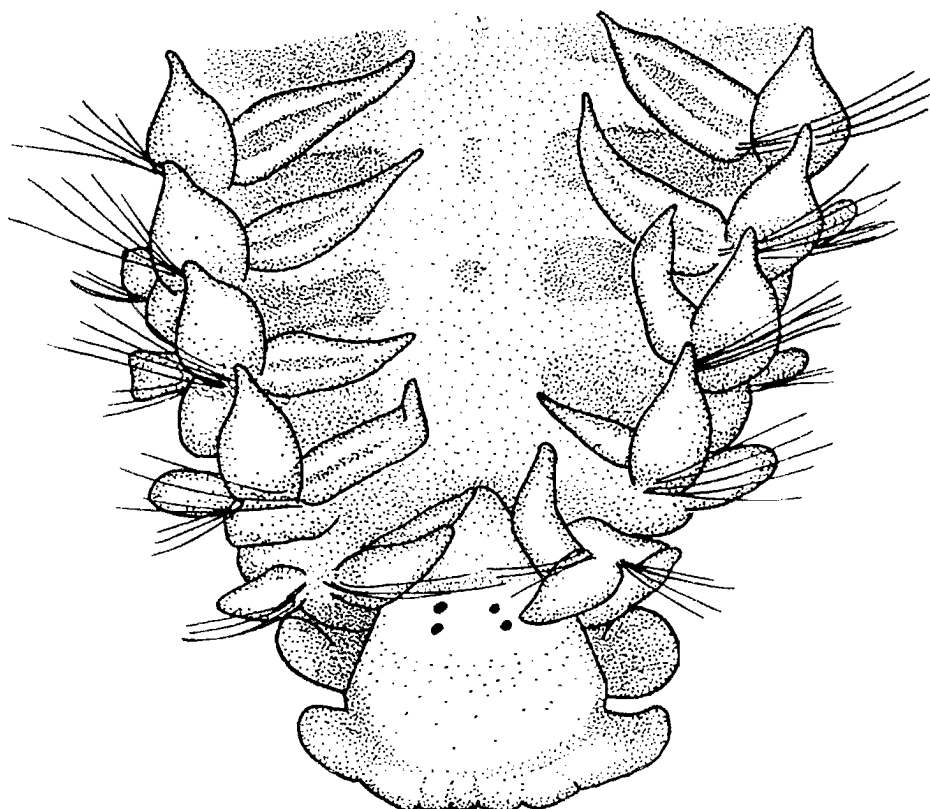


Biodiversité du macrobenthos d'une baie sous influence anthropique (Nouméa, Nouvelle-Calédonie)

*Macrobenthic biodiversity in a bay under anthropogenic influence
(Nouméa, New Caledonia)*



Par: Oscar BOS¹
Sous la direction de: Dr. Claire GARRIGUE², Dr. Bertrand RICHER DE FORGES²,
Dr. Winfried W.C. GIESKES¹ et Prof.dr. Wim J. WOLFF¹.
Période: Octobre 1997-juin 1998

¹ Département de Biologie Marine, Université de Groningue, BP 14, 9750 AA Haren, Les Pays-Bas

² Laboratoire d'Océanographie, Centre ORSTOM de Nouméa, BP A5, 98848 Nouméa Cédex, Nouvelle-Calédonie



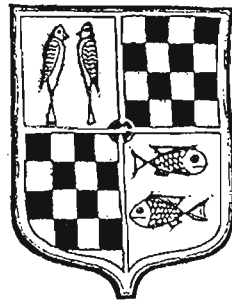
Dankwoord

Het idee voor deze stage werd me ingebracht op een dag in januari in een stoffige collegezaal in Amsterdam. Ik was net terug gekomen van een weekje Parijs en volgde nu de cursus Tropische Ecologie II aan de Universiteit van Amsterdam (UvA). Dr. Van Soest en prof. Bak van het NIOZ bespraken op dat moment hoe de tropen ontdekt diende te worden. Er klonken allerlei exotische namen, terwijl aantrekkelijke dia's van onbekende oorden voorbij zweefden. Hoe bevreemdend in die periode van grote kou die Nederland juist daarvoor een echte elfstedentocht had geschonken. Een tropische stage zou warempel niet gek zijn. Maar waar, was de vraag. Ik gooide het op een franstalig gebied ; Parijs was me namelijk goed bevallen. En zo begon de zoektocht.

Deze duurde echter niet lang; dr. Gieskes van de Rijksuniversiteit Groningen (RUG) wist het bestaan van het onderzoeksprogramma ECOTROPE in Nieuw Caledonië in de Pacifische Oceaan, dat de invloed van de mens op het pacifische kust-ecosysteem wilde onderzoeken. Hij nam onmiddellijk contact op met dr. Fichez van ORSTOM (L'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération) en binnen een mum van tijd was duidelijk dat ik daar terecht kon. Na een uitputtende worsteling met de franse en nederlandse bureaucratie, het invullen van tig formulieren en het bijelkaar harken van de nodige centen, was ook praktische zijde van de stage geregeld.

Mijn begeleiders in Nieuw Caledonië waren dr. Garrigue en dr. Richer de Forges, die me beide vol enthousiasme door de stage geloofsd hebben, vooral tijdens het laatste en moeilijkste gedeelte: het schrijven van het rapport. De samenwerking met hen is me erg goed bevallen.

Het bemonsteren van de baai werd mogelijk gemaakt door de bemanning van de RV 'Dawa' en met hulp van de altijd enthousiaste Laboute. Monsieur Lapetite hielp nuss of fit' op tussen de door reld en de werkelijkheid. De de zone te bemonsteren werden gewaardeerde hulp van meneer studenten, -vrienden en -Vat's vroege uurtjes toe zeeften zij, hemel, in de naam der wetenschap



Het bemonsteren van de baai werd mogelijk gemaakt door de bemanning van de RV 'Dawa' en met hulp van de altijd enthousiaste Laboute. Monsieur Lapetite hielp nuss of fit' op tussen de door reld en de werkelijkheid. De de zone te bemonsteren werden gewaardeerde hulp van meneer studenten, -vrienden en -Vat's vroege uurtjes toe zeeften zij, hemel, in de naam der wetenschap

Het identificeren van de zo niet simpel. Gelukkig kon dat gedeeltelijk begeleid kon worden door de heren Berthauld, dr. Richer de Forges en Rivaton. Deze laatste maakte me ook vertrouwd met het fototoestel op de binoculaire. Verder zorgde Jocelyne Ferraris voor een enthousiaste introductie in de multivariate biostatistiek en stond de bemanning van de bibliotheek en de reprografie altijd ter beschikking.

ORSTOM bood me onderdak aan in een rustieke studentenhuisvesting. De Shannon J' gaf met de waarden van 0,113 voor het koude seizoen en 0,186 voor het warme seizoen aan dat in deze biotoop nog lang geen natuurlijk evenwicht bereikt was, ondanks de al aanwezige diergroepen. Naar mijn mening viel het dus wel mee met het door hogerhand gesuggereerde studentikoze schoonmaakregime. Deel van de diversiteit werd uitgemaakt door de gevarieerde bevolking van avontuurlijke studenten en Vat's van vooral franse afkomst, die voor een prettige sfeer en voor een kennismaking met de rest van Nieuw-Caledonië hebben gezorgd. Verder hebben zij me wat franse taal en cultuur bijgebracht.

Zonder de hulp van al deze mensen zou deze onderneming hoogstwaarschijnlijk geheel anders zijn verlopen. Ik wil daarom, simpel gezegd, bij deze iedereen hartelijk bedanken voor alles.

Deze stage werd gedeeltelijk mogelijk gemaakt door bijdragen van het Dr. Hendrik Muller Vaderlandsch Fonds, het Marco Polo Fonds en het Groninger Universiteits Fonds.

Sommaire

DANKWOORD

SOMMAIRE.....	1
---------------	---

RÉSUMÉ - ABSTRACT.....	3
------------------------	---

1. INTRODUCTION.....	4
a. L'étude du benthos.....	4
b. Site d'étude et problématique.....	4
La Nouvelle-Calédonie.....	4
Nouméa et la Baie de Sainte Marie.....	5
Problématique.....	5
2. MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	6
a. Choix des stations.....	6
b. Périodicité des prélèvements.....	6
c. Echantillonnage.....	7
Macrofaune.....	7
Mégafaune.....	8
Méiofaune.....	8
Macroflore.....	8
Microflore.....	8
d. Tri et identification du macrobenthos.....	8
e. Détermination de la biomasse.....	9
f. Paramètres environnementaux.....	10
g. Traitement des données.....	10
Analyse de variance (ANOVA).....	10
Classification Numérique.....	10
Analyse des Correspondances.....	10
Estimation de la diversité.....	10
3. RÉSULTATS.....	12
a. Paramètres environnementaux.....	12
b. Composition du benthos.....	12
Macrofaune.....	12
Mégafaune.....	14
Macroflore.....	14
c. Analyse des communautés benthiques.....	14
d. Densité.....	16
Densité de la macrofaune : groupes zoologiques.....	16
Densité de la macrofaune : taxons dominants.....	16

e.	Biomasse	18
	Macrofaune	18
	Mégafaune	19
	Macroflore	19
	Microflore.....	19
f.	Densité et biomasse des polychètes.....	19
g.	Structure trophique.....	20
h.	Diversité de la macrofaune.....	20
4.	DISCUSSION.....	29
5.	CONCLUSIONS.....	34
6.	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	35
	ANNEXES - APPENDICES.....	39

Annexe A: Collection de dessins - *Collection of drawings*

Annexe B: Listes des espèces - *Species lists*

Annexe C: Poids moyens individuels - *Mean individual weights*

Annexe D: Densités par station - *Densities per station*

Annexe E: Biomasse par station (macrofaune) - *Biomass per station (macrofauna)*

Annexe F: Biomasse par station (mégafaune, macroflore, chloropigments) - *Biomass per station (megafauna, macroflora, chloropigments)*

Résumé

La structure benthique (macro- et mégafaune, macro- et microflore) a fait l'objet d'une étude dans une baie sous influence anthropique (Baie de Ste Marie, Nouméa, Nouvelle Calédonie). 10 stations, réparties du fond de la baie vers la sortie en zone intertidale et en zone subtidale, ont été échantillonnées en plongée (stations subtidales) ou à la pelle (stations intertidales). Sur une surface totale de 4,8 m², 266 espèces de la macrofaune ont été trouvées. Le groupe des polychètes dominant en nombre d'espèces (97) et en densité. Une analyse multivariée de la densité de la macrofaune révèle une distinction entre les peuplements de la zone intertidale et de la zone subtidale. Les paramètres environnementaux indiquent que la zone du fond de la baie est eutrophisée à cause des rejets continus de l'égout. Cela provoque un grand développement d'algues du genre '*Ulva*' et la présence de polychètes de petite taille de la famille indicatrice Capitellidae. En termes de densité et de biomasse, c'est la famille des Eunicidae qui domine, mais sa présence partout ailleurs dans la baie ne nous permet pas de les considérer comme indicateurs d'une influence anthropique. A l'échelle de la baie, une influence de l'eutrophisation est difficile à distinguer, à cause de l'hétérogénéité des substrats des stations échantillonnées. Une augmentation de la diversité de la macrofaune en fonction de la distance à l'égout est montrée. La biomasse du macrobenthos dans la zone subtidale est d'une faible valeur comparée aux valeurs déjà relevées pour le lagon sud-ouest. Elle varie selon le type de substrat. En ce qui concerne la structure trophique, la zone intertidale est caractérisée par des suspensivores et la zone subtidale par les déposivores.

