours des deux campagnes, avec la liste des espèces indicatrices établie par Glémarec et Hily (1981) (cf. annexe 2), on compte 2 espèces appartenant au groupe I des espèces sensibles. Présentes à la première campagne, ces 2 espèces : *Echinocardium cordatum* et *Pectinaria koreni*, disparaissent lors de la seconde campagne. On peut penser que l'envasement a eu une influence sur ces espèces, influence décelable que deux mois après l'envasement (tableau 29).

◆ Plan de projection I-IV

Ce plan permet d'observer un gradient granulométrique séparant la station 31 des stations 10 et 19. Ce gradient est le même pour les deux campagnes. Il oppose les faciès de sables fins aux faciès vaseux.

La station 12 se distingue des autres points, tout comme la stations R5* par une forte proportion d'*Eupagurus bernhardus*. La présence très localisée de ce crustacé décapode nécrophage ne s'explique pas, si ce n'est par l'existence d'une forte concentration de matière organique qui se décomposerait à ces endroits.

◆ Plan de projection I-V

Il permet, au vu des différentes AFC, de redéfinir plus correctement le peuplement de l'hétérogène envasé.

Les peuplements décrits séparément pour chacune des campagnes ne semble pas tous justifiés si on s'intéresse à la répartition des espèces sur ce plan de projection. Cependant le peuplement des sables fins à moyens propres à *Ophelia borealis* est commun aux deux campagnes, différentes dans le temps. Ce peuplement se rencontre au niveau de la zone de référence puisqu'il est associé aux stations R3 et R11, mais on le rencontre également aux alentours des zones de vidage par son association aux sites 22, 28 et 31. L'existence de ce peuplement se justifie tout simplement par la présence des bancs de sables qui entourent nos zones d'étude. De plus, le fait qu'il se maintienne autour des zones d'immersion permet de supposer qu'il n'y a pas de réel impact des rejets de boues portuaires sur la population en place. Ceci s'explique par un hydrodynamisme important qui permet le lessivage et surtout la

dispersion des fines particules. Les rejets n'ont donc pas, ou très peu d'influence sur la population benthique située hors des zones de vidage mêmes.

En ce qui concerne les autres peuplements, la description au cours des deux campagnes semble plus ambiguë. Il apparaît néanmoins clair que la station 10 se différencie d'une campagne à l'autre. Cette station située à l'endroit même où sont immergés les déblais de dragage, évolue en un mois d'un faciès de vases sableuses à un faciès de cailloutis envasés auxquels nous avons associé respectivement le peuplement des sables fins plus ou moins envasé à *Abra alba* et celui de l'hétérogène envasé. Il semblerait que la présence du peuplement à *Abra alba*, décrit sur ce site, soit liée directement aux rejets de boues portuaires. En effet après le rejet des déblais de dragages, le dépôt de particules fines aurait été accompagné d'espèces spécifiques du peuplement à *Abra alba* issues du port. Ces espèces sont *Nephtys hombergii* et *Abra alba* qui alors qu'elles étaient présentes à la première campagne sur le site 10 disparaissent ensuite 2 mois après l'immersion. Si on reprend les dires d'Elliot et Descamps (1973) : « *Abra alba* ne peut s'implanter que dans des microdépressions où le sédiment est fin et vaseux. Selon la taille de la lentille vaseuse nous trouverons un nombre plus ou moins important d'*Abra alba*, ce qui entraîne pour cette espèce une répartition du type contagieux ». Le retour au faciès naturel par dispersion des vases importées du port n'a donc pas permis le maintien de ces espèces sur le site considéré.

La station 19 associée à un cortège d'espèces vasicoles semble stable dans le temps. Le peuplement des sables fins plus ou moins envasé à *Abra alba* décrit pour chacune des deux campagnes reste justifié à cet endroit, d'une part, par la présence des espèces spécifiques qui y sont rencontrées et ,d'autre part, par l'observation de la figure 27 détaillant la répartition des peuplements décrits par prygiel *et al.* (1988) qui confirme la présence de ce peuplement à cet endroit.

Enfin la station R5 à laquelle nous avons associé le peuplement des cailloutis envasés à épifaune sessile lors de la première campagne, se distingue des autres sites par son faciès de sables graveleux et par la présence de *Balanus crenatus*. Or, l'observation du dendrogramme avait permis de considérer le faciès de cette station comme étant de sables fins. Si on considère la répartition des peuplements décrits à la figure 27, ce site se situerait sur le peuplement de l'hétérogène envasé. Mais eu regard de la nature de son sédiment et du peuplement associé aux stations voisines R3 et R11, on l'associe tout de même au peuplement des sables fins à moyens propres à *Ophelia borealis*.

Groupes	Deuxième campagne	
	Stations	
Groupe I : espèces sensibles		
<i>Echinocardium cordatum</i>	12 ; 19 ; R11	
<i>Macoma balthica</i>	10	
<i>Pectinaria koreni</i>	10 ; 22 ; 19	10 ; 22
<i>Scoloplos armiger</i>	12 ; 22 ; 28 ; 31 ; R11	22
<i>Venerupis rhomboïdes</i>		10
Groupe II : espèces indifférentes		
<i>Glycera convoluta</i>	12 ; 22 ; 31 ; R3 ; R5 ; R11	12 ; 22 ; R3 ; R5 ; R11
<i>Lanice conchilega</i>	12	10
<i>Nassarius incrassatus</i>	12 ; 22	10
<i>Nassarius reticulatus</i>	10 ; 12 ; 28	28
<i>Nephtys hombergii</i>	10 ; 19 ; 28	28 ; 19
<i>Ophiura albina</i>	12	
<i>Phyllodoce maculata</i>	12 ; R3	10 ; 19 ; R3
<i>Sthenelais boa</i>	10 ; 22	10
Groupe III : espèces tolérantes		
<i>Abra alba</i>	10 ; 19	10
<i>Nereis longissima</i>	10 ; 19	R5
<i>Notomastus latericeus</i>	10	
<i>Scalibregma inflatum</i>	12	

Tableau 29 : Répartition des espèces récoltées sur l'ensemble de la zone d'étude suivant le schéma de répartition des espèces benthiques de Glémarec et Hily, 1981.

V : CONCLUSION

L'étude des faciès granulométriques montre qu'il existe une distinction très nette entre les sites de la zone de référence et ceux des zones de vidage. Deux types de zones peuvent être énoncées. Une zone homogène de sables fins ne semblant pas évoluer dans le temps et regroupant les stations de la zone d'étude prise pour référence, ainsi que certaines stations situées aux alentours des zones de vidage. Une seconde zone regroupant les stations situées dans les zones de vidage et présentant une hétérogénéité des faciès sédimentaires.

Les observations de l'AFC ont indiqué qu'il existait une bonne correspondance du sédiment et de la faune associée pour les 3 peuplements définis. A savoir celui des sables fins à moyens propres à *Ophelia borealis* dominé par *Nephtys longosetosa*, celui de l'hétérogène envasé et celui des sables fins plus ou moins envasés à *Abra alba* sur faciès vaseux, très probablement corrélé aux rejets des déblais de dragage. Ces peuplements sont stables dans le temps et correspondent localement aux peuplements décrits par Prygiel *et al.* en 1988.

En ce qui concerne la diversité, les stations situées dans les zones d'immersion présentent des diversités spécifiques plus importantes que les stations de la zone de référence. Cette observation est liée sans aucun doute à l'apport de vase qui va procurer une hétérogénéité des sédiments favorable à l'installation d'une faune diversifiée.

Rien ne semble expliquer la quasi disparition des espèces sur le site 12 lors de la seconde campagne de prélèvement, d'autant plus que les stations voisines ne subissent pas le même phénomène. On pourrait alors attribuer la régression très nette de la diversité spécifique, soit à un mauvais échantillonnage des espèces lors des prélèvements, soit à une perturbation qui aura affecté localement ce site et qui serait en rapport direct avec le rejet de particules fines issues du port.

L'ensemble des stations étudiées ne semble pas subir de pollution organique, les espèces récoltées n'appartenant pas au groupe des espèces opportunistes. Néanmoins, les quatre espèces sensibles recensées au niveau des zones de vidage montrent par leur disparition lors de la seconde campagne qu'il existe une perturbation du milieu.

Au vu de cette étude, l'impact des rejets de déblais de dragage n'apparaît pas clairement défini sur la faune macrobenthique en place même si on observe une évolution des faciès granulométriques associés. L'impact direct des rejets de déblais de dragage s'exprimerait par l'implantation très localisée et plus ou moins stable dans le temps, du peuplement à *Abra alba* au niveau de la zone de vidage ouest-nord. C'est l'apport régulier des particules fines issues du port qui permettrait à ce peuplement de se maintenir. Cependant, certaines espèces

comme *Abra alba* apportées en même temps que les boues (et donc issues du port), ne parviendraient pas à se maintenir en raison de la disparition progressive des vases par lessivage.

L'étude réalisées par Bourgain (1985) a montré que dans les zones de rejets de dragage, il ne restait que peu de sédiments portuaires en place. Il n'observait, en effet, que des galets compactés de vase. L'impact sur les peuplements benthiques était limité dans l'espace et se traduisait par un appauvrissement de la communauté des sables fins à *Ophelia borealis* avec apparition d'espèces typiques de sédiments légèrement envasés, pollués par les métaux. Ces faits corroborent les observations que nous avons pu faire à l'issue de notre étude. De plus l'ensemble des zones étudiées correspondent bien aux faciès granulométriques et aux peuplements décrits par Prygiel *et al.* (1988) dans l'étude des peuplements macrobenthiques de la partie française de la Mer du Nord.

La zone de référence se traduit globalement par une stabilité tant granulométrique que faunistique, alors que les zones de vidage traduisent une instabilité qui affecte plus l'importance relative des espèces principales que la structure même des peuplements en place. Cette instabilité résulte de l'apport régulier de vases portuaires ainsi que d'espèces qui y sont associées.

En bref, les analyses granulométriques et faunistiques ont montré un impact direct des rejets de dragage, localisé uniquement au niveau des zones de vidage, et se traduisant par l'implantation plus ou moins stable du peuplement des sables fins plus ou moins envasés à *Abra alba*.

Les analyses physico-chimiques concernant les métaux lourds et la matière organique, actuellement en cours, devraient permettre de compléter cette étude, dans la mesure où l'on pourra caractériser plus précisément la nature des sédiments au niveau des zones de vidage, et ainsi vérifier si le sédiment en place est d'origine portuaire ou non.