Mots-clés : macrobenthos, diversité, polychètes, biomasse, pollution, Pacifique, Nouvelle-Calédonie, communautés

Abstract

The structure of the benthos (macrofauna, megafauna, macroflora and microflora) was investigated in a bay receiving effluents (St Mary Bay, Nouméa, New Caledonia). The study comprised 10 stations situated in the intertidal and in the subtidal zone. The samples were obtained using SCUBA (subtidal stations) or a spade (intertidal stations). Over a surface of 4,8 m² 266 macrofaunal species were identified. The polychaetes were the most abundant group both with regard to the number of species (97) and the number of specimens. Analysis of the density data of the macrofauna revealed a distinction between the communities of the intertidal and the subtidal zone. The environmental parameters indicated that the zone near the primary sewer is subject to eutrophication. This induces an important development of algae of the genus '*Ulva*' and the occurrence of small sized polychaetes of the indicator family Capitellidae. In terms of density and biomass, the Eunicidae dominate, but their presence all over the bay does not allow us to identify it as an indicator of an anthropogenic influence. At the scale of the bay, the influence of the eutrophication is difficult to distinguish, because of the heterogeneity of the substrates. We have demonstrated an increase of macrofaunal diversity as a function of the distance from the sewer. The macrobenthic biomass of the subtidal zone was low compared to values formerly calculated for the south-west lagoon. Biomass varies with the substrate type. The trophic structure was characterised by filter feeders in the intertidal zone and deposit feeders in the subtidal zone.

Key words: macrobenthos, diversity, polychaete, biomass, pollution, Pacific, New Caledonia, community

1. Introduction

a. L'étude du benthos

Sous l'influence du développement économique l'environnement littoral est de plus en plus menacé dans les zones tropicales. Dans le Pacifique l'extension des zones urbaines due à la croissance démographique est le principal problème. Ce développement induit de fortes implications sur l'équilibre des écosystèmes littoraux.

Le programme ECOTROPE, développé par l'ORSTOM (L'Institut Français de Recherche scientifique pour le développement en Coopération) essaye d'estimer l'influence de l'homme sur les écosystèmes littoraux dans le Pacifique.

L'étude des biocénoses benthiques constitue l'un des thèmes centraux de ce programme. Plutôt que de refléter les circonstances au moment de l'échantillonnage, le benthos intègre les conditions d'environnement sur une échelle relativement longue (Warwick, 1990). L'analyse de la structure benthique peut donc nous renseigner sur l'état de l'écosystème côtier.

La structure des biocénoses benthiques peut être influencée par de nombreux facteurs environnementaux, comme la température, la profondeur, le type de sédiment et les apports de matière organique. Ces facteurs peuvent être étroitement liés entre eux et difficiles à distinguer (Weisshappel & Svarvarson, 1998).

Un déterminant important de la structure benthique est le type de sédiment (Agard *et al.*, 1993). Chardy *et al.* (1988b), dans leur étude des communautés benthiques du lagon sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie, ont montré que les trois types de fonds meubles du lagon, fonds vaseux, fonds de sable gris et fonds de sable blanc, sont caractérisés par différents peuplements. Ce travail servira de base à la présente étude.

L'effet de la pollution sur les peuplements benthiques a également été le sujet de nombreuses études (Olsgard *et al.*, 1997 ; Zmarzly *et al.*, 1994 ; Beukema, 1991). L'enrichissement des fonds en matière organique peut provoquer des changements dans la structure du benthos comme une augmentation de l'abondance et de la biomasse, une diminution de la diversité et de la taille individuelle des espèces et un changement dans la composition spécifique. Ce changement se traduirait par une augmentation des espèces opportunistes (Beukema, 1991 ; Weston, 1990). A l'extrême, un enrichissement provoque la mortalité de la totalité des espèces benthiques et la formation d'un sédiment azoïque (Heip, 1995).

Dans la présente étude nous envisagerons d'analyser la structure des peuplements benthiques dans une baie sous influence anthropique et d'y réaliser un inventaire des espèces de la macrofaune benthique afin d'élargir la connaissance de la faune marine de Nouvelle-Calédonie.

b. Site d'étude et problématique

La Nouvelle-Calédonie

La Nouvelle-Calédonie est une partie émergée de la ride de Norfolk, qui s'allonge depuis les récifs d'Entrecasteaux au Nord jusqu'à la Nouvelle-Zélande au Sud. Cet archipel s'étend de 19 à 23° de latitude sud et de 163°30' à 168° de longitude est.

La Grande Terre, île principale de l'archipel, mesure 400 km de long et

Le programme ECOTROPE

Ecosystèmes côtiers du Pacifique : influences terrigènes et anthropiques

Contexte

Dans la majeure partie de la zone tropicale le développement économique est étroitement lié aux changements majeurs de l'environnement littoral. Le problème est posé par l'extension des centres urbains qui disposent souvent d'équipements d'assainissement minimaux. De part l'importance de leur façade maritime, les états insulaires du Pacifique sont particulièrement sensibles à ces conflits.

Le programme ECOTROPE (1997-2000) développé par l'ORSTOM, essaye de fournir une base scientifique pour une gestion raisonnée de ces zones littorales. Le but final du projet est de fournir des applications utiles aux décideurs s'occupant du développement (Fichez & Clavier, 1996).

Programme scientifique

Le programme ECOTROPE s'intéresse aux influences des apports terrigènes et anthropiques sur les écosystèmes littoraux du Pacifique (mines, industrie, agriculture, aquaculture, urbanisme). Les zones urbaines de Nouméa (Nouvelle-Calédonie) et de Suva (Fidji) servent comme écosystèmes modèles. Le but scientifique du projet est de définir l'origine, la nature et le devenir des apports et d'évaluer leurs effets sur les biocénoses benthiques et pélagiques. Une approche multidisciplinaire assurera une diagnose de l'état présent de l'écosystème. Des prédictions pour les années suivantes seront effectuées par modélisation de l'environnement (Fichez & Clavier, 1996).

environ 50 km de large (Richer de Forges, 1991 ; Wantiez, 1988). Elle est entourée par un récif barrière pratiquement continu s'étendant sur 1600 km. Le lagon ainsi délimité couvre une surface de 23400 km² en faisant le second ensemble corallien du monde après celui de la Grande Barrière d'Australie (Richer de Forges, 1991). Cette île est accompagnée par l'île des Pins au sud, les îles Loyauté (Ouvéa, Maré, Lifou) à l'est et les îles Bélep au nord.

Nouméa et la Baie de Sainte Marie

Nouméa est la ville principale de l'île. Elle est peuplée d'environ 70 000 habitants, ce qui représente 40% de la population totale de la Nouvelle-Calédonie. En ajoutant les communes limitrophes, on constate que 60% de la population habite sur 1% du territoire (Gabrié, 1995). Située sur une péninsule, la ville de Nouméa s'étend sur 4851 ha. La longueur de la côte est estimée à 147 km ce qui se traduit par un grand nombre de baies, d'anses et de bras de mer. La Baie de Sainte Marie qui se trouve au sud-est de la presqu'île de Nouméa est orientée nord-ouest – sud-est ; son accès principal est ouvert aux alizés, vents dominants de secteur sud-est.

Problématique

Dans une étude non-publiée datant de 1995, Roux a comptabilisé un total de 312 exutoires dans la ville de Nouméa, dont 205 donnent directement sur le littoral. La plupart des autres débouchent dans les rivières ou les mangroves. La majorité de ces exutoires ne présente aucun danger pour le littoral puisqu'ils ne drainent que des eaux de pluie. En revanche, un nombre limité d'entre eux drainent des eaux usées de grands bassins collecteurs qui sont susceptibles de dégrader le milieu.

La baie de Sainte Marie est un lieu d'importants rejets d'origine anthropique. Selon Roux (comm. pers.) une soixantaine d'exutoires donnent sur cette baie. L'égout principal qui draine les eaux usées des quartiers de la Vallée des Colons et du Faubourg Blanchot se trouve au fond de cette baie.

Des odeurs désagréables se dégagent du fond de la baie (hydrogène sulfuré (H₂S)). Elles proviennent de la dégradation des matières organiques se trouvant dans les rejets domestiques. Les nitrates et les phosphates provoquent un enrichissement excessif en sels nutritifs qui entraînent un développement démesuré des algues vertes comme les *Ulves* (*Ulva* sp.) créant le phénomène bien connu des marées vertes.