La quatrième campagne de prélèvement, effectuée en avril 1996, devrait, en comparaison des trois premières campagnes (campagnes de juillet, septembre et octobre 1995), apporter sinon un complément, tout au moins une confirmation des résultats obtenus et permettre ainsi de caractériser de manière définitive l'impact des rejets de dragage sur les zones de vidage.

BIBLIOGRAPHIE

ANONYME, 1990. Environnement littoral. Numéro spécial. Equinoxe. IFREMER, 1-94.

BARBIER G., ARNAL O., DELATTRE J.-M., GROSSEL H. & MOREL M., 1986.

Le littoral de la région Nord/Pas-de-Calais : Qualité du milieu marin, rapports scientifiques et techniques de l'IFREMER, 3, 152 p.

BELLAIR P. & POMEROL R., 1977. Eléments de géologie, Armand Colin, Ed., Paris, 528 p.

BOURGAIN J.-L., 1985. Etude de la dispersion des rejets de matériaux de dragage du port de Boulogne-sur-Mer sur le littoral du Pas-de-Calais. Rapport U.S.T.L. / S.M.V., 39 p.

CAMPBELL AC. & NICHOLLS J., 1986. Guide de la Faune et de la Flore littorales des mers d'Europe, Delachaux & Niestlé, Ed., 322 p.

CANIS I., DAULIN C., PINTE S., 1995. Etude préliminaire de l'impact des rejets de dragage sur les zones de vidage de l'avant-port ouest de Dunkerque. Analyses faunistiques et granulométriques, traitement statistique des données. Mémoire de maîtrise de Biologie des Organismes et Populations/U.S.T.L., 52 p. plus annexes.

CIURLIK J.-P., 1987. Etude des peuplements benthiques sur la zone ouest expérimentale d'immersions de produits de dragages. Rapport de deuxième année de D.E.U.S.T. Technicien de la mer et du littoral, U.F.R. Calais, 166 p.

DEWARUMEZ J.M., 1976. Etude du macrobenthos subtidal de la région de Gravelines (Nord), mémoire de D.E.A., U.S.T.L., 164 p.

ELLIOT J.-M. et DESCAMPS H., 1973. Guide pour l'analyse statistique des échantillons d'invertébrés benthiques. *Annls Limnol.* 9 (2) : 79-120.

FAUVEL P., 1923. Faune de France, Lechevalier, Ed., 16, 496 p.

FAUVEL P., 1923. Faune de France, Lechevalier, Ed., 5, 488 p.

FRONTIER S., 1976. Utilisation des diagrammes Rang-Fréquence dans l'analyse des écosystèmes. *J. Rech. Oceanogr.* Vol. I, n° 3, p. 35-48.

FRONTIER S., 1981. Méthode statistique. Abrégés Masson, 246 p.

FRONTIER S., 1983. Stratégie d'échantillonnage en écologie. Collection d'écologie 17, Masson, Ed., Paris, 494 p.

FRONTIER S. & PICHOD-VIALE D., 1990. Structure, Fonctionnement et Evolution des écosystèmes, Masson, Ed., 1, 571 p.

GEODE & SOGREAH, 1993. Dragages dans les ports français (1986-1990). Rapport de synthèse du groupe GEODE, 44 p.

GLEMAREC M., 1985. Utilisation des indicateurs biologiques en milieu sédimentaire. Indicateurs de surcharge en matière organique. Actes du colloque « indices biotiques ». Paris, 15-17 novembre 1983, ministère de l'environnement, Paris, 87-95.

GLEMAREC M. & HILY C., 1981. Perturbations apportées à la macrofaune de la baie de Concarneau par les effluents urbains et portuaires. Acta Oecol., Applic., 2 (2), 139-150 p.

GUILLE A., 1971. Bionomie benthique de la côte catalane française : VI - Données autoécologiques (macrofaune), Vie et Milieu, sér. B, 22 (3 B), 469-528 p.

IFREMER, 1989. Le littoral de la région Nord-Pas-de-Calais. Apport à la mer, rapports scientifiques et techniques n° 15, convention de coopération région Nord-Pas-de-Calais, IFREMER, 151p.

LACAZE 1993. La dégradation de l'environnement côtier. Conséquences écologiques. Masson, Ed., 149 p.

LARSONNEUR C., 1977. La cartographie des dépôts meubles sur le plateau continental français : méthodes mise au point et utilisée en Manche, J. Rech. Océanogr., II (2), 33-39 p.

LEGENDRE L. & LEGENDRE P., 1979. Ecologie numérique. 2 - La structure des données écologiques. Masson, Ed., 254 P.

LEIGH E.G., PAINE R.T., QUINN J.F., SUCHANEK T.H., 1987. Wave energy and intertidal productivity. Proc. Natl. Acad. Sci. USA, 84, 1314-1318.

LEVEAU M., MAESTRINI S.-Y, MARCHAND M., MARTIN J.L., 1988. Le milieu marin côtier : milieu spécifique, récepteurs d'apports polluants multiples. *Océanis*, 14 (6), 639-650.

O.C.O.D.E., 1991. Etat de l'environnement. 1-319. Suppl. : Indicateurs d'environnement. Une étude pilote, 1-77.

LOUDART E., L'HOPITALAULT J.-C., DELATTRE J.-M., 1987.

Etude des polluants associés aux déblais de dragages. Devenir après clapage en mer. Institut Pasteur de Lille, service Eaux-Environnement. Contrat E.P.R / IFREMER N° 8631.10.

PARENT S., 1991. Dictionnaire des sciences de l'environnement. Terminologie bilingue Français-Anglais, Rageot, Ed., 748 p.

PATIGNIEZ A., 1996. Evaluation de l'impact des rejets de dragage sur les zones de vidage Ouest-nord et Ouest-sud de Dunkerque. Analyse faunistique et granulométrique des sédiments ; Traitement statistique des données. Mémoire de Diplôme Supérieur de Recherche de l'U.S.T.L.

PERRIER R., 1964. La Faune de la France illustrée, Delagrave, Ed., II, 220 p.

PERRIER R., 1964. La Faune de la France illustrée, Delagrave, Ed., IX, 172 p.

PERRIER R., 1964. La Faune de la France illustrée, Delagrave, Ed., X, 214 p.

PRYGIEL J., DAVOULT D., DEWARUMEZ J.-M., GLAÇON R. et RICHARD A. 1988. Description et richesse des peuplements benthiques de la partie française de la Mer du Nord. *Biologie marine C.R. Acad. Sci. Paris*, t. 306, série III, p. 5-10.

THELIER I., 1993. Bilan bibliographique des rejets de la zone industriallo-portuaire de Dunkerque : apports de métaux lourds par les rejets de dragage, rejets industriels. Mémoire de maîtrise de Biologie des Organismes et Populations/U.S.T.L., 30 p. plus annexes.

GLOSSAIRE :

- **Anoxie (Anoxique) :** Absence d'oxygène gazeux dissous. Un milieu devient anoxique quand la demande biologique ou chimique en oxygène est supérieure à l'apport. L'oxydation de la matière organique et inorganique utilise alors, comme accepteurs d'électrons, les nitrates, voire les sulfates.
- **Argile :** Fraction fine du sol constituée de particules inférieures à 2 microns et ayant des propriétés colloïdales.
- **Benthique :** Qualifie tous les organismes et les processus ayant un lien avec les fonds.
- **Bioaccumulation :** Phénomène conduisant à la concentration d'une substance, qu'elle soit toxique ou non, dans un organisme.
- **Biocénose :** Ensemble des animaux et végétaux, qui vivent dans le même milieu (biotope*), au voisinage les uns des autres et en dépendance réciproque. C'est un groupement relativement fermé doué d'autorégulation.
- **Biotope :** Aire géographique bien délimitée, caractérisée par des conditions écologiques particulières (sol, climat, etc.) servant de support physique aux organismes qui constituent la biocénose.
- **Courant résiduel :** Lente dérive des mers continentales résultant des petits courants oscillants dus à la marée et du courant global beaucoup plus important. Le courant résiduel tourne dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et emporte inexorablement les eaux depuis le Pas-de-Calais vers les côtes de la Norvège, à la vitesse de 4 à 10 centimètres par seconde.
- **Courant de flot :** Marée montante.
- **Courant de jusant :** marée descendante.
- **Dystrophie :** Richesse déséquilibrée du milieu en substances nutritives, à l'origine de perturbations du développement et de la composition des peuplements ; le plus souvent anthropique.
- **Faciès :** Catégorie définie par un ou plusieurs caractères dans laquelle peuvent être rangées des observations possédant ce ou ces caractères.
- **Gravier :** Sable assez grossier.
- **Intertidal :** Qui est situé entre le niveau des hautes mers et celui des basses mers.
- **Limon :** Fraction granulométrique dont les particules élémentaires ont des dimensions comprises entre 2 et 50 microns.

- **Macrofaune** : Ensemble des organismes dont la taille est supérieure à un millimètre.
- **Marée de vives eaux** : Marée d'amplitude maximale survenant au moment de la nouvelle et de la pleine lune, c'est-à-dire lorsque les forces d'attraction de la lune et du soleil s'exercent dans la mm direction.
- **Nutriment** : Corps simple pouvant être assimilé par un organisme sans qu'il y ait transformation digestive.
- **Pélagique** : Se dit des zones marines de pleine eau.
- **Peuplement** : Ensemble des espèces habitant le même biotope.
- **Production primaire** : Synthèse autotrophique de matière organique, essentiellement due, en zone océanique, au phytoplancton.
- **Sable** : Sédiment détritique meuble dont la taille des grains est comprise entre 0,0625 et 2 mm.
- **Taxon** : Les diverses unités de la classification sont encore appelées *Taxa*, ce qui a l'avantage de ne pas préciser le niveau du groupe que l'on considère : en effet un embranchement pour les uns n'est qu'un sous-embranchement pour les autres ; une sous-famille, qu'une famille, ou vice versa.
- **Vidage** : Immersion des déblais de dragage.

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plan du port Ouest de Dunkerque.

Figure 2 : Localisation des principales activités industrielles du Nord/Pas-de-Calais (IFREMER 1989).

Figure 3 : Principaux courants expliquant brièvement les phénomènes de dépôts au niveau du port.

Figure 4 : Localisation des zones d'immersions des déblais de dragage du port de Dunkerque.

Figure 5 : Schéma de répartition des espèces benthiques dans les milieux hypertrophiques de Bretagne (Glémarec et Hily, 1981).

Figure 6 : Localisation des points de prélèvement dans les zones de vidage et la zone de référence.

Figure 7 : Principe schématique du fonctionnement de la benne de prélèvement « VAN VEEN », (Patigniez, 1996).

Figure 8 : Coupe schématique d'une colonne de tamisage, permettant d'observer comment se fait le passage d'un échantillon de sédiment.

Figure 9 : Courbe cumulative pondérale direct.

Figure 10 : Allures typiques de Diagrammes Rangs-Fréquences.

Figure 11 : Répartition des faciès sédimentaires sur les zones de vidage et de référence. Campagne de septembre 1995.

Figure 12 : Dendrogramme réalisé à partir des pourcentages des fractions granulométriques. Campagne de septembre 1995.

Figure 13 : Répartition des faciès sédimentaires sur les zones de vidage et de référence. Campagne d'octobre 1995.

Figure 14 : Dendrogramme réalisé à partir des pourcentages des fractions granulométriques. Campagne d'octobre 1995.

Figure 15 : Répartition des dominances taxonomiques sur les zones de vidage et de référence. Campagne de septembre 1995.

Figure 16 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables). Plan de projection I-II, première campagne.

Figure 17 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables). Plan de projection I-III, première campagne.

Figure 18 : Dendrogramme des abondances taxonomiques. Campagne de septembre 1995.

Figure 19: Répartition des dominances taxonomiques sur les zones de vidage et de référence. Campagne d'octobre 1995.

Figure 20 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables). Plan de projection I-II, deuxième campagne.

Figure 21 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables). Plan de projection I-III, deuxième campagne.

Figure 22 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables). Plan de projection II-III, deuxième campagne.

Figure 23 : Dendrogramme des abondances taxonomiques. Campagne d'octobre 1995.

Figure 24 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables). Plan de projection I-II.

Figure 25 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables). Plan de projection I-IV.

Figure 26 : AFC. Représentation simultanée des lignes (observations) et colonnes (variables). Plan de projection I-V.

Figure 27 : Répartition des peuplements macrobenthiques décrits par Prygiel *et al.*, 1988.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif des dragages effectués dans l'A.P.O. de 1983 à 1993.
(d'après Canis *et al.*, 1995).

Tableau 2 : Coordonnées géographiques des points délimitants les zones de vidages Ouest-nord et Ouest-sud (d'après Thelier, 1993).

Tableau 3 : Espèces caractéristiques des faciès sédimentaires régionaux.
(Barbier & *al.*, 1986, et pour les espèces soulignées : Dewarumez, 1976).

Tableau 4 : Coordonnées et profondeur des stations.

Tableau 5 : Granulométrie des sédiments et nature des faciès. Campagne de septembre 1995.

Tableau 6 : Granulométrie (en pourcentage cumulé), paramètres statistiques et classement. Campagne de septembre 1995.

Tableau 7 : Granulométrie des sédiments et nature des faciès. Campagne d'octobre 1995.

Tableau 8 : Granulométrie (en pourcentage cumulé), paramètres statistiques et classement. Campagne d'octobre 1995.

Tableau 9 : Effectifs spécifiques par station, campagne de septembre 1995.

Tableau 10 : Constances des espèces recensées sur les stations des zones de vidages et de la zone de référence, campagne de septembre 1995.

Tableau 11 : Abondance spécifique, indice de Shannon-Weaver (en bits par individus) et régularité par station, campagne de septembre 1995.

Tableaux 12a : Coordonnées, cosinus carrés et contributions relatives à l'inertie des variables. Première campagne.

Tableaux 12b : Coordonnées, cosinus carrés et contributions relatives à l'inertie des observations. Première campagne.

Tableau 13 : Liste des points cachés du plan de projection I-III.

Tableau 14 : Effectifs spécifiques par station, campagne d'octobre 1995.

Tableau 15 : Constances des espèces recensées sur les stations des zones de vidages et de la zone de référence, campagne d'octobre 1995.

Tableau 16 : Abondance spécifique, indice de Shannon-Weaver (en bits par individus) et régularité par station, campagne d'octobre 1995.

Tableaux 17a : Coordonnées, cosinus carrés et contributions relatives à l'inertie des variables. Deuxième campagne.

Tableaux 17b : Coordonnées, cosinus carrés et contributions relatives à l'inertie des observations. Deuxième campagne.

Tableaux 18 : Coordonnées, cosinus carrés et contributions relatives à l'inertie des variables.

Tableaux 19 : Coordonnées, cosinus carrés et contributions relatives à l'inertie des observations.

Tableau 21 : Evolution des caractéristiques granulométriques

Tableau 22 : Comparaison des dominances taxonomiques obtenues sur les zones de vidage et de référence pour la première et la seconde campagne de prélèvement.

Tableau 23 : Répartition des espèces récoltées sur l'ensemble de la zone d'étude suivant le schéma de répartition des espèces benthiques de Glémarec et Hily, 1981.

	activité en cause	anthropiques	
Déchets entrant dans les océans	Nutriments	Eaux usées; agriculture; aquaculture; industrie	Eutrophisation
	Organismes pathogènes	Eaux usées; agriculture	Maladies et infections; contamination des mollusques et des crustacés
	Pétrole	Industrie; eaux usées; navigation; automobiles; effluents urbains	Mazoutage d'oiseaux et d'autres animaux; pollution des fruits de mer; pollution des plages
	Composés organiques de synthèse	Industrie; eaux usées; agriculture; exploitation forestière	Troubles du métabolisme
	Déchets radioactifs	Essais d'armes nucléaires, traitement du combustible irradié; décharge en mer; accidents de centrales nucléaires	Troubles du métabolisme
	Métaux en trace	Industrie; eaux usées; décharge en mer; automobiles	Troubles du métabolisme
	Matières plastiques et détritiques	Dépôts sauvages; déchets de navigation; matériel de pêche perdu	Faune empêtrée; troubles digestifs
Réaménagement du milieu	Déchets solides (organiques et non organiques)	Eaux usées, décharge en mer; industrie	Désoxygénation; colmatage habitats
	Aménagement des côtes	Dragage; développement industriel, résidentiel et touristique	Dévalorisation esthétique et disparition des habitats;érosion côtière
Exploitation des ressources	Pêche de poissons, de mollusques et de crustacés	Activités halieutiques	Appauvrissement des stocks; modification des écosystèmes
	Exploitation pétrolière	Forage; accidents	Pollution par le pétrole et les produits chimiques
Incidence du changement climatique	Exploitation minière	Dragage; évacuation de stériles; extraction	Altération de la qualité des eaux; érosion côtière
	Dioxyde de carbone, CFC; autres gaz à effet de serre	Production d'énergie; transports; agriculture; industrie	Élévation du niveau de la mer : inondation des côtes; disparition des zones humides; détérioration des infrastructures; perturbation des habitats; diminution de la productivité océanique

GROUPES ECOLOGIQUES

Groupe I

<i>Acanthocardia echinata</i>	<i>Clymene oerstedii</i>	<i>Leptochiton squabridus</i>	<i>Pandora albida</i>
<i>Acanthocardia paucicostata</i>	<i>Crangon crangon</i>	<i>Leptosynapta inhaerens</i>	<i>Panoploea minuta</i>
<i>Acanthochitona crinitus</i>	<i>Cucumaria elongata</i>	<i>Leucothoe incisa</i>	<i>Parathelepus</i> sp.
<i>Acanthochitona fascicularis</i>	<i>Cultellus pellucidus</i>	<i>Leucothoe liljeborgi</i>	<i>Parvicardium exiguum</i>
<i>Achelia simplex</i>	<i>Cylichna cylindracea</i>	<i>Leucothoe richiardi</i>	<i>Parvicardium ovale</i>
<i>Acrocnida brachiata</i>	<i>Cymodoce truncata</i>	<i>Leucothoe spinicarpa</i>	<i>Parvicardium papillosum</i>
<i>Amaea trilobata</i>	<i>Dentallium novemcostatum</i>	<i>Lilleborjia pallida</i>	<i>Pectinaria auricoma</i>
<i>Ampelisca brevicornis</i>	<i>Devonia perrien</i>	<i>Liocarcinus arcuatus</i>	<i>Pectinaria koreni</i>
<i>Ampelisca macrocephala</i>	<i>Diodora apertura</i>	<i>Liocarcinus depurator</i>	<i>Phascolosoma elongatum</i>
<i>Ampelisca toulemoniti</i>	<i>Diplocirrus glaucus</i>	<i>Liocarcinus pusillus</i>	<i>Phascolosoma strombi</i>
<i>Ampharete grubei</i>	<i>Divaricella divaricata</i>	<i>Listriella picta</i>	<i>Phascolosoma vulgare</i>
<i>Amphipholis squamata</i>	<i>Doris</i> sp.	<i>Loripes lucinalis</i>	<i>Phoronis psammophila</i>
<i>Amphitrite johnstoni</i>	<i>Dosinia exolata</i>	<i>Lucinoma borealis</i>	<i>Photis longicaudata</i>
<i>Amphitoe rubricata</i>	<i>Dosinia lupina</i>	<i>Lutraria lutraria</i>	<i>Phoxocephalus rudolphii</i>
<i>Anapagurus hyndmani</i>	<i>Echinocardium cordatum</i>	<i>Lyonsia norvegicum</i>	<i>Phtisica marina</i>
<i>Anomia ephippium</i>	<i>Ensis</i> sp.	<i>Lysianassa ceratina</i>	<i>Pilargis verrucosa</i>
<i>Anthurus gracilis</i>	<i>Euphrasyné foliosa</i>	<i>Lysianassa insperata</i>	<i>Pilumnus hirtellus</i>
<i>Aora typica</i>	<i>Eurynome spinosa</i>	<i>Macoma balthica</i>	<i>Psidia longicornis</i>
<i>Apherusa cirrus</i>	<i>Galathea intermedia</i>	<i>Macropodia rostrata</i>	<i>Pista cristata</i>
<i>Apherusa ovalipes</i>	<i>Galathea squamifera</i>	<i>Maetra corallina</i>	<i>Poecilochaetus serpens</i>
<i>Aponuphis grubei</i>	<i>Gammaropsis</i> sp.	<i>Maera grossimana</i>	<i>Processa canaliculata</i>
<i>Aporrhais pespelicanis</i>	<i>Gammarus insensibilis</i>	<i>Maera othonis</i>	<i>Proclea graffii</i>
<i>Arellides</i> sp.	<i>Gari depressa</i>	<i>Magelona allenii</i>	<i>Quadrans serratus</i>
<i>Arcia latreilli</i>	<i>Gari fervensis</i>	<i>Maldane glebifex</i>	<i>Sabella pavonina</i>
<i>Astacilla longicornis</i>	<i>Gari tellinella</i>	<i>Melita gladiosa</i>	<i>Sabellaria alveolata</i>
<i>Athanas nitescens</i>	<i>Gibbula margus</i>	<i>Metaphoxus pectinatus</i>	<i>Scoloplos armiger</i>
<i>Balcis alba</i>	<i>Glycera unicornis</i>	<i>Microdeutopus anomalus</i>	<i>Sipunculus nudus</i>
<i>Bathyporeia sarsi</i>	<i>Gnathia oxyurea</i>	<i>Microdeutopus damnoniensis</i>	<i>Solen marginatus</i>
<i>Branchiomma vesiculosum</i>	<i>Halcampa</i> sp.	<i>Microdeutopus versiculatus</i>	<i>Sphenia binghami</i>
<i>Calliostoma papillosum</i>	<i>Harpinia pectinata</i>	<i>Modiolus barbatus</i>	<i>Stylarioides eruca</i>
<i>Calyptrea sinensis</i>	<i>Helcion pellucidus</i>	<i>Modiolus gallicus</i>	<i>Telepsavus costarum</i>
<i>Carcinus maenas</i>	<i>Hippolyte varians</i>	<i>Musculus discors</i>	<i>Tellina donacina</i>
<i>Ceradococcus semiserratus</i>	<i>Hyale nilsoni</i>	<i>Mysella bidentata</i>	<i>Tellina fabula</i>
<i>Cereus pedunculatus</i>	<i>Hyatella artica</i>	<i>Nucula nucleus</i>	<i>Terebella lapidaria</i>
<i>Cerianthus membranaceus</i>	<i>Inachus dorsettensis</i>	<i>Nucula turgida</i>	<i>Terebellides stroemi</i>
<i>Chaetopterus variopedatus</i>	<i>Iphimedia obesa</i>	<i>Ophelia bicornis</i>	<i>Thalassema neptuni</i>
<i>Cheirocratus</i> sp.	<i>Iphinoë serrata</i>	<i>Ophiocentrus brachiatus</i>	<i>Tholarus cranchii</i>
<i>Chlamys varia</i>	<i>Jaera albifrons</i>	<i>Ophiocomina nigra</i>	<i>Thracia phaseolina</i>
<i>Circe minima</i>	<i>Labidoplax digitata</i>	<i>Ophiotrix fragilis</i>	<i>Thyone fusus</i>
<i>Clymene lumbricoides</i>	<i>Leptochiton asellus</i>	<i>Ostrea edulis</i>	<i>Tonicella marmorea</i>
<i>Clymene modesta</i>	<i>Leptochiton cancellatus</i>	<i>Palaemon serratus</i>	<i>Trivia monaca</i>