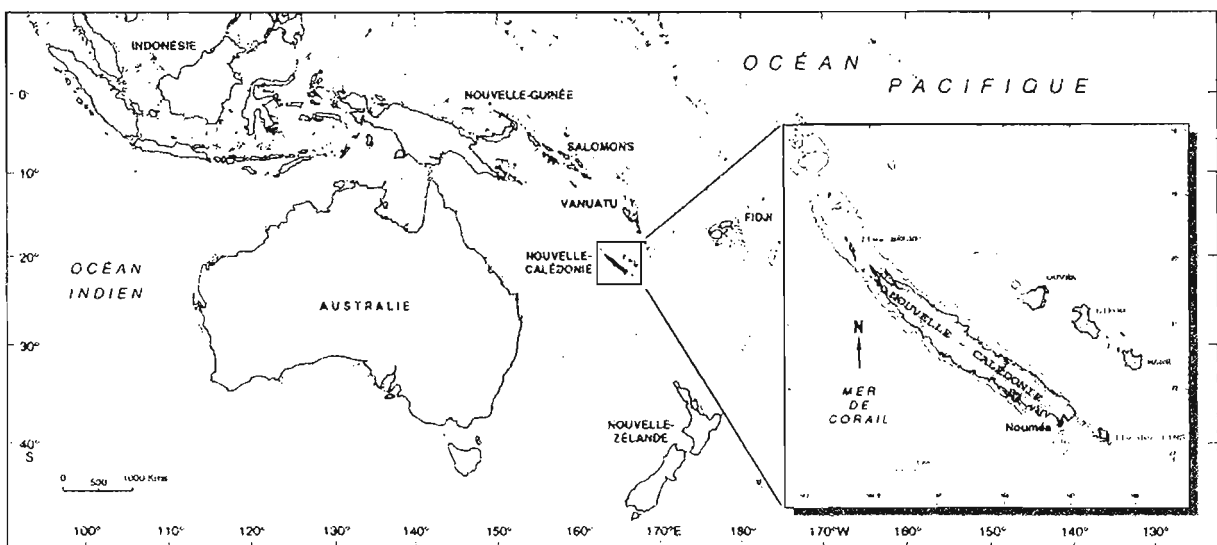


Figure 1. La Nouvelle-Calédonie dans l'océan Pacifique. *New Caledonia in the Pacific ocean.*

2. Matériel et méthodes

a. Choix des stations

Un pré-échantillonnage de la Baie de Sainte-Marie a été réalisé de mars à juin 1997. Un total de 16 stations réparties sur une grille de $\frac{1}{3}$ de mille nautique de côté, a été visité en plongée sous-marine. Chaque plongée a été effectuée en suivant un cap selon la direction entrée-sortie de la baie. Cette étude préliminaire a permis de définir cinq stations subtidales (N04, N20, N30, SM5 et N40) auxquelles une station intertidale (SM1) a été ajoutée (Tab. 1 ; Fig. 2). Ces stations sont réparties du fond de la baie vers la sortie, dans le but d'observer un gradient éventuel de pollution. La station intertidale se trouve près de l'égout principal et juste devant un égout secondaire.

Afin de permettre la caractérisation de la zone côtière, deux autres stations intertidales ont été sélectionnées en janvier 1998, en fonction de leur distance à la sortie de la baie ; l'une se trouve à mi-chemin (SM8) et l'autre à la sortie de la baie (SM7).

Tableau 1. Positions GPS des stations dans la Baie Ste Marie. Les stations N04, N20, N30 et N40 correspondent aux stations géochimiques du programme ECOTROPE. SM = Sainte Marie. *GPS Positions of sampling stations in the Bay of St Mary. The stations N04, N20, N30 and N40 correspond to the geochemical stations of the ECOTROPE research programme. SM = Saint Mary*

Station	Description	Prof. Depth (m)	Position GPS	
			latitude	longitude
N04	subtidal	10	22°17.18'	166°27.80'
N20	subtidal	12	22°17.60'	166°27.79'
N30	subtidal	19	22°18.69'	166°28.06'
SM5	subtidal	9	22°18.63'	166°27.79'
N40	subtidal	22	22°19.30'	166°27.76'
SM1	intertidal	0	22°16.93'	166°27.51'
SM8	intertidal	0	22°18.07'	166°27.47'
SM7	intertidal	0	22°18.70'	166°27.42'

DEFINITIONS	
•	biomasse : biomasse exprimée en matière sèche sans cendre (MSCC)/m ²
•	espèce : 'morphospecies' ou groupe d'organismes biologiques qui diffère de tous les autres groupes d'individus par leurs caractères morphologiques
•	replicat: unité d'échantillonnage

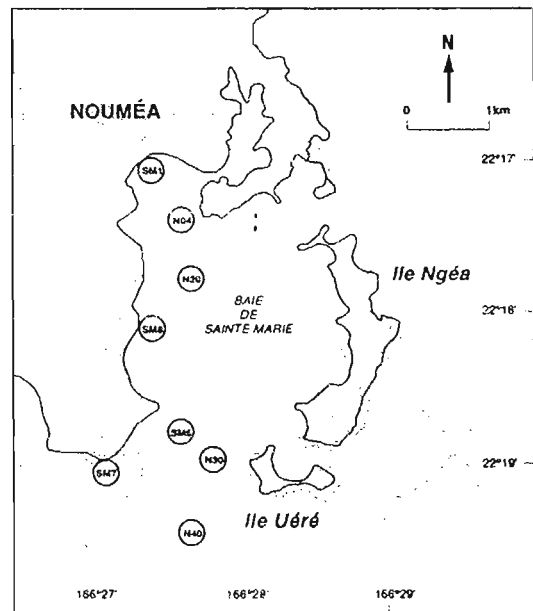


Figure 2. Position des stations. *Position of stations.*

b. Périodicité des prélèvements

L'étude des peuplements benthiques a fait l'objet d'un suivi temporel. Pour cela deux séries de prélèvements ont été effectuées aux stations subtidales : l'une en saison fraîche (entre mai et septembre) et l'autre en saison chaude (entre novembre et mars). Les stations intertidales ont été échantillonnées de manière plus fréquente, puisqu'un prélèvement par trimestre a été réalisé.

Pour ma part, j'ai participé aux deux campagnes de prélèvement des stations subtidales et j'ai conduit les prélèvements des stations intertidales des mois de novembre 1997 et février et mai 1998. Cependant la durée de mon stage ne me permettant pas d'aborder les variations temporelles, seules les variations spatiales ont été analysées.

c. Echantillonnage

L'échantillonnage de la zone subtidale a été réalisé le long d'un cordeau de 50 m déployé suivant une direction NO-SE. L'échantillonnage a été effectué à différentes échelles adaptées aux tailles des organismes concernés (méga- et macrofaune, micro- et macroflore). Tous les prélèvements ont été effectués à partir du N.O. 'Dawa', vedette de 11 m (Fig. 3). L'échantillonnage de la zone intertidale a été effectué le long d'un cordeau de 150 m perpendiculairement au rivage. Seules la macrofaune et la macroflore ont été récoltées.

Ma contribution à cette étude consistait à analyser les données de macrozoobenthos. La description des échantillonnages des autres groupes est également donnée, puisque les résultats de ces prélèvements contribuent à une meilleure compréhension de l'organisation des peuplements benthiques.

La mégafaune, la méiofaune, la macroflore et la microflore ont été récoltées et analysées par d'autres membres de l'équipe ECOTROPE.

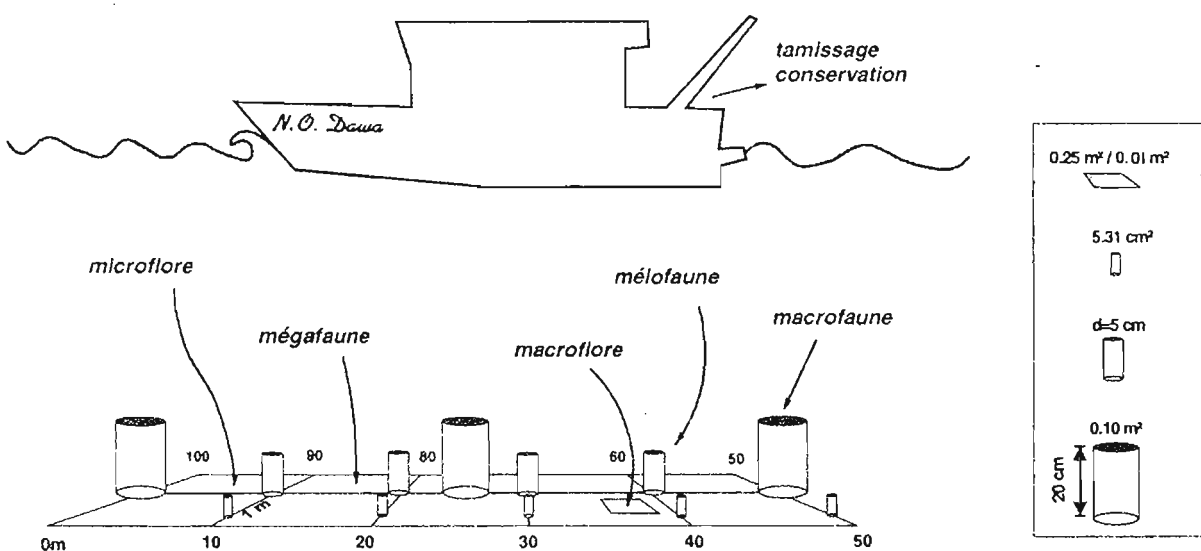


Figure 3. Echantillonnage du benthos. *Sampling of the benthos*

Macrofaune

Stations subtidales : Un cylindre métallique délimitant une superficie de 0,10 m² a été enfoncé dans le substrat. Tous les organismes fixés (animaux et végétaux) présents sur cette surface ont été ramassés à l'aide d'un sécateur. Ensuite le substrat a été récolté à la suceuse. Trois échantillons ont été ainsi réalisés à 0, 25 et 50 m. Sur le bateau, les échantillons ont été tamisés sur une colonne de tamis ayant une maille carrée de 5, 3 et 1 mm pour faciliter le tri au laboratoire. Les refus de tamis ont été conservés dans du formaldéhyde à 10%, auquel du rose bengale a été ajouté afin de colorer les tissus vivants.

Stations intertidales : Elles ont été échantillonnées d'une manière différente des stations subtidales en supposant que la composition de la faune varie selon la distance à la côte à cause des marées. Bien entendu, le traitement des échantillons était similaire à celui des stations subtidales.

La station SM1 a été visitée lors des marées les plus basses, pour limiter les risques pathogènes dus à la pollution. Le cordeau utilisé a été déployé à partir d'un égout secondaire (Fig. 4). Trois replicats de 0,25 m² ont été prélevés à 65, 100 et 150 m. Cela fait donc 9 échantillons au total. Les prélèvements ont été récoltés à l'aide d'un quadrat et une pelle. Dans les chapitres suivantes, ces trois zones de prélèvements seront considérées comme trois stations. Elles sont appelées SM1-65, SM1-100 et SM1-150 (novembre 1997) et SM1b-65, SM1b-100 et SM1b-150 (février 1998). En ce qui

concerne l'échantillonnage du mois de février seule la station SM1b-100 a pu être traitée par manque de temps.

Les deux autres stations intertidales (SM8 et SM7) ont été échantillonnées à la suceuse (0,10 m²) lors de marées hautes. Cette technique qui permet de travailler plus rapidement est donc préférable à la pelle. L'échantillonnage a été réalisé à 65, 100 et 150 m. A cause du manque de temps, seuls les échantillons prélevés à 100 m à la station SM7 ont pu être triés et identifiés. Au sein de ce rapport, cette station est nommée 'station SM7-100'.

Mégafaune

Toute la mégafaune présente sur 100 m² a été récoltée par un plongeur muni d'une barre de 1 m. Il se déplace de chaque côté du cordeau en récoltant la mégafaune par tranche de 10 x 1 m. Sur le bateau les taxons ont été dénombrés et leurs abondances établies. Les échantillons ont été conservés congelés, pour estimation de la biomasse.

Méiofaune

A 10, 20, 30 et 40 m une carotte de 5 cm de diamètre a été récoltée. Les échantillons ont été formolés et expédiés pour étude de la méiofaune au laboratoire de Biologie des Invertébrés Marins et Malacologie (Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris).

Macroflore

Un quadrat a été déposé dans chacun des secteurs de 10 x 1 m ; 10 replicats ont donc été réalisés. La taille du quadrat varie selon le type de peuplement végétal échantillonné. Un quadrat de 0,25 m² a été utilisé dans une algueraie alors que dans un herbier de phanérogame la taille du quadrat est de 0,01 m². Les macrophytes présentes dans chaque quadrat sont dénombrées et prélevées. Lorsque cela a été possible elles ont été identifiées lors de la récolte. Les prélèvements ont été conservés congelés pour en mesurer la biomasse.

Microflore

A 10, 20, 30, 40 et 50 m une carotte de sédiment (surface : 5,31 cm²) a été prélevée pour estimer la biomasse de microphytobenthos par l'analyse des pigments photosynthétiques (chlorophylle *a* et phéopigments). En surface le premier cm de sédiment a été découpé et conservé congelé à l'obscurité jusqu'à analyse. L'acétone à 90% a été utilisé pour extraire les pigments. La mesure se fait par lecture des densités optiques du solvant extracteur au spectrophotomètre. Les équations utilisées pour calculer la quantité de chlorophylle *a* et de phéopigments sont celles de Lorenzen (1967).

d. Tri et identification du macrobenthos

Au laboratoire les prélèvements du macrobenthos ont été triés à l'œil nu sous une lampe forte. Tous les organismes trouvés ont été transférés dans l'alcool à 70%. Ils ont ensuite été identifiés sous loupe binoculaire au plus bas taxon possible (morphospecies).

Les polychètes ont été identifiés à l'aide des ouvrages de Day (1967), de Arnold & Birtles (1989) et de Glasby (1996), les crustacés avec l'aide personnelle de B. Richer de Forges (ORSTOM) et du guide de Jones & Morgan (1994), les bivalves avec l'aide de C. Berthaud (ORSTOM) et de K. Lamprell (Queensland Museum de Brisbane) et à l'aide des ouvrages de Abbott & Dance (1986) et de Lamprell & Whitehead (1992) et les poissons par J. Rivaton (ORSTOM). Une collection de référence a été constituée ; elle sera identifiée par des spécialistes. Etant donné les délais nécessaires pour de telles identifications, la plus grande partie des résultats est consignée sous forme de numéros de taxons.

Des photographies de la collection de référence ont également été réalisées afin que les différentes espèces recensées puissent quitter l'anonymat d'une collection 'enfermée'. Cela facilitera

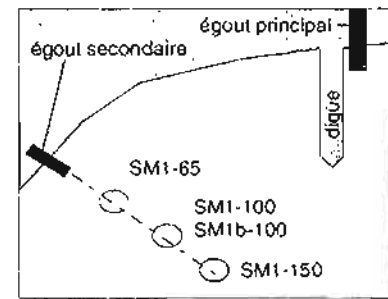


Figure 4. Détail de la station intertidale SM1. The intertidal station SM1 in detail. Sewers are indicated in black.

l'identification du macrobenthos dans le futur. Ces clichés pourront être digitalisés et référencés à l'aide du logiciel Indigobase, développé par l'ORSTOM Paris. Quelques dessins ont également été réalisés dans le même but (Annexe A).

e. Détermination de la biomasse

Après avoir été identifiée, une partie des individus de la macrofaune a été utilisée pour estimer la biomasse des différents taxons. Le terme biomasse indique ici le poids de 'Matière Sèche Sans Cendre' (MSSC).

Des lots d'individus de même taxon ont été séchés à l'étuve (60°C) pendant 48h. Ils ont ensuite été pesés pour obtenir le poids de matière sèche (MS) sur une balance OHAUS Explorer (précision 1 mg). Puis ils ont été calcinés dans un four à moufle (Thermolyne Furnace 6000) à la température de 550 °C pendant trois heures. Une seconde pesée a permis de déterminer le poids de cendres (C). La différence entre les 2 pesées donne une estimation du poids de matière sèche sans cendres (MSSC) :

$$\text{MSSC} = \text{MS} - \text{C}$$

(en vocabulaire anglo-saxon : $\text{AFDW} = \text{DW} - \text{ADW}$)

Les données ainsi obtenues ont permis de calculer la biomasse individuelle pour 64 espèces (Annexe C). Ces biomasses moyennes ont été utilisées pour estimer la biomasse d'un nombre d'individus dont le poids était au-dessous de la précision de la balance ou bien qui, faisant partie de la collection de référence, ne pouvaient être calcinés.

Une deuxième méthode a été utilisée pour calculer la biomasse (MSSC) à partir des poids de matière fraîche (MF). Dans ce but, les facteurs de conversion publiés par Ricciardi & Bourget (1998) ont été employés. Basés sur 42 études publiées et non publiées, ces auteurs ont élaboré un tableau de facteurs de conversion de poids à poids. Les facteurs de conversion de MF en MSSC utilisés au sein de cette étude, se trouvent dans le tableau 2.

Tableau 2. Facteurs de conversion de MF (poids de matière fraîche) en MSSC (poids de matière sèche sans cendre) des taxons divers (d'après Ricciardi & Bourget, 1998). IC = Intervalle de confiance de 95%. N = nombre de valeurs utilisées pour le calcul du facteur de conversion. SPP = nombre d'espèces. *WW (wet weight) to AFDW (ash-free dry weight) conversion factors for various taxa (Ricciardi & Bourget, 1998). IC = 95% confidence interval. N = number of values used to calculate the conversion factor. SPP = number of species.*

Taxon	Facteur de conversion	IC	N	SPP
POLYCHAETA				
Polychaeta	0.160	0.150 - 0.170	93	>83
MOLLUSCA				
Polyplacophora	0.272		1	3
CRUSTACEA				
Amphipoda	0.160	0.141 - 0.174	14	>12
Isopoda	0.142		1	1
Decapoda	0.165	0.146 - 0.184	17	11
Cumacea	0.076		4	3
ECHINODERMATA				
Ophiuroidea	0.074	0.048 - 0.100	12	8
SIPUNCULIDAE				
Sipunculida	0.112	0.064 - 0.160	3	2

Dans les analyses suivantes, les biomasses sont exprimées par m². Pour cela les valeurs initiales ont été rapportées au m².

f. Paramètres environnementaux

Dans le cadre du programme ECOTROPE les paramètres physiques et chimiques de l'eau ont été analysés mensuellement à l'aide d'une sonde CTD et de prélèvements de surface (3m) afin d'obtenir des profils de température, de salinité, de turbidité, de chlorophylle *a* et les concentrations en NH_4^+ , NO_2^{2-} et NO_3^- et PO_4^{2-} .

Des prélèvements de sédiment ont été effectués aux stations subtidales afin de mesurer les paramètres sédimentologiques. Les analyses granulométriques ont été réalisées selon les méthodes présentées par Chevillon (1992).

g. Traitement des données

Analyse de variance (ANOVA)

Des analyses de variance (ANOVA) ont été utilisées pour mettre en évidence les différences entre les stations au niveau de la richesse spécifique, la densité moyenne et la biomasse moyenne. Le test de comparaisons multiples de Newman-Keuls (SNK) a été utilisé, afin de déterminer quelles stations étaient différentes. (Scherrer, 1984 ; Zar, 1984).

Auparavant, l'homogénéité et la normalité des variances ont été vérifiées par un test de Bartlett (Zar, 1984). Lorsque l'homogénéité des variances n'était pas respectée les données ont été transformées ($\log_{10}(x+1)$).

Classification Numérique

La classification numérique consiste à grouper des réplicats selon leur similarité. Les résultats sont exprimés sous forme d'un dendrogramme. L'analyse a été exécutée sur les données de densité en utilisant l'indice de similarité de Bray-Curtis (Bray & Curtis, 1957) et la technique de 'group average linkage' (Clarke & Warwick, 1994). Auparavant les données de densité ont été réduites (élimination des espèces rencontrées une seule fois dans l'ensemble des stations) et transformées pour les normaliser (racine carré).

La méthode ANOSIM (Analysis of Similarity) a été utilisée afin de détecter des différences statistiquement significatives entre les groupes obtenus par la classification numérique (Clarke & Green, 1988 ; Clarke & Warwick, 1993 in : Karakassis & Efefferiou, 1997).