Annexe 2 : Schéma de répartition des espèces benthiques dans les milieux hypertrophiques de Bretagne (Glémarec et Hilv. 1981).

<u>Groupe I</u>	<u>Groupe II</u>	<u>Groupe III</u>	<u>Groupe IV</u>
Tryphosella nanoides	Nassarius reticulatus	Abra alba	Audouinia tentaculata
Tryphosella sarsi	Natica alderi	Abra tenuis	Chaetozone setosa
Upogebia deltaura	Natica catena	Amphiotheis gunnrei	Cirratulus cirratus
Urothoe poseidonis	Nematonereis unicomis	Aonides oxycephala	Heterocirrus bioculatus
Urothoe pulchella	Nephtys hombergii	Apeudes latreillei	Nereis caudata
Venerupis aurea	Nephtys hystrix	Cerastoderma edule	Polycirrus aurantiacus
Venerupis pullastra	Ocenebra erinacea	Cerastoderma lamarcki	Polydora antennata
Venerupis rhomboides	Ophiodromus flexuosus	Corophium sp.	Polydora caeca
Venus gallina	Ophiura albida	Crepidula fornicata	Polydora ciliata
Venus ovata	Philine aperta	Cyathura carinata	Polydora polybranchia
Venus striatula	Pholoë minuta	Dexamine spinosa	Prionospio malmgreni
Venus verrucosa	Pholoë synoptalmica	Gammarella fucicola	Staurocephalus rudolphii
	Phyllodoce lamelligera	Laonice cirrata	
	Phyllodoce laminosa	Leptocheirus pectinatus	<u>Groupe V</u>
<u>Groupe II</u>	Phyllodoce maculata	Leptonereis glauca	Capitella capitata
Drilonereis filum	Polynoë scolopendrina	Melinna palmata	Nebalia bipes
Eteone longa	Psammolyce arenosa	Nereis diversicolor	Scolecopsis fuliginosa
Eulalia sanguinea	Sigalion mathildae	Nereis longissima	
Eulalia sp.	Sthenelais boa	Notomastus latericeus	
Eunice harassii	Sthenelais minor	Paradoneis armata	
Eunice vittata	Syllis prolifera	Perinereis cultifera	
Glycera convoluta		Platynereis dumerilii	
Glycera rouxii		Polymnia nebulosa	
Goniada maculata		Pygospio elegans	
Haminoea navicula		Scalibregma inflatum	
Harmothoe sp.		Spio filicornis	
Harmothoe spinifera		Spiophanes bombyx	
Hermione hystrix		Spiophanes kroyeri	
Hesione pantherina		Stemaspis scutata	
Lagisca extenuata		Thyasira flexuosa	
Lanice conchilega			
Lepidonotus clava			
Lepidonotus squamatus			
Lumbrineris gracilis			
Lumbrineris impatiens			
Lumbrineris latreillei			
Lysidice ninetta			
Mangilia sp.			
Marphysa bellii			
Marphysa fallax			
Marphysa sanguinea			
Mystides limbata			
Nassarius incrassatus			

Annexe 2 : Schéma de répartition des espèces benthiques dans les milieux hypertrophiques de Bretagne (Glémarec et Hilv, 1981).

CLASSIFICATION GRANULOMÉTRIQUE DES SÉDIMENTS

a) DÉFINITIONS GRANULOMÉTRIQUES (d'après BELLAIR et POMEROL, 1977)

CLASSES	RUDITES	Blocs (anguleux) Galets (arrondis)	20 mm
		Graviers	
	ARÉNITES	Sables Sablons	2 mm
			0,063 ou 0,050 mm
	LUTITES (*)	Silts	0,002 mm
Argiles			

(*) Le terme « pérites », parfois utilisé au lieu de « lutites », se rapporte en fait à des silts (aleurites) consolidés.

b) CARACTÉRISATION SÉDIMENTAIRE (d'après LARSONNEUR, 1977)

Type de dépôt	Caractérisation
CAILLOUTIS	Plus de 50 % de galets
GRAVIERS	Plus de 50 % de galets et de graviers
SABLES Sables graveleux Sables grossiers Sables fins Sablons	Plus de 50 % de fraction < 2 mm ; moins de 5 % de lutites Plus de 15 % de graviers Fraction 0,5-2 mm dominante Fraction 0,2-0,5 mm dominante Fraction 0,05-0,2 mm dominante
SÉDIMENTS VASEUX Sables vaseux Vases sableuses Vases	Plus de 5 % de lutites De 5 à 25 % de lutites De 25 à 75 % de lutites Plus de 75 % de lutites

Annexe 3 : Caractéristiques granulométriques des sédiments.

TAXONS	NOM SCIENTIFIQUE	NOM COMMUN	AUTEUR/DATE	TYPE DE SUBSTRAT	MODE DE NUTRITION
Cnidaires Anthozoaires	<i>Actinothoë sp.</i>	Anémone de mer	Gosse/1958	Sable, rochers	Suspensivore
	<i>Sagartia sp.</i>	Anémone de mer	Gosse	Graviers, sable	Suspensivore
Hydrozoaires	<i>Abietinaria abietina</i>		Linné	Subtrat rocheux	Suspensivore
	<i>Hydractinia echinata</i>		Flemming	Coquilles de buccins	Suspensivore
	<i>Nemertesia antennina</i> <i>Obelia geniculata</i>		Linné	Coquillages, Pierres Algues	Suspensivore Suspensivore
Némertiens	<i>Cephalotrix rufifrons</i>		Johnston	Vase, pierre	Prédateur
	<i>Cerebratulus sp.</i>				
	<i>Lineus lacteus</i>		Renier	Algues, coquillages	Prédateur
Annélides Polychètes errantes	<i>Glycera convoluta</i>		Keferstein	Sable, vase	Prédateur
	<i>Nephtys cæca</i>		Müller	Sable	Prédateur
	<i>Nephtys cirrosa</i>		Ehlers/1868	Sable	Prédateur
	<i>Nephtys hombergii</i>		Lamarck	Sable	Prédateur
	<i>Nephtys longosetosa</i>		Oersted	Sable	Prédateur
	<i>Nereis longissima</i>		Johnston/1840	Sable	Prédateur
	<i>Nerine cirratulus</i>		Delle Chiaje	Sable, vase	Prédateur
	<i>Phyllodoce maculata</i>		Linné	Sable vaseux, sous pierres	Prédateur
	<i>Sthenelais boa</i>		Johnston/1833	Sable vaseux	Prédateur

**ANNEXE 4 : Liste générale des espèces vivantes répertoriées sur les zones de vidage et de référence.
Campagnes de septembre et d'octobre 1995.**

TAXONS	NOM SCIENTIFIQUE	NOM COMMUN	AUTEUR/DATE	TYPE DE SUBSTRAT	REGIME ALIMENTAIRE
Polychètes sédentaires	<i>Lanice conchilega</i>		Pallas/1766	Sable	Limivore, détritivore
	<i>Magelona papillicornis</i>		Müller	Sable	Dépositivore
	<i>Mercierella enigmatica</i>		Fauvel	Pierres	Suspensivore
	<i>Notomastus latericeus</i>		Delle Chiaje/1844	Sable vaseux	Suspensivore
	<i>Ophelia borealis</i>		Quatrefages	sable	Suspensivore
	<i>Owenia fusiformis</i>		Delle Chiaje	Sable demi vaseux	Dépositivore, détritivore
	<i>Pectinaria koreni</i>		Malmgren	Sable	Suspensivore
	<i>Pomatoceros sp.</i>		Linné	Coquillages, Rochers	Suspensivore
	<i>Scalibregma inflatum</i>				
	<i>Scoloplos armiger</i>		Müller	Sable	Dépositivore, limivore
<i>Spirorbis sp.</i>		Daudin	Coquillages, Rochers		
Bryzoaire	<i>Conopeum reticulum</i>			Algues, Pierres	Suspensivore
Mollusques Laméllibranches	<i>Abra alba</i>		Wood/1802	Vase	Suspensivore
	<i>Arca lactea</i>	Arche	Linné	Pierres, Rochers	Suspensivore
	<i>Ensis arcuatus</i>		Linné	Sables	Suspensivore
	<i>Macoma balthica</i>		Linné	Vase, Sables	Suspensivore
	<i>Mactra solida</i>	Mactre solide	Linné	Sables	Suspensivore
	<i>Scrobicularia plana</i>		da Costa	Vase, Sables	Suspensivore
	<i>Venerupis rhomboides</i>	Vénérupe	Pennant	Rochers	Suspensivore
Gastéropodes	<i>Nassarius incrassatus</i>	Nasse épaisse	Ström	Pierres, Vases	Détritivore, nécrophage
	<i>Nassarius reticulatus</i>	Nasse réticulée	Linné/1758	Sable vaseux	Détritivore, nécrophage
Crustacés Cirripèdes	<i>Balanus crenatus</i>	Balanie	Bruguière/1789	Pierres, Coquillages	Suspensivore
Amphipodes	<i>Bathyporeia sp.</i>		Lindstörn	Sable	
	<i>Gammarellus angulosus</i>		Rathke	Algues	
	<i>Urothoë sp.</i>		Dana	Sable, débris coquilliers	

**ANNEXE 4 : Liste générale des espèces vivantes répertoriées sur les zones de vidage et de référence.
Campagnes de septembre et d'octobre 1995 (suite).**

TAXONS	NOM SCIENTIFIQUE	NOM COMMUN	AUTEUR/DATE	TYPE DE SUBSTRAT	RÉGIME ALIMENTAIRE
Cumacés	<i>Diastylis bradyi</i> <i>Vaunthompsonia cristata</i>		Boeck		
Schizopodes	<i>Gastrosaccus spinifer</i>				
Décapodes	<i>Callinassa sp.</i> <i>Crangon vulgaris</i> <i>Eupagurus bernhardus</i> <i>Eupagurus prideauxi</i> <i>Portunus holsatus</i> <i>Portunus pusillus</i> <i>Processa parva</i> <i>Thia polita</i>	Bernard-l'ermite	Leach Linné Leach Fabricius/1798 Leach Leach	Sables, Vase Sables Sables, Vase Sable Sable Sable	Nécrophage Nécrophage Nécrophage Nécrophage Nécrophage
Echinodermes					
Echinidés	<i>Echinocardium cordatum</i>	Oeuf de grisard Souris des sables	Pennant/1777	Sable	Détritivore
Ophiuridés	<i>Ophiura albina</i> <i>Ophiura lacusta</i>				
Vertébrés					
Poissons	<i>Trachinus vipera</i>		Linné	Sables	Prédateur

ANNEXE 4 : Liste générale des espèces vivantes répertoriées sur les zones de vidage et de référence .
Campagnes de septembre et octobre 1995 (suite).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus										Total	Densité (par m ²)										Dominance		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	spécifique	taxonomique
CNIDAIRES																								52,13	
anthozoaires																									
	<i>Actinothoe sp.</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1,06	51,06
	<i>Sagarsia sp.</i>	27	14	0	0	0	0	7	0	0	0	48	270	140	0	0	0	70	0	0	0	480	96	51,06	
hydrozoaires																									
	<i>Abietinaria abietina</i>																								
ANNELIDES POLYCHÈTES																								30,85	
errantes																									
	<i>Nephtys hombergii</i>	1	0	0	2	2	1	0	1	2	2	11	10	0	0	20	20	0	10	20	20	110	21	11,70	1,06
	<i>Nephtys longosetosa</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	2	1,06	
	<i>Nereis longissima</i>	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	4	0	0	0	10	10	10	10	0	0	40	8	4,26	
	<i>Sthenelais boa</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	2	1,06	
sédentaires																									
	<i>Mercierella enigmatica</i>																								
	<i>Notomastus latericeus</i>	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	5	30	20	0	0	0	0	0	0	0	50	10	5,32	4,26
	<i>Pectinaria koreni</i>	2	0	0	1	0	1	0	0	0	0	4	20	0	0	10	0	0	0	0	0	40	7	4,26	
	<i>Pomatoceros sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	3	0	0	0	0	0	0	0	30	0	30	6	3,19	
BRYOZOAIRES																									
	<i>Conopeum reticulum</i>																								
MOLLUSQUES																								13,83	
bivalves																									
	<i>Abra alba</i>	0	4	0	0	3	0	0	0	2	0	9	0	40	0	0	30	0	0	20	0	90	18	9,57	1,06
	<i>Macoma balthica</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	0	0	0	0	10	2	1,06		
gastéropodes																									
	<i>Nassarius reticulatus</i>	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	3	10	10	0	0	0	0	0	10	30	6	3,19		
ARTHROPODES																								3,19	
crustacés cirripèdes																									
	<i>Balanus crenatus</i>	*		*		*		*	*	*															
crustacés décapodes																									
	<i>Eupagurus prideauxi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	10	2	1,06	2,13	
	<i>Portunus holsatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	10	0	0	0	0	10	0	20	4	2,13		
TOTAUX												94											100,00	100,00	

*abondance faible

** abondance moyenne

Annexe 5 : Relevé faunistique : station 10 (campagne de septembre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus										Densité (par m ²)											Dominance		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	spécifique	taxonomique
CNIDAIRES																								10,57	
anthozoaires																									
	<i>Actinithoë sp.</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	1	4	6	0	0	0	0	0	0	10	10	40	60	12	4,88	
	<i>Sagartia sp.</i>	0	0	2	0	0	2	0	1	2	0	7	0	0	20	0	0	0	10	20	0	70	12	5,69	
hydrozoaires																									
	<i>Abietinaria abietina</i>			**					*																
	<i>Obelia geniculata</i>			**																					
ANNELIDES POLYCHÈTES																								47,15	
errantes																									
	<i>Glycera convoluta</i>	0	1	1	1	0	2	2	1	0	1	9	0	10	10	10	0	20	10	0	10	90	16	7,32	
	<i>Nephtys longosetosa</i>	1	1	2	1	0	0	1	0	0	0	6	10	10	20	10	0	10	0	0	0	60	12	4,88	
	<i>Phyllodoce maculata</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0,81	
sédentaires																									
	<i>Lanice conchilega</i>	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	20	0	0	0	20	4	1,63	
	<i>Mercierella enigmatica</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0,81	
	<i>Ophelia borealis</i>	0	2	4	0	0	0	5	1	2	0	14	0	20	40	0	0	50	10	20	0	140	28	11,38	
	<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	1	0	0	0	1	0	3	0	5	0	0	10	0	0	10	0	30	0	50	10	4,07	
	<i>Pectinaria koreni</i>	0	3	5	0	0	3	2	0	3	1	17	0	30	50	0	30	20	0	30	10	170	34	13,82	
	<i>Pomatoceros sp.</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0,81	
	<i>Scalibregma inflatum</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	2	0,81	
	<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	2	0,81	
BRYOZOAIRES																									
	<i>Conopeum reticulum</i>	*	**	**			**	*	*	**	**														
MOLLUSQUES																								5,69	
bivalves																									
	<i>Ensis arcuatus</i>	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	10	0	0	0	0	10	0	0	20	4	1,63	
	<i>Scrobicularia plana</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	0,81	
gastéropodes																									
	<i>Nassarius incrassatus</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	10	0	0	0	0	20	3	1,63	
	<i>Nassarius reticulatus</i>	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2	10	0	0	0	0	0	0	0	0	20	3	1,63	
ARTHROPODES																								33,33	
crustacés cirripèdes																									
	<i>Balanus crenatus</i>		**	**			**	**	*	*															
crustacés schizopodes																									
	<i>Callianassa sp.</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	2	0,81	
crustacés décapodes																									
	<i>Eupagurus bernhardus</i>	0	6	14	1	0	3	6	1	1	6	38	0	60	140	10	0	60	10	10	60	380	73	30,89	
	<i>Eupagurus prideauxi</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	2	0,81	
	<i>Portunus holsatus</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	2	0,81	

*abondance faible

** abondance moyenne

Annexe 5 : Relevé faunistique : station 12 (campagne de septembre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus										Densité (par m ²)											Dominance			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	spécifique	taxonomique	
ECHINODERMES																										
échinidés																										
	<i>Echinocardium cordatum</i>	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	20	0	0	0	0	0	0	0	20	4	1,63		
ophiuridés																										
	<i>Ophiura albina</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	2	0,81		
	<i>Ophiura lacusta</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	2	0,81		
TOTAUX												123													100,00	100,00

Annexe 5 : Relevé faunistique : station 12 (campagne de septembre 1995) (Suite).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus										Densité (par m ²)											Dominance			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	spécifique	taxonomique	
ANNELIDES POLYCHÈTES																										
errantes																										
	<i>Glycera convoluta</i>	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	10	0	10	0	0	20	4	1,87		
	<i>Nephtys cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	2	0,93		
	<i>Nephtys longosetosa</i>	4	4	7	6	4	14	6	6	6	7	64	40	40	70	60	40	60	60	60	70	640	114	59,81		
	<i>Nerine cirratulus</i>	2	0	3	0	0	2	1	2	2	0	12	20	0	30	0	0	10	20	20	0	120	22	11,21		
sédentaires																										
	<i>Ophelia borealis</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	10	0	0	10	2	0,93		
	<i>Pectinaria koreni</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	2	0,93		
	<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	0	1	2	1	1	0	2	0	7	0	0	0	10	20	10	0	20	0	70	13	6,54		
MOLLUSQUES																										
bivalves																										
	<i>Macra solida</i>	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	0	0	0	0	0	0	10	0	10	20	4	1,87		
	<i>Scrobicularia plana</i>	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	10	0	0	0	10	0	0	0	0	20	4	1,87		
gastéropodes																										
	<i>Nassarius incrassatus</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0,93		
ARTHROPODES																										
crustacés cirripèdes																										
	<i>Balanus crenatus</i>	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	60	0	0	0	0	0	0	0	0	60	12	5,61		
crustacés amphipodes																										
	<i>Urothoë grimaldii</i>	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	4	10	0	0	0	0	0	10	20	0	40	8	3,74		
crustacés cumacés																										
	<i>Vaunthompsonia cristata</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	2	0,93		
crustacés schizopodes																										
	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	2	0,93		
crustacés décapodes																										
	<i>Portunus pusillus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	2	0,93		
	<i>Processa parva</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	2	0,93		
TOTAUX												107													100,00	100,00