Analyse des Correspondances

Afin d'avoir un aperçu de l'organisation spatiale du macrobenthos et d'identifier les variables environnementales liées aux groupements biologiques, une Analyse des Correspondances a été employée (Hill, 1973). L'avantage de cette technique est qu'elle présente à la fois les échantillons et les espèces dans un espace d'ordination. Le logiciel utilisé (SPAD.S), offre la possibilité d'ajouter les variables environnementales comme des 'variables illustratives', qui ne participent pas à la construction de cet espace, mais qui peuvent faciliter l'interprétation des résultats (Weishappel & Svavarsson, 1998 ; Holte & Oug, 1996). Les variables 'distance à l'égout' et 'profondeur' ont ainsi été incluses. Les variables granulométriques et chimiques n'ont pas été utilisées ici car elles n'ont pas été mesurées pour les stations intertidales. Préalablement aux analyses, les données de densité ont été réduites et transformées comme pour la classification numérique.

Estimation de la diversité

La diversité est exprimée à l'aide d'indices, qui résument de l'information complexe concernant la composition des communautés. L'indice généralement utilisé dans les études d'écologie benthique est l'indice H' de Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1949):

$$H'(\text{bits / station}) = - \sum_{i=1}^{i=S} p_i * \log_2(p_i)$$

ou $p_i = n_i / \sum n_i$ (densité relative de l'espèce i dans la station); i = nombre d'espèces, n_i = densité de l'espèce i

L'indice d'équitabilité J' indique le rapport entre la diversité observée (H') et la diversité maximale observable (H'_{\max}) avec le même nombre d'espèces (S) (Frontier, 1983) :

$$J' = \frac{H'}{H'_{\max}} = \frac{H'}{\log_2(S)}$$

Puisque les valeurs de H' dépendent non seulement du nombre d'espèces et de leur proportions, mais aussi de la taille du prélèvement, Hulbert (1971) suggère une approche plus directe de la biodiversité. Il préfère exprimer la biodiversité comme la 'richesse spécifique', en calculant pour chaque station le nombre d'espèces attendues pour un nombre d'individus fixe, selon la formule suivante :

$$E(S_n) = \sum_{i=1}^S \left[1 - \frac{\binom{N - N_i}{n}}{\binom{N}{n}} \right]$$

= nombre d'espèces attendu dans un échantillon de n individus, aléatoirement sélectionnés dans une collection de N individus et S espèces. N_i représente le nombre d'individus de l'espèce i .

La technique est connue sous le nom de 'raréfaction'. La différence de diversité entre les stations est ensuite déterminée en comparant le nombre d'espèces attendues pour un nombre fixe d'individus.

Une autre méthode pour obtenir une impression de la diversité est celle des diagrammes rang-fréquence de Frontier (1976), qui utilise la forme générale des courbes pour estimer l'état de l'écosystème. Elle permet également de cerner des taxons rares et les taxons abondants (Diaz-Castañeda & Safran, 1988 ; Frouin, 1996).

Pour chaque station les indices H' , J' et $E(S_{100})$ ont été calculés et le diagramme rang-fréquences a été construit. L'analyse de raréfaction est basée sur le nombre total d'espèces dénombré dans les trois réplicats d'une station. Son calcul tient compte des différences de surfaces prélevées selon les stations. Ceci n'est pas le cas pour les indices H' et J' , ni pour les diagrammes rang-fréquences.

L'interprétation des diagrammes rang-fréquences est réalisée en utilisant les stades décrits par Frontier (1976) (Fig. 16). Les stades 'équilibrés' sont caractérisés par des courbes convexes, avec de nombreuses espèces aux abondances uniformes, tandis que les stades 'déséquilibrés', caractérisés par la prédominance d'un petit nombre d'espèces, montrent des allures plutôt concaves vers le haut dans la partie gauche.

Les différentes procédures de calcul ont été établies avec les logiciels Statistica (StatSoft Inc., 1992), SPAD.S version 3 (CISIA, 1996) et BioDiversity Professional (NHS & SAMS, 1997).

3. Résultats

a. Paramètres environnementaux

Quatre types de fonds ont été rencontrés (Tab. 3). Les stations intertidales sont caractérisées par des débris coralliens avec de la vase (station SM1) ou des débris coralliens avec de la vase et du sable (station SM7) (observations personnelles). Les stations subtidales N04 et N30 ont une forte teneur en vase (particules $<63\mu\text{m}$) de 88% et 57% respectivement. La station N20 peut également être considérée comme envasée ; sa teneur en vase est de 21%. Les sédiments des autres stations subtidales (SM5 et N40) sont constitués de sable moyen ; leurs teneurs en vase sont d'environ 10% (Tab. 3 ; Fig. 5). Les observations en plongée laissent à penser que la composition sédimentaire de chaque station est homogène à l'échelle de l'échantillonnage.

La température de la colonne d'eau pendant la saison chaude, est en moyenne supérieure de 0,7 °C au fond de la baie (station N04 : 26,4°C) par rapport à la sortie de la baie (station N40 : 25,7°C). La salinité suit le même profil, variant de 35,8 à 35,7 ‰ pour les mêmes stations. Cependant, ces différences ne sont pas significatives, comme le montre la figure 5.

Tableau 3. Caractéristiques granulométriques et profondeur des stations. Prof = profondeur, Md ϕ = Taille Médiane, Mz = Taille Moyenne. *Granulometric characteristics and depths of stations. Md ϕ = median size, Mz = mean size.* 'débris coralliens' = coral debris. 'Vase' = mud, 'sable moyen' = medium sand.

Station	Prof/Depth (m)	% vase	Md ϕ	Mz	Description
SM1-65	0	-	-	-	débris coralliens+vase
SM1-100	0	-	-	-	débris coralliens+vase
SM1-150	0	-	-	-	débris coralliens+vase
SM1-100b	0	-	-	-	débris coralliens+vase
SM7	0	-	-	-	débris coralliens+sable
N04	10	87.69	4.43	4.43	vase
N20	12	20.57	2.38	1.95	vase
SM5	9	8.39	2.04	1.77	sable moyen
N30	19	56.62	4.12	3.95	vase
N40	22	12.81	2.40	2.45	sable moyen

Les valeurs des concentrations d'ammonium (NH₄⁺), de nitrite et nitrate (NO₂⁻ et NO₃⁻), de phosphate (PO₄²⁻) et de chlorophylle *a* des mois d'octobre, novembre et décembre 1997 ont été utilisées pour l'analyse d'eau des stations subtidales. Ces concentrations sont en général plus fortes au fond de la baie (stations N04) et plus faibles à la sortie de la baie (station N40) (Fig. 6). La concentration moyenne d'ammonium varie de $0,33 \pm 0,12 \mu\text{M}$ à $0,61 \pm 0,27 \mu\text{M}$, la mesure la plus forte étant celle de novembre 1997 à la station N04 ($0,92 \mu\text{M}$). Les concentrations de nitrite et nitrate sont élevées à la station N04 ($0,22 \pm 0,09 \mu\text{M}$) et plus faibles aux autres stations. La concentration de phosphate montre un fort gradient du fond de la baie vers la sortie de la baie (de $0,34 \pm 0,20$ à $0,04 \pm 0,04 \mu\text{M}$). La concentration de chlorophylle *a*, paramètre biologique, varie entre $0,42 \pm 0,11$ et $0,58 \pm 0,41 \mu\text{g/l}$ aux stations N04, N20 et N30 et montre une valeur plus faible de $0,17 \pm 0,01 \mu\text{g/l}$ à la station N40.

b. Composition du benthos

Macrofaune

Dans l'ensemble des stations 4158 individus ont été identifiés. Ils se répartissent en 266 espèces. La moitié des espèces (133) n'a été rencontrée que dans un seul répliquat ; parmi ces espèces, 113 étaient représentées par un unique exemplaire.

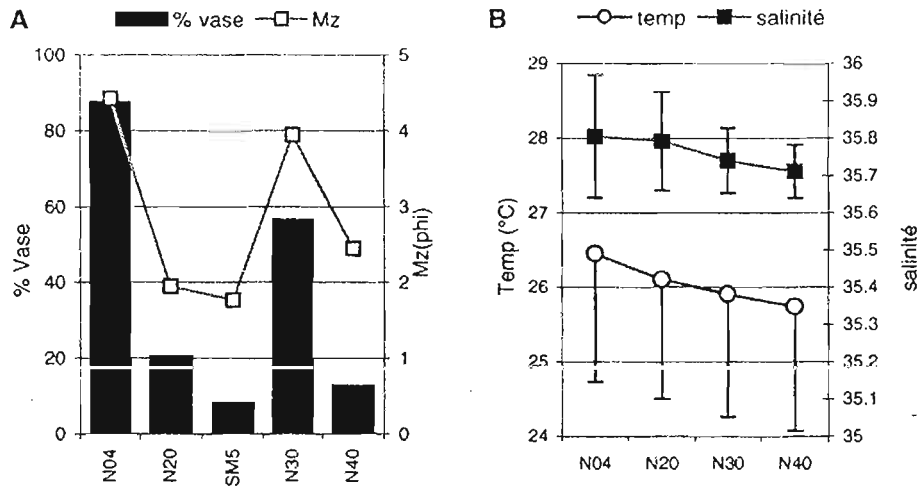


Figure 5. A) Teneur en vase (%) et taille moyenne (Mz exprimé en phi) pour les stations subtidales. **B)** Température et salinité de la colonne d'eau: moyenne des valeurs relevées à 3 et 5 m de profondeur aux stations subtidales pendant la saison chaude (moyenne, écart type, n = 5 mois).
A) Silt and clay content (%) and mean size (Mz expressed as phi) of the subtidal stations. **B)** Temperature and salinity of the watercolumn of the subtidal stations: mean of the values measured at 3 and 5 m depth during the warm season (mean, SD, n = 5 months).