Annexe 5 : Relevé faunistique : station 22 (campagne de septembre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus										Densité (par m ²)										Dominance			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	spécifique	taxonomique
NEMERTES	<i>Cephalotrix ruffronds</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1,35	2,70
	<i>Cerebratulus sp.</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	2	1,35	
ANNELIDES POLYCHÊTES	errantes																							94,59	
	<i>Nephtys cirrosa</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	2		1,35
	<i>Nephtys hombergii</i>	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	3	10	0	0	10	0	0	0	10	0	30	6		4,05
	<i>Nephtys longosetosa</i>	2	10	4	4	7	5	10	4	6	5	57	20	100	40	40	70	100	40	60	50	570	109		77,03
	<i>Nerine cirratulus</i>	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	20	0	0	0	0	0	20	4		2,70
	<i>Sthenelais boa</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	2		1,35
	sédentaires																								
	<i>Magelona papillicornis</i>	0	0	1	0	1	1	1	0	0	1	5	0	0	10	0	10	10	0	0	10	50	9		6,76
<i>Scoloplos armiger</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	2	1,35		
BRYOZAIRES																									
	<i>Conopeum reticulum</i>						*					*													
ARTHROPODES	crustacés décapodes																							2,70	
	<i>Eupagurus bemhardus</i>	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	10	0	0	0	20	3		2,70
TOTAUX												74												100,00	100,00

*abondance faible

Annexe 5 : Relevé faunistique : station 28 (campagne de septembre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus										Densité (par m ²)										Dominance			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	spécifique	taxonomique
CNIDAIRES	hydrozoaires																								
	<i>Abietinaria abietina</i>		*		*							*													
ANNELIDES POLYCHÊTES	errantes																							75,00	
	<i>Nephtys hombergii</i>	2	4	2	1	3	7	2	1	5	6	33	20	40	20	10	30	20	10	50	60	330	59		0,00
	<i>Nephtys longosetosa</i>	0	1	0	1	0	0	0	0	1	2	5	0	10	0	10	0	0	0	10	20	50	10		51,56
	<i>Nereis longissima</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	2		7,81
	sédentaires																								
	<i>Owenia fusiformis</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	2		1,56
<i>Pectinaria koreni</i>	0	0	0	1	0	0	0	1	1	5	8	0	0	0	10	0	0	10	10	50	80	16	12,50		
<i>Spirorbis borealis</i>											*													0,00	

* abondance faible

Annexe 5 : Relevé faunistique : station 19 (campagne de septembre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus										Densité (par m ²)										Dominance				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	spécifique	taxonomique	
MOLLUSQUES																										
bivalves																										
	<i>Abra alba</i>	2	1	1	1	0	0	1	3	1	1	11	20	10	10	10	0	10	30	10	10	110	22	17,19	23,44	
gastéropodes																										
	<i>Nassarius incrassatus</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	2	1,56		
	<i>Nassarius reticulatus</i>	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	20	0	0	0	0	0	0	0	0	30	5	4,69		
ARTHROPODES																										
crustacés cumacés																										
	<i>Diastylis brachyi</i>	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	2	1,56	1,56	
TOTAUX												64											100,00	100,00		

Annexe 5 : Relevé faunistique : station 19 (campagne de septembre 1995) (SUITE).

Taxo	Espèces	Nombre d'individus										Densité (par m ²)										Dominance			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	spécifique	taxonomique
ANNELIDES POLYCHÈTES																									
errantes																									
	<i>Glycera convoluta</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	2	0,65	87,58
	<i>Nephtys longosetosa</i>	11	8	6	12	12	5	8	5	8	12	87	110	80	60	120	120	80	50	80	120	870	169	56,86	
	<i>Nerine cirratulus</i>	6	9	0	0	8	3	0	1	0	4	31	60	90	0	0	80	0	10	0	40	310	59	20,26	
sédentaires																									
	<i>Magelona papillicornis</i>	0	6	1	1	0	1	0	2	0	0	11	0	60	10	10	0	0	20	0	0	110	21	7,19	
	<i>Ophelia borealis</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	10	0	0	0	0	10	20	4	1,31	
	<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	10	0	0	0	0	10	20	4	1,31	
ARTHROPODES																									
crustacés amphipodes																									
	<i>Urothoe grimaldii</i>	0	1	0	2	6	0	2	0	0	0	11	0	10	0	20	60	20	0	0	0	110	22	7,19	
crustacés schizopodes																									
	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	10	2	0,65	
crustacés décapodes																									
	<i>Thia polita</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	2	0,65	
ECHINODERMES																									
échinidés																									
	<i>Echinocardium cordatum</i>	0	0	1	2	0	0	3	0	0	0	6	0	0	10	20	0	30	0	0	0	60	12	3,92	3,92
TOTAUX												153											100,00	100,00	

Annexe 5 : Relevé faunistique : station 31 (campagne de septembre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus										Densité (par m ²)										Dominance			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	spécifique	taxonomique
ANNELIDES POLYCHÈTES																								96,97	
errantes																									
	<i>Glycera convoluta</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	1	1,01	
	<i>Nephtys longosetosa</i>	4	8	7	10	8	10	6	4	8	5	70	40	80	70	100	80	60	40	80	50	700	130	70,71	
	<i>Nerine cirratulus</i>	0	4	1	2	0	5	3	0	2	0	17	0	40	10	20	0	30	0	20	0	170	29	17,17	
	<i>Phyllodoce maculata</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	10	0	10	2	1,01	
sédentaires																									
	<i>Magelona papillicornis</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	10	10	30	5	3,03	
	<i>Ophelia borealis</i>	0	0	2	0	0	1	1	0	0	0	4	0	0	20	0	0	10	0	0	0	40	7	4,04	
ARTHROPODES																								1,01	
crustacés schizopodes																									
	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	2	1,01	
ECHINODERMES																								1,01	
échinidés																									
	<i>Echinocardium cordatum</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	2	1,01	
POISSONS																								1,01	
	<i>Trachinus vipera</i>	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	10	0	0	0	0	0	10	2	1,01	
TOTAUX												99											100,00	100,00	

Annexe 5 : Relevé faunistique : station R3 (campagne de septembre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus										Densité (par m ²)										Dominance			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	spécifique	taxonomique
ANNELIDES POLYCHÈTES																								30,23	
errantes																									
	<i>Glycera convoluta</i>	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	3	10	10	0	0	0	0	0	0	0	30	5	6,98	
	<i>Nephtys longosetosa</i>	2	1	0	2	0	1	0	0	0	1	7	20	10	0	20	0	0	0	0	10	70	13	16,28	
sédentaires																									
	<i>Ophelia borealis</i>	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3	0	0	0	10	10	0	0	0	0	30	5	6,98	
BRYOZOAIRES																									
	<i>Conopeum reticulum</i>	*	*				**	*		*															
MOLLUSQUES																								2,33	
bivalves																									
	<i>Scrobicularia plana</i>	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	10	0	0	0	0	10	2	2,33	
ARTHROPODES																								67,44	
crustacés cirripèdes																									
	<i>Balanus crenatus</i>	0	28	0	0	0	0	0	0	0	0	28	0	280	0	0	0	0	0	0	0	280	56	65,12	
crustacés décapodes																									
	<i>Eupagurus bernhardus</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	2	2,33	
TOTAUX												43											100,00	100,00	

* abondance faible

** abondance moyenne

Annexe 5 : Relevé faunistique : station R5 (campagne de septembre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus										Densité (par m ²)										Dominance				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Moyenne	spécifique	taxonomique	
ANNELIDES POLYCHÈTES																										
errantes																										
	<i>Glycera convoluta</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2	0	0	0	0	0	10	0	10	0	20	4	5,41	83,78	
	<i>Nephtys longosetosa</i>	6	0	2	3	1	5	4	2	0	2	25	60	0	20	30	10	40	20	0	20	250	45	67,57		
sédentaires																										
	<i>Ophelia borealis</i>	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	3	0	0	10	0	10	0	0	0	10	30	6	8,11		
	<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	10	0	0	0	0	0	0	10	2	2,70		
BRYOZOAIRES																										
	<i>Conopeum reticulum</i>																									
MOLLUSQUES																										
bivalves																										
	<i>Arca lactea</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	2	2,70	8,11	
	<i>Scrobicularia plana</i>	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	10	10	0	0	0	0	0	20	4	5,41		
ARTHROPODES																										
crustacés amphipodes																										
	<i>Gammarellus angulosus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	2	2,70		
	<i>Urothoe grimaldii</i>	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	2	2,70		
crustacés décapodes																										
	<i>Eupagurus bernhardus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	10	0	0	0	10	2	2,70		
TOTAUX												37												100,00	100,00	