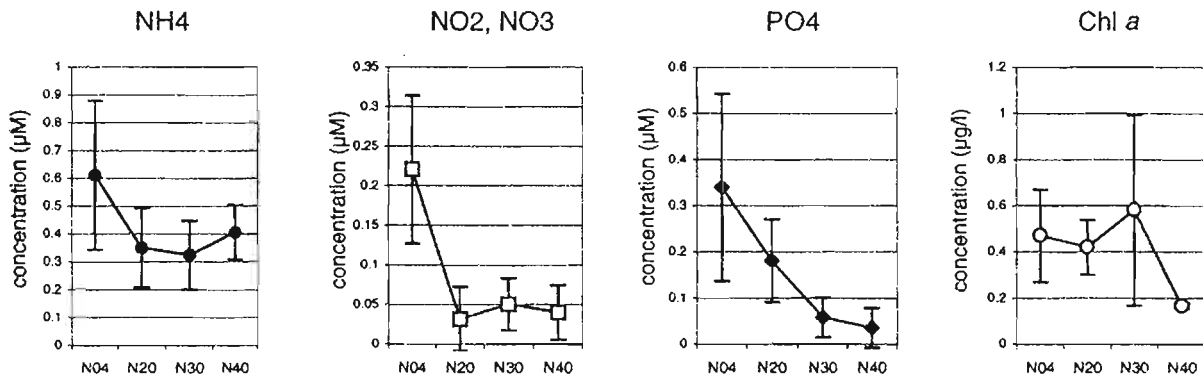


Figure 6. Concentrations de NH4, de NO2 et de NO3, de PO4 et de chlorophylle a dans l'eau de surface aux stations subtidales (moyenne et écart type, n=3: octobre, novembre et décembre 1997). *Concentrations of NH4, NO2 and NO3, PO4 and chlorophyll a of the surface water at the subtidal stations (Mean and SD, n=3: October, November and December 1997).*

Les annélides polychètes sont représentés par 97 espèces et 2010 individus, les mollusques par 62 espèces et 193 individus, les crustacés par 51 espèces et 272 individus, les sipuncles par 16 espèces et 16 individus, les échinodermes par 6 espèces et 49 individus, les poissons par 5 espèces et 5 individus et les lophophoriens par 3 espèces et 1548 individus. 15 individus représentant 15 espèces n'ont pas pu être identifiés. Le groupe le mieux représenté est celui des polychètes ; sa contribution à la richesse spécifique varie de 32,6 à 60,0 % selon les stations. Elle est de 12,6 à 29,6 % pour des mollusques et 6,1 à 31,5% pour les crustacés.

Mégafaune

La mégafaune, récoltée sur 100 m², présente une richesse spécifique et une abondance 10 fois plus faibles que celle de la macrofaune récoltée sur 0,3 m². Dans l'ensemble des stations subtidales, un nombre total de 564 individus et 5 colonies d'éponges ont été rencontrés. Il s'agit de 52 taxons : 13 crustacés, 12 échinodermes, 10 mollusques, 5 spongiaires, 6 cnidaires et 6 taxons indéterminés, dont des poissons et un bryozoaire (Annexe B)

Macroflore

Dans les stations subtidales 22 espèces de macrophytes ont été identifiées, dont 3 espèces de phanérogames (Angiospermophyta) et 10 espèces de chlorophyta, 7 espèces de Rhodophyta, 1 espèce de Phaeophyta, et 1 espèce de Cyanobacteria.

c. Analyse des communautés benthiques

Une classification numérique a été effectuée à partir des densités de la macrofaune. Le dendrogramme fait apparaître trois groupes de replicats à un niveau de similarité de 13% (Fig. 7).

Les stations intertidales constituent le premier groupe. Les stations subtidales forment le deuxième groupe, à l'exception de la station N04, qui est différente de toutes les autres stations et qui forme le troisième groupe.

L'analyse de similarité (ANOSIM) montre que les 3 groupes ne sont pas significativement différents (p=0,10).

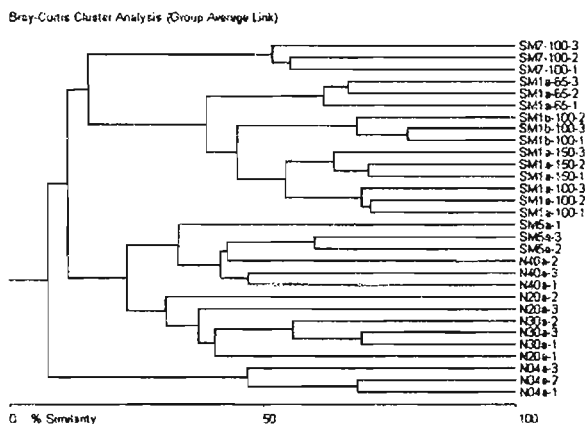


Figure 7. Classification des replicats. *Classification of replicates*

Les résultats de l'Analyse des Correspondances (Fig. 8) sont comparables à ceux obtenus par la classification numérique. Les deux premiers axes expliquent 26,4 % de la variance des espèces et les cinq premiers presque 50% (Tab. 4). L'axe 1 présente une forte corrélation avec la profondeur (r = 0,75), l'axe 2 avec la distance à l'égout (r = 0,89). Les autres paramètres environnementaux n'ont pas été mesurés au niveau des stations intertidales ; ils ne sont donc pas inclus dans l'analyse multivariée.

La distinction entre les stations intertidales et les stations subtidales est évidente, les premières étant situées à gauche de l'axe vertical et les dernières à droite. Les stations placées au-dessus de l'axe 1 sont toutes situées à une distance supérieure à 1500 m de l'égout tandis que les stations se trouvant au-dessous de l'axe 1 se trouvent à moins de 875 m de l'égout (Fig. 8A).

Les centres de distributions des espèces dans le même espace d'ordination sont présentés dans la figure 8B. La taille du cercle indique la densité de l'espèce. Les espèces situées à gauche de l'axe 2 sont caractéristiques de la zone intertidale tandis que celles se trouvant à droite caractérisent la zone subtidale.

Tableau 4. Analyse des Correspondances. % variance, % variance cumulé, valeurs propres (total=5,30) et corrélation des variables explicatives pour les 5 premiers axes. *Correspondence Analysis (CA). % variance, % variance accumulated, eigenvalues (total=5.30) and correlation of explanatory variables for the first 5 axes.*

Axe	1	2	3	4	5
% variance	14.39	12.05	11.74	5.95	5.64
% variance cum	14.39	26.44	38.18	44.13	49.77
valeur propre	0.763	0.639	0.623	0.315	0.299
distance	0.31	0.89	0.18	0.05	-0.05
profondeur	0.75	0.18	0.51	-0.06	0.17

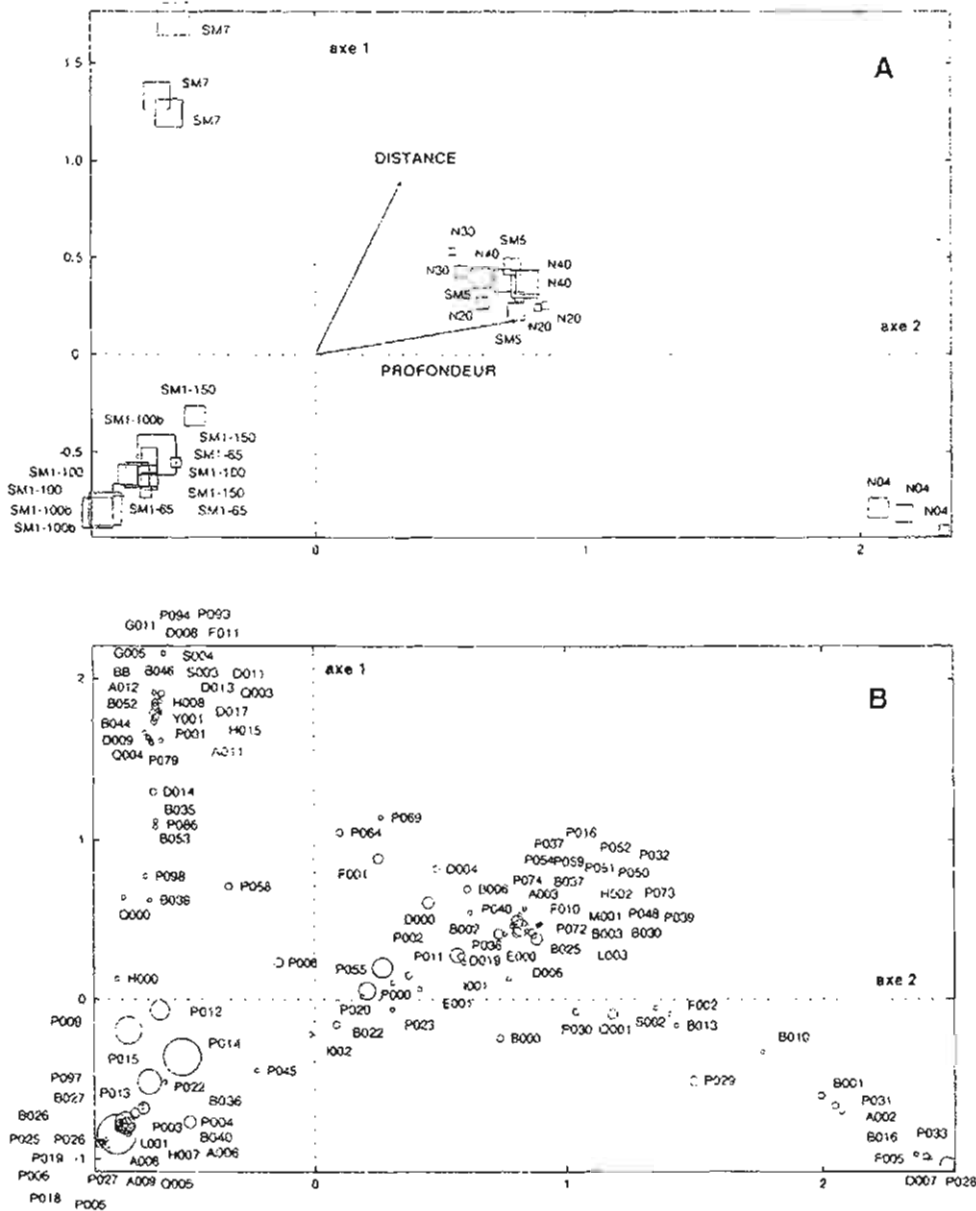


Figure 8. Résultats de l'Analyse des Correspondances de la macrofaune. **A)** Ordination des répliqués, des variables 'distance' et 'profondeur' (axes 1 et 2). **B)** Répartition des espèces dans le même espace. Les abréviations se réfèrent aux noms des espèces de la collection de référence (voir Annexe B). Les groupes zoologiques sont indiqués par les abréviations suivantes : A = amphipode, B = bivalve, D = crabe, E = échinoderme, F = crevette/shrimp, H = sipuncle, I = isopode, L = phoronidien, P = polychète/polychaete, Q = ophiure, S = stomatopode. Le poids des répliqués et des espèces est représenté par la taille du symbole. *Results of the Correspondence Analysis of the macrofauna. A)* Ordination of replicates, the variables 'distance' and 'depth (=profondeur)'. *B)* The distribution of species in the same space. Abbreviations of species names are explained in Appendix B. The main zoological groups are indicated by letters and explained above. Symbol sizes indicate the weight of replicates or species.

d. Densité

Densité de la macrofaune : groupes zoologiques

Les densités moyennes par station sont présentées dans la figure 9.