Annexe 5 : Relevé faunistique : station R11 (campagne de septembre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus						Densité (par m ²)						Dominance	
		1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	Moyenne	spécifique	taxonomique
CNIDAIRES															
	anthozoaires														
	| <i>Actinithoë sp.</i>	26	0	17	0	0	43	260	0	170	0	0	86,00	58,90	58,90
	hydrozoaires														
	| <i>Obelia geniculata</i>			*											
NEMERTES															
	| <i>Cephalotrix rufifrons</i>	1	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	2,00	1,37	4,11
	| <i>Cerebratulus sp.</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	10	0	0	2,00	1,37	
	| <i>Lineus lacteus</i>	1	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	2,00	1,37	
ANNELIDES POLYCHÊTES															
	errantes														
	| <i>Nephtys caeca</i>	0	1	0	0	0	1	0	10	0	0	0	2,00	1,37	30,14
	| <i>Nereis longissima</i>	1	1	0	0	0	2	10	10	0	0	0	4,00	2,74	
	| <i>Phyllodoce maculata</i>	0	1	1	0	0	2	0	10	10	0	0	4,00	2,74	
	| <i>Sthenelais boa</i>	0	2	0	0	0	2	0	20	0	0	0	4,00	2,74	
	sédentaires														
	| <i>Lanice conchilega</i>	0	8	0	0	0	8	0	80	0	0	0	16,00	10,96	
	| <i>Owenia fusiformis</i>	0	1	0	0	0	1	0	10	0	0	0	2,00	1,37	
	| <i>Pectinaria koreni</i>	4	1	1	0	0	6	40	10	10	0	0	12,00	8,22	
BRYOZOAIRES															
	| <i>Conopeum reticulum</i>		*	*											
MOLLUSQUES															
	bivalves														
	| <i>Abra alba</i>	0	0	2	0	0	2	0	0	20	0	0	4,00	2,74	5,48
	| <i>Venerupis rhomboides</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	10	0	0	2,00	1,37	
	gastéropodes														
	| <i>Nassarius incrassatus</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	10	0	0	2,00	1,37	
ARTHROPODES															
	crustacés cirripèdes														
	| <i>Balanus crenatus</i>		*	*											
	crustacés décapodes														
	| <i>Eupagurus bernhardus</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	10	0	0	2,00	1,37	1,37
TOTAUX							73							100,00	100,00

*abondance faible

Annexe 6 : Relevé faunistique : station 10 (campagne d'octobre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus					Total	Densité (par m ²)					Moyenne	Dominance		
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		spécifique	taxonomique	
CNIDAIRES hydrozoaires	<i>Nemertesia antennina</i>	*														
																66,67
ANNELIDES POLYCHÊTES errantes	<i>Glycera convulata</i>	1	0	1	0	0	2	10	0	0	0	0	2,00	66,67		
BRYOZOAIRES	<i>Conopeum reticulum</i>				*											
MOLLUSQUES bivalves	<i>Scrobicularia plana</i>	1	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	2,00	33,33		
TOTAUX							3								100,00	100,00

* abondance faible

Annexe 6 : Relevé faunistique : station 12 (campagne d'octobre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus					Total	Densité (par m ²)					Moyenne	Dominance		
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		spécifique	taxonomique	
ANNELIDES POLYCHÊTES errantes	<i>Glycera convulata</i>	1	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	2,00	1,82		
	<i>Nephtys longosetosa</i>	9	8	8	10	9	44	90	80	90	100	90	90,00	80,00		
	<i>Nerine cirratulus</i>	0	0	0	2	1	3	0	0	10	20	10	8,00	5,45		
	sédentaires	<i>Ophelia borealis</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	10	0	10	4,00	1,82	
		<i>Pectinaria koreni</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	10	0	2,00	1,82	
	MOLLUSQUES bivalves	<i>Scrobicularia plana</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0,00	1,82	
ARTHROPODES crustacés amphipodes	<i>Urothoë grimaldii</i>	0	0	1	2	1	4	0	0	10	20	10	8,00	7,27		
TOTAUX							55								100,00	100,00

Annexe 6 : Relevé faunistique : station 22 (campagne d'octobre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus					Total	Densité (par m ²)					Moyenne	Dominance		
		1	2	3	4	5		1	2	3	4	5		spécifique	taxonomique	
NEMERTES																
	<i>Cerebratulus sp.</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	10	0	2,00	1,96	1,96	
ANNELIDES POLYCHÊTES															92,16	
	errantes															
	<i>Nephtys hombergii</i>	1	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	2,00	1,96		
	<i>Nephtys longosetosa</i>	14	5	5	5	9	38	140	50	50	50	90	76,00	74,51		
	<i>Nerine cirratulus</i>	0	1	0	0	2	3	0	10	0	0	20	6,00	5,88		
	sédentaires															
	<i>Magelona papillicornis</i>	1	1	0	0	1	3	10	10	0	0	10	6,00	5,88		
	<i>Scoloplos armiger</i>	0	0	0	1	1	2	0	0	0	10	10	4,00	3,92		
MOLLUSQUES															1,96	
	Gastéropodes															
	<i>Nassarius reticulatus</i>	1	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	2,00	1,96		
ARTHROPODES															3,92	
	crustacés cumacés															
	<i>Diastylis bradyi</i>	1	0	1	0	0	2	10	0	10	0	0	4,00	3,92		
TOTAUX							51							100,00	100,00	

Annexe 6 : Relevé faunistique : station 28 (troisième campagne).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus						Densité (par m ²)						Dominance		
		1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	Moyenne	spécifique	taxonomique	
CNIDAIRES																
	hydozoaires															
	<i>Abietinaria abietina</i>			**												
	<i>Hydractinia echinata</i>			**												
ANNELIDES POLYCHÈTES																77,14
	errantes															
	<i>Nephtys hombergii</i>	4	4	3	3	2	16	40	40	30	30	20	32,00	45,71		
	<i>Nephtys longosetosa</i>	2	5	1	0	1	9	20	50	10	0	10	18,00	25,71		
	<i>Nerine cirratulus</i>	0	1	0	0	0	1	0	10	0	0	0	2,00	2,86		
	<i>Phyllodoce maculata</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	10	0	0	2,00	2,86		
	sédentaires															
	<i>Spirorbis sp.</i>			*												
ARTHROPODES																22,86
	crustacés amphipodes															
	<i>Bathyporeia sp.</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	10	2,00	2,86		
	crustacés décapodes															
	<i>Eupagurus prideauxi</i>	0	0	1	2	4	7	0	0	10	20	40	14,00	20,00		
TOTAUX							35								100,00	100,00

*abondance faible

** abondance moyenne

Annexe 6 : Relevé faunistique : station 19 (campagne d'octobre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus						Densité (par m ²)						Dominance		
		1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	Moyenne	spécifique	taxonomique	
NEMERTES																1,12
	<i>Cerebratulus sp.</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	10	0	2,00	1,12		
ANNELIDES POLYCHÈTES															68,54	
	errantes															
	<i>Nephtys longosetosa</i>	7	10	9	11	9	46	70	100	90	110	90	92,00	51,69		
	<i>Nerine cirratulus</i>	3	0	5	0	4	12	30	0	50	0	40	24,00	13,48		
	sédentaires															
	<i>Magelona papillicornis</i>	2	0	0	0	0	2	20	0	0	0	0	4,00	2,25		
	<i>Ophelia borealis</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	10	0	2,00	1,12		
ARTHROPODES															30,34	
	crustacés amphipodes															
	<i>Bathyporeia sp.</i>	1	0	0	0	1	2	10	0	0	0	10	4,00	2,25		
	<i>Urothoë grimaldii</i>	6	10	2	5	0	23	60	100	0	50	0	42,00	25,84		
	crustacés schizopodes															
	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	10	0	10	4,00	1,12		
	crustacés décapodes															
	<i>Thia polita</i>	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	10	2,00	1,12		
TOTAUX							89							100,00	100,00	

Annexe 6 : Relevé faunistique : station 31 (campagne d'octobre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus						Densité (par m ²)						Dominance		
		1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	Moyenne	spécifique	taxonomique	
NEMERTES																
	<i>Cephalotrix ruffrons</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	10	0	2,00	1,52	3,03	
	<i>Cerebratulus sp.</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	10	0	2,00	1,52		
ANNELIDES POLYCHÊTES																
errantes																
	<i>Glycera convoluta</i>	1	0	1	0	0	2	10	0	10	0	0	4,00	3,03	90,91	
	<i>Nephtys longosetosa</i>	3	11	11	7	12	44	30	110	110	70	120	88,00	66,67		
	<i>Nerine cirratulus</i>	0	0	2	3	1	6	0	0	20	30	10	12,00	9,09		
	<i>Phyllodoce maculata</i>	0	0	0	0	2	2	0	0	0	0	20	4,00	3,03		
	sédentaires															
	<i>Ophelia borealis</i>	0	1	4	0	1	6	0	10	40	0	10	12,00	9,09		
ARTHROPODES																
crustacés amphipodes																
	<i>Bathyporeia sp.</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	10	0	0	2,00	1,52	6,06	
crustacés schizopodes																
	<i>Gastrosaccus spinifer</i>	1	0	0	0	1	2	10	0	0	0	10	4,00	3,03		
Décapodes																
	<i>Crangon vulgaris</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	10	0	0	2,00	1,52		
TOTAUX							66							100,00	100,00	

Annexe 6 : Relevé faunistique : station R3 (campagne d'octobre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus						Densité (par m ²)						Dominance		
		1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	Moyenne	spécifique	taxonomique	
CNIDAIRES																
	hydrozoaires															
	<i>Abietinaria abietina</i>			*												
	<i>Hydractinia echinata</i>					*										
NEMERTES																1,49
	<i>Cephalotrix ruffrons</i>	0	1	0	0	0	1	0	10	0	0	0	2,00	0,75		
	<i>Cerebratulus sp.</i>	0	1	0	0	0	1	0	10	0	0	0	2,00	0,75		
ANNELIDES POLYCHÊTES																27,61
	errantes															
	<i>Glycera convoluta</i>	0	4	2	1	1	8	0	40	20	10	10	16,00	5,97		
	<i>Nephtys longosetosa</i>	7	6	4	3	7	27	70	60	40	30	70	54,00	20,15		
	<i>Nerine cirratulus</i>	1	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	2,00	0,75		
	<i>Nereis longissima</i>	0	0	1	0	0	1	0	0	10	0	0	2,00	0,75		
BRYOZOAIRES																
	<i>Conopeum reticulum</i>	*		**		**										
ARTHROPODES																70,90
	crustacés décapodes															
	<i>Eupagurus bernhardus</i>	4	0	1	0	82	87	40	0	10	0	820	174,00	64,93		
	<i>Eupagurus prideauxi</i>	0	0	0	0	8	8	0	0	0	0	80	16,00	5,97		
TOTAUX							134							100,00		100,00

* abondance faible

** abondance moyenne

Annexe 6 : Relevé faunistique : station R5 (campagne d'octobre 1995).

Taxon	Espèces	Nombre d'individus						Densité (par m ²)						Dominance	
		1	2	3	4	5	Total	1	2	3	4	5	Moyenne	spécifique	taxonomique
ANNELIDES POLYCHÈTES															
	errantes														95,00
	| <i>Glycera convoluta</i>	4	0	0	1	1	6	40	0	0	10	10	12,00	30,00	
	| <i>Nephtys longosetosa</i>	1	3	2	4	2	12	10	30	20	40	20	24,00	60,00	
	sédentaires														
	| <i>Ophelia borealis</i>	0	0	0	1	0	1	0	0	0	10	0	2,00	5,00	
BRYOZOAIRES															
	| <i>Conopeum reticulum</i>	*		**											
ARTHROPODES															
	crustacés décapodes														5,00
	| <i>Processa parva</i>	1	0	0	0	0	1	10	0	0	0	0	2,00	5,00	
TOTAUX							20							100,00	100,00

*abondance faible

**abondance moyenne

Annexe 6 : Relevé faunistique : station R11 (campagne d'octobre 1995).

	Limites des classes de fractions granulométriques							
	< 63µm	[63µm;100µm[	[100µm;250µm[	[250µm;500µm[	[500µm;1mm[	[1mm;2mm[	≥ 2mm	
10a	24	4,85	29,85	12,1	0,6	0,35	28,25	VS
10b	25,1	4,95	27,95	12,4	0,75	0,55	28,3	VS
10c	28,05	4,45	30,55	12,75	0,9	0,7	22,6	VS
12a	5,05	0,25	5,75	22,3	27,9	17,6	21,15	SV
12b	6,6	0,35	9,15	23,05	21,85	14	25	SV
12c	4	0,25	8,55	25,5	25,5	15,2	21	SV
22a	1,95	0,15	20,5	70,05	5,1	1,2	1,05	SF
22b	1,4	0,1	18,85	71,5	6,05	1,35	0,75	SF
22c	1,95	0,05	16,3	72,05	7,1	1,6	0,95	SF
28a	6,4	0,35	37,6	48,95	2,1	1,25	3,35	SF
28b	5,05	0,15	30,95	56,1	2,35	1,7	3,7	SF
28c	3,4	0,25	37,95	51,5	2,45	1,5	2,98	SF
19a	82,4	4,2	10,65	1,95	0,2	0,2	0,4	V
19b	73	4,55	18,65	3,2	0,25	0,15	0,2	V
19c	74,25	4,5	17,6	3,05	0,2	0,2	0,2	V
31a	0	0	0,15	49,4	48,3	0,05	2,1	SF
31b	0	0	0,15	59,65	38,6	0,05	1,55	SF
31c	0	0,05	0,2	56,25	42,35	0,05	1,1	SF
R3a	1,6	0,15	13,8	82,15	1,7	0,3	0,3	SF
R3b	2,25	0,15	19,05	76,5	1,75	0,25	0,05	SF
R3c	0,15	0,3	1,75	85,95	9,3	0,05	2,5	SF
R5a	2,2	0,1	10,55	54,05	17,6	5,6	9,9	SF
R5b	1,45	0,05	10,85	58,55	16,95	4,35	7,8	SF
R5c	0,9	0	11,25	55,45	18,15	5,6	8,65	SF
R11a	1,55	0,1	4,05	58,8	15,15	6,15	14,2	SG
R11b	3,8	0,05	3,85	51,65	16,1	6,95	17,6	SG
R11c	1,7	0,15	4,25	56,6	13,75	5,9	17,65	SG

Annexe 8: Granulométrie des sédiments (en pourcentage de la masse sèche totale de l'échantillon)

et nature des faciès (SG, sables graveleux ; SF, sables fins ; SV, sable vaseux ; VS, vases sableuses ; V, vases.). Campagne de septembre 1995.

(a, b et c représentent les 3 prélèvements effectués pour une même station)

à voir : de juillet 95

	Limites des classes de fractions granulométriques							
	< 63µm	[63µm;100µm[	[100µm;250µm[	[250µm;500µm[	[500µm;1mm[	[1mm;2mm[	≥ 2mm	
10a	8,55	0,85	4,75	4,85	2,35	3,3	75,35	CE
10b	4,2	0,75	17,95	30,5	6,6	7,1	32,9	CE
10c	24,25	4,75	7,65	3,2	2,1	3	55,05	CE
12a	3,3	0,3	5,05	38,35	20,25	14,1	18,65	SG
12b	3,65	0,35	7,75	45,6	17,05	9,2	16,4	SG
12c	4,8	0,3	5,8	41,1	19,9	10,8	17,3	SG
22a	1,25	0,1	11,3	84,55	2,35	0,25	0,2	SF
22b	1,65	0,1	12,6	82,65	2,35	0,3	0,35	SF
22c	1,55	0,15	11,5	83,75	2,5	0,3	0,25	SF
28a	3,35	0,3	41	45,15	3,5	2,3	4,4	SF
28b	2,8	0,35	46,2	41,15	2,75	1,7	5,05	SF
28c	2,4	0,35	39,9	45,5	3,35	2,3	6,2	SF
19a	72,45	3,45	17,75	5,8	0,3	0,1	0,15	VS
19b	63,7	3,65	23,6	7,7	0,5	0,3	0,55	VS
19c	73,65	4,55	16,7	4,55	0,2	0,2	0,15	VS
31a	2,5	0,05	57,2	39,25	0,8	0,15	0,05	S
31b	2,25	0,1	50,4	46	1	0,15	0,1	S
31c	2,55	0,05	47,15	49,15	0,9	0,15	0,05	S
R3a	1,15	0,15	20,95	77	0,65	0,05	0,05	SF
R3b	1,15	0,1	20,25	77,7	0,65	0,5	0,1	SF
R3c	2,45	0	27,95	68,6	0,75	0,1	0,15	SF
R5a	1,4	0,1	11,5	51,35	21,9	6,3	7,45	SF
R5b	1,15	0,1	12,3	55,1	20,8	5,65	4,9	SF
R5c	2,4	0,15	12,45	48,55	21,85	6,7	7,9	SF
R11a	0,85	0,2	14,1	73,9	7,95	0,8	2,2	SF
R11b	1,4	0,2	15,9	70,3	7,4	0,7	4,1	SF
R11c	1,3	0,1	13,25	72,95	9,2	0,9	2,3	SF

Annexe 9: Granulométrie des sédiments (en pourcentage de la masse sèche totale de l'échantillon)

et nature des faciès (CE, cailloutis envasés; SG, sables graveleux; SF, sables fins;

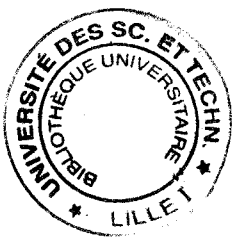
S, sablons; VS, vases saleuses.). Campagne d'octobre 1995.

(a, b et c représentent les 3 prélèvements effectués pour une même station)

Stations	Granulométrie : pourcentages cumulés							Paramètres statistiques				
	[50µm;63µm[	[63µm;100µm[	[100µm;250µm[	[250µm;500µm[	[500µm;1 mm]	[1 mm;2mm[	[2mm;5mm[	Médiane	1 ^{er} quartile	3 ^{ème} quartile	δ	Classement
10	30,20	33,73	75,40	91,80	94,43	96,70	100,00	143	50	250	2,04	BC
12	5,63	6,36	11,99	56,36	77,33	86,80	100,00	450	305	890	1,71	BC
22	1,77	1,94	25,67	91,30	95,43	97,30	100,00	325	240	420	1,32	TBC
28	2,80	2,87	17,77	87,77	95,84	98,21	100,00	350	270	440	1,28	TBC
19	9,53	10,13	56,56	98,83	99,56	99,73	100,00	220	135	340	1,59	BC
31	2,07	2,07	67,50	99,63	100,00	100,00	100,00	200	140	290	1,44	TBC
R3	2,13	2,20	22,30	98,83	99,70	99,83	100,00	320	260	400	1,24	TBC
R5	2,93	2,96	15,43	81,76	97,03	99,10	100,00	360	280	470	1,30	TBC
R11	4,33	4,50	8,07	70,74	85,34	92,14	100,00	400	300	620	1,44	TBC

Annexe 10. Granulométrie (en % cumulé de la masse sèche totale de l'échantillon), paramètres statistiques et classement (TBC, très bien classé ; BC, bien classé).

Campagne de juillet 1995.



RESUMÉ

Quand un écosystème est perturbé, l'atteinte portée au biotope se traduit par des modifications des biocénoses en place d'autant plus importantes que l'action des facteurs perturbateurs est plus intense et/ou plus durable.

Ainsi dans l'objectif d'évaluer les effets des rejets de vases portuaires sur les peuplements benthiques au large de Dunkerque, un suivi temporel des zones de vidage ouest-nord et ouest-sud a été mis en place en comparaison avec une zone dite de référence. La présente étude fait suite à une première campagne de prélèvement réalisée en juillet 1995 par Beaugrand *et al.*.

L'analyse granulométrique a permis de distinguer 2 types de zone.

- La zone de référence présentant un faciès homogène de sables fins sans évolution dans le temps.
- Les zones de vidage présentant une hétérogénéité des sédiments directement corrélée au rejet des boues portuaires. On y observe une évolution des faciès vers une régression de la vase dont le lessivage est favorisé par l'hydrodynamisme important dont bénéficie cette zone.

L'évolution de ces zones montre un impact ponctuel de l'envasement. Ce dernier ne semble affecter que les stations immédiatement localisées sous les rejets. Les sites situés aux alentours des zones de vidage proprement dites ne semblent pas influencés par l'immersion des boues portuaires.

L'étude de la macrofaune associée fait apparaître 3 peuplements en rapport avec les différents faciès granulométriques observés. (d'après Cabioch, 1968, Cabioch & Gentil, 1975, Cabioch & Glaçon, 1975 et 1977)

- Le peuplement des sables fins à moyens propres à *Ophelia borealis*, dominé par *Nephtys longosetosa*, décrit au niveau de la zone de référence et aux alentours des zones de vidage.
- Le peuplement de l'hétérogène envasé.

Le peuplement, très localisé, des sables fins plus ou moins envasés à *Abra alba*.

L'observation de ces peuplements est en accord avec la description faite par Prygiel *et al.* (1988) quant à la répartition des peuplements macrobenthiques de la Mer du Nord.

Si on compare les espèces récoltées avec la liste des espèces indicatrices établie par Glémarec et Hily (1981), l'ensemble des stations ne semble pas subir de pollution organique. Toutefois seule l'analyse des métaux lourds et de la matière organique pourrait le confirmer. L'évolution de la zone de référence se traduit par une stabilité tant granulométrique que faunistique, alors que les zones de vidage traduisent une instabilité qui affecte plus l'importance relative des espèces principales que la structure même des peuplements en place.