Pour la campagne de novembre, la densité moyenne est de 459 ± 279 ind/m² pour l'ensemble de la baie. Elle est de 518 ± 346 ind/m² pour les stations intertidales et de 424 ± 263 ind/m² pour les stations subtidales. Une ANOVA sur les données transformées (\log_{10}) a montré une différence significative ($p=0,00$) entre les densités moyennes des stations. Un test de Newman-Keuls a permis de distinguer 4 groupes de stations. Classés par densités croissantes, ce sont les suivants :

<u>N20</u>	<u>N30</u>	<u>SM1-65</u>	<u>SM1-150</u>	<u>SM5</u>	<u>N04</u>	<u>N40</u>	<u>SM1-100</u>
	1			2		3	4

Pour l'ensemble de ces stations, 3 groupes zoologiques assurent près de 90% de la densité totale de la macrofaune. Ce sont les polychètes (72,3%), les mollusques (9,2%) et les crustacés (7,6%). Pour la zone intertidale seule, ces groupes représentent respectivement 84,8 %, 6,8 % et 1,5 %, et pour la zone subtidale ils sont de 63,3%, de 11,0% et de 12,1%.

La station SM1b-100 est caractérisée par une densité élevée des phoronidiens (70,2%). On y trouve également 25,1% de polychètes, et de 2,9% de crustacés. La station SM7-100 est dominée par les crustacés (36,7%), suivis par les polychètes (31,0%) et les mollusques (17,7 %).

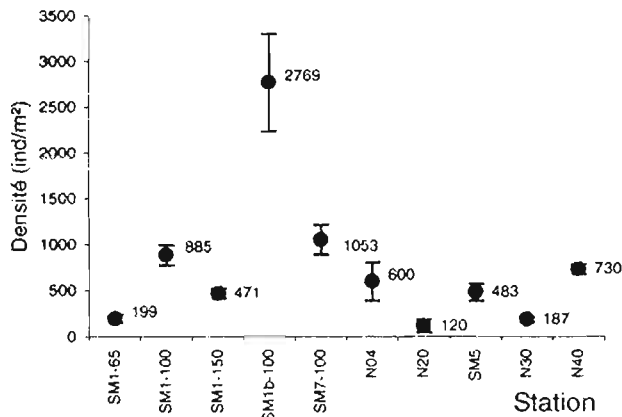


Figure 9. Densité de la macrofaune par station (moyenne, écart type). Density of the macrofauna per station (mean, SD).

En observant les histogrammes (Fig. 10), on constate que les densités relatives et absolues des polychètes sont plus forte dans les 4 stations intertidales (127 ± 19 à 778 ± 85 ind/m²). Elles sont moins élevées partout ailleurs dans la baie : 83 ± 51 à 467 ± 40 ind/m². Par contre la densité des crustacés est plus forte aux stations subtidales. La station intertidale SM7-100 située à la sortie de la baie ne ressemble pas aux autres stations, puisque le groupe le plus important en termes de densité est ici celui des crustacés (387 ± 151 ind/m²).

Densité de la macrofaune : taxons dominants

Les taxons dominants sont présentés dans le tableau 5. La plupart de ces taxons se trouvent à la fois dans les zones intertidale et subtidale, mais leurs densités y sont différentes.

Les densités les plus élevées appartiennent au phoronidien '*Phoronis sp.1*' (Annexe A : dessin 33) présent en grande quantité dans la zone intertidale au fond de la baie. Cette espèce forme des tubes de sable facilement confondus avec du sédiment. Les polychètes caractéristiques de cette zone sont *Arabella iricolor* (Ann. A : 10) et *Nematonereis sp.* (Ann. A : 9) de la famille des Eunicidae, *Aonides sp.* (Ann. A : 17) et '*Spionidae indet. 1*' (Ann. A : 16) de la famille des Spionidae, l'espèce *Syllis sp.1* (Ann. A : 7) de la famille des Syllidae et des espèces de la famille des Cirratulidae (Ann. A : 18, 19 et 20). Les 2 ou 3 espèces de la famille des Cirratulidae ont été très difficiles à distinguer, ce qui veut dire qu'elles ont régulièrement été confondues. Les bivalves qui caractérisent cette zone sont surtout les grisettes (*Gafrarium menkei*), grandes coquilles comestibles d'une taille de 3 à 4 cm. La station intertidale SM7-100 est caractérisée par les mêmes espèces, mais on y trouve en plus les crustacés suivants : une crevette '*Alpheidae indet. 1*', des amphipodes '*indet 9*' et '*indet 11*', et des crabes '*Brachyura indet.*', *Thalamita poissoni*, *Thalamita sp.*, et '*Xanthidae indet. 2*'.

Certaines espèces semblent être restreintes à la zone subtidale. Ce sont les polychètes *Arandia sp. 1*, 'Arabellinae indet.' qui ressemble à *Arabella iricolor* mais qui ne possède pas d'yeux et qui est tout blanc ; 'Euclimeninae indet.' de la famille Maldanidae et *Prionospio sp. 3*, un membre de la famille des Spionidae. La station N04 est caractérisée par la dominance d'une seule espèce de polychète (*Polychaeta indet. 2*), qui n'a pas pu être déterminée, malgré ses caractéristiques bien marquées (Ann. A : 13).

Tableau 5. Densité moyenne des espèces de la macrofaune les plus abondantes dans la Baie de Ste Marie (ind/m²). Seules les espèces dont le nombre d'individus est supérieur à 0,3% du nombre total d'individus récoltés dans la baie sont présentées dans la liste. Les stations sont groupées selon la classification de l'analyse numérique. Codes des stations : 65=SM1-65, 100=SM1-100, 150=SM1-150, 100b=SM1b-100, SM7=SM7-100. *The most common macrofaunal species in the Ste Mary Bay. Mean densities (ind/m²) are calculated for each station. The stations are grouped according to the cluster analysis. Species with number of specimens >0.3% of total are listed. Station codes as above.*

Espèce / Species	Densité moyenne / mean density (ind/m ²)									
	65	100	150	100b	SM7	N20	SM5	N30	N40	N04
POLYCHAETA										
<i>Alentia sp.</i>			1		20					
<i>Aonides sp.</i>	3	264	25	65						
Aphroditidae indet. 1				1					10	3
Aphroditidae indet. 7				1	13					
<i>Arabella iricolor</i>	35	176	189	157	27		7	10	10	
<i>Arandia sp.</i>						20	27	20	60	
Cirratulidae Cirratulinae indet. 1	11	79	23	243	80					
Cirratulidae Cirratulinae indet. 2	3	13	67							
<i>Eunice sp.</i>		3	20		20		10		7	
Eunicidae Arabellinae indet.						3	20	33	27	3
<i>Goniada sp.</i>			5				3		10	
indet	7	7	5	4	10	10	10	3	13	7
Maldanidae Euclymeninae indet.	1	1		1		23	7	17	30	
<i>Marphysa sp.</i>			1				23		33	
<i>Mediomastus californiensis</i>	1	8	24	23						3
<i>Mediomastus sp.</i>							3		3	43
<i>Megalomma sp.</i>	29									
<i>Nematonereis sp.</i>	15	157	9	100	13		3		3	
<i>Notomastus sp.</i>	1	11	8	7	7	17	10	17	57	
<i>Polychaeta indet. 2</i>										337
<i>Prionospio sp. 3</i>							27	7	73	
<i>Pseudoeurothoe sp.</i>				7		3			17	37
Spionidae indet. 1	1	20	19	8						
Spionidae indet. 8				8	7		3			
<i>Syllis sp.</i>	13	31	7	37	43	3	3			
<i>Terebellides stroemi</i>					7			3	7	
CRUSTACEA										
Alpheidae indet. 1				1	27	3	7	7	13	
Amphipode indet. 11					27					
Amphipode indet. 2							3			13
Amphipode indet. 6	1	8	7	68						
Amphipode indet. 9					143					
Crabe indet			1		10	3	7	7	7	3
<i>Elamenopsis sp.</i>					30					
<i>Macrophtalmus latreilli</i>										33
Paguridae			3			3			13	
<i>Thalamita poissoni</i>				3	20					
<i>Thalamita sp.</i>					3		10		3	
Xanthidae indet. 2					23					

ECHINODERMATA							
Ophiuræ indet. 1	3					7	7
Ophiuræ indet. 3				60			
Ophiuræ indet. 4				17			
PHORONIDA							
<i>Phoronis</i> sp. 1	37	37	5	1944			3
<i>Phoronis</i> sp. 2					97		
MOLLUSCA							
<i>Ctena cf bella</i>	1	4				10	
<i>Fragum scruposum</i>						7	17
<i>Gafrarium menkei</i>	23	31	19	13			
<i>Gafrarium pectinatum</i>					30		
indet		3		1	3		3
<i>Tellina</i> sp.					30		
Tellinidae indet. 1							7
Tellinidae indet. 2					3	3	23
Polyplacophora indet.					43		
SIPUNCULA							
Sipuncula indet. 15					20		

e. Biomasse

Macrofaune

La moitié des biomasses a été mesurée directement par perte au feu et l'autre moitié a été estimée à partir des poids moyens individuels (Annexe C) et si cela n'était pas possible, à partir des poids de matière fraîche (MF). Une liste des biomasses moyennes par station avec leurs écart types se trouve en Annexe E.

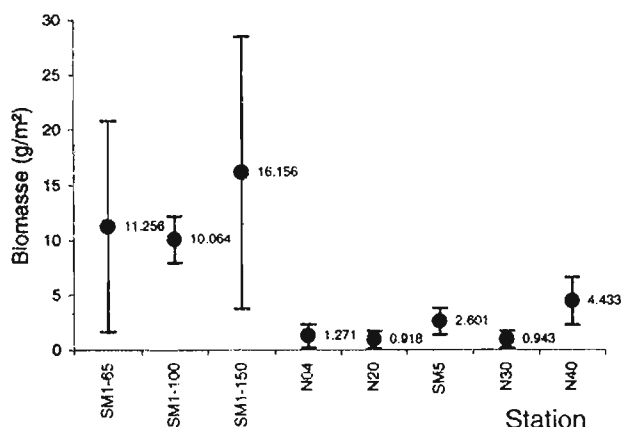


Figure 11. Biomasses de la macrofaune par station (moyenne, écart type). *Biomasses of the macrofauna per station (mean, SD).*

La biomasse maximale a été mesurée à la station SM1-150 ; elle est de $16,2 \pm 12,4$ g/m² (Fig.11, Tableau 6). La plus faible biomasse, $0,9 \pm 0,8$ g/m², a été relevée à la station N30. Pour l'ensemble de la baie, la biomasse moyenne est de $6,0 \pm 5,8$ g/m². Pour la zone intertidale elle est de $12,5 \pm 3,2$ g/m² et pour la zone subtidale de $2,0 \pm 1,5$ g/m².

Près de 98% de la biomasse totale de la macrofaune sont assurés par 3 groupes zoologiques : les mollusques (77,2%), les polychètes (18,0%) et les crustacés (2,6%).

Pour la zone intertidale, ces pourcentages sont respectivement de 93,2 %, de 5,5 % et de 0,5 %. Cette zone est caractérisée par une forte biomasse de bivalves (*Gafrarium menkei*) de $9,3 \pm 2,5$ à $14,9 \pm 12,7$ g/m², qui masque les biomasses des autres groupes zoologiques (Fig 12).

Dans la zone subtidale le groupe de polychètes est relativement important. Il contribue pour 64,1% à la biomasse moyenne ; les mollusques assurent 18,2 % et les crustacés 10,3%.

Toutes ces biomasses montrent de grands écarts types, à cause de la forte variabilité des biomasses au sein des replicats. Une ANOVA effectuée sur les données transformées (\log_{10}) révèle cependant une différence significative ($p=0,01$) entre les stations mais le test *a posteriori* de Newman-Keuls ne permet pas de tirer des conclusions sur son origine. Il montre seulement une différence significa-

tive entre les stations SM1-150 et N30, ce qui ne permet pas une interprétation au niveau de l'ensemble des stations.

Mégafaune

La biomasse moyenne de la mégafaune mesurée sur l'ensemble des stations subtidales est de $2,4 \pm 0,9 \text{ g/m}^2$ (Tableau 6). Elle varie de 0 à $3,0 \pm 5,5 \text{ g/m}^2$ (aux stations N04 et N40 respectivement), l'écart type étant basé sur une moyenne de la biomasse mesurée sur 10 replicats de 10 m^2 .

Macroflore

La biomasse moyenne sur l'ensemble des stations subtidales est de $3,7 \pm 6,5 \text{ g/m}^2$ (Tableau 6). Elle varie de 0 à $15,1 \pm 9,7 \text{ g/m}^2$. La macroflore, nécessitant un comptage sur le terrain, n'a pas été étudiée dans la zone intertidale durant les campagnes de novembre et février, qui se sont déroulées de nuit (marées basses nocturnes). Les données disponibles datent donc de juin et de septembre 1997. Pour la station SM1-65 la biomasse est de $23,8 \text{ g/m}^2$ en juin 1997 et de $15,9 \text{ g/m}^2$ en septembre 1997 ; pour la station SM1-100 elle est de $32,9$ et $13,5 \text{ g/m}^2$ pour ces mêmes mois. Les écart-types ne sont pas disponibles. A cause du ramassage régulier des algues dans le cadre du nettoyage de la baie Ste Marie, les biomasses sont sous-estimées.

Microflore

La biomasse moyenne de la chlorophylle *a* dans le premier cm de sédiment est de $28,3 \pm 13,4 \text{ mg/m}^2$ sur l'ensemble des stations subtidales. Elle varie de $13,9 \pm 2,8$ à $45,5 \pm 23,2 \text{ mg/m}^2$. La biomasse des phéopigments pour les mêmes stations est en moyenne de $92,3 \text{ mg/m}^2$, variant de $51,4 \pm 23,1$ à $154,6 \pm 25,0 \text{ mg/m}^2$.

Tableau 6. Biomasses moyennes (g MSCC/m^2) par station pour la macrofaune, la mégafaune et la macroflore. Les biomasses de la macroflore sont celles de septembre 1997 pour les stations SM1-65 et SM1-100 (voir Annexe F). M = moyenne, e.t. = écart type. *Mean biomasses (g AFDW/m^2) per station for macrofauna, megafauna and macroflora. Macroflora biomasses of stations SM1-65 and SM1-100 are those of September (see Appendix F). M = mean, e.t. = standard deviation.*

Station	macrofaune (g/m^2)		mégafaune (g/m^2)		macroflore (g/m^2)		total (g/m^2)	
	M	e.t.	M	e.t.	M	e.t.	M	e.t.
SM1-65	11.26	9.60	-	-	15.85	-	27.11	-
SM1-100	10.06	2.11	-	-	13.50	-	23.56	-
SM1-150	16.16	12.36	-	-	-	-	16.16*	-
M intertidale	12.49	3.23						
N04	1.27	1.07	0.00	-	0.01	0.01	1.28	
N20	0.92	0.80	1.16	2.47	0.00	-	2.08	
SM5	2.60	1.22	2.99	3.09	15.08	9.71	20.67	
N30	0.94	0.77	2.29	4.99	0.00	0.01	3.23	
N40	4.43	0.94	3.03	5.48	3.16	3.43	10.62	
M subtidale	2.03	1.51	1.89	1.30	3.65	6.53	7.57	8.21
M baie	5.96	4.43						

* = total sans macroflore / total without macroflore

f. Densité et biomasse des polychètes

Les densités et les biomasses des polychètes ont été étudiées plus en détail, puisque dans la baie de Ste Marie ce groupe joue un rôle important comme cela a déjà été montré précédemment. Les contributions des différentes familles à la densité et à la biomasse sont présentées sur la figure 13 ; elles sont exprimées en %. Les stations sont présentées selon les regroupements suggérés par les analyses multivariées (Fig. 13). Pour les stations échantillonnées au mois de février (SM7-100 et SM1b-100),

les biomasses des polychètes ont été estimées à partir des poids moyens individuels et des poids de Matière Fraîche.

La famille des Eunicidae contribue pour 42,0% à la densité et pour 61,3% à la biomasse à la station SM1. A la station SM7 on observe une légère dominance de la famille des Cirratulidae termes de densité (24,4%) et une forte biomasse pour la famille des Eunicidae (68,8%). A la station N04 l'espèce 'Indet. 3' constitue la majeure partie de la densité (77,6%); la biomasse est cependant dominée par les familles des Spionidae (40,0%) et des Eunicidae (24,9%). Aux autres stations subtidales les Eunicidae dominent en termes de biomasse (47,6%).

g. Structure trophique

Les groupes trophiques ont été déterminés à l'aide des travaux de Fauchald & Jumars (1979) et de Frouin (1996). Ce dernier distingue 6 catégories dans sa liste des groupes trophiques des organismes benthiques du lagon de Tahiti. Quelques exemples sont présentés pour chacune :

1. carnivore (CAR) : les carnivores, omnivores et nécrophages, comme les polychètes Nereidae, Glyceridae et Eunicidae.
2. herbivore (HER) : les crabes Majidae
3. suspensivore (FIL) (ou filtreur) : les phoronidiens, les polychètes des familles Sabellidae, Ampharetidae, Terebellidae et les bivalves du genre *Gafrarium*.
4. déposivore non sélectif (NSDF) : les polychètes Capitellidae ou Ophellidae et les holothuries.
5. déposivore sélectif (SDF) : les polychètes Cirratulidae, Spionidae et les bivalves Tellinidae.
6. indéterminé (INDET) : les individus dont le régime trophique n'est pas connu.

Dans la zone intertidale les suspensivores sont les plus importants ; ils représentent 66,5 à 93,7% de la biomasse (Fig. 14 ; Appendix E). De nouveau, cette forte biomasse est due aux bivalves de l'espèce *Gafrarium menkei*. Les suspensivores sélectifs, surtout représentés par le polychète *Aonides sp.* de la famille des Spionidae et par les membres de la famille des Cirratulidae, constituent en moyenne 8,9% de la biomasse. Les carnivores forment le troisième groupe avec 3,6% de la biomasse moyenne.

Dans la zone subtidale les suspensivores sont en minorité. Ce sont surtout les carnivores (20,1 à 50,0%) et les déposivores sélectifs (10,8 à 67,6%) qui dominent. Ils sont représentés par les polychètes *Arabella iricolor*, *Nematonereis sp.* et 'Amphinomidae indet. 1' pour les premiers et par le bivalve *Tellina crucigera*, le polychète *Aonides sp.* et le crabe *Arcania sp.* pour les derniers.

h. Diversité de la macrofaune

Une ANOVA a montré une différence significative ($p=0,00$) entre les nombres moyens d'espèces des stations. Un test de Newman-Keuls a permis de distinguer 4 groupes de stations, différenciant significativement. Le 4^{ème} groupe pourrait être décomposé en deux groupes ; les résultats du test ne permettent pas une conclusion plus précise. Ces groupes, classés par nombre d'espèces croissantes, sont les suivants :

<u>N20</u>	<u>N30</u>	<u>SM1-65</u>	<u>N04</u>	<u>SM1-100</u>	<u>SM1-150</u>	<u>SM5</u>	<u>SM1-100</u>	<u>N40</u>	<u>SM7-100</u>
1				2			3		4

L'indice de diversité de Shannon-Wiener (H') est supérieur à 3,0 bits, sauf pour les stations N04 et SM1b-100, où il est égal à 2,8 et 1,9 respectivement (Tab. 7). Les valeurs de H' les plus élevées ont été rencontrées aux stations N40 (5,5 bits) et SM7-100 (5,4 bits). Une corrélation a été effectuée entre les valeurs de H' et la distance à l'égout. Le résultat est présenté dans la figure 16.

L'indice d'équitabilité (J') varie de 0,3 à 0,9. La station la moins diversifiée est SM1b-100 au fond de la baie.

L'analyse de raréfaction a permis une estimation du nombre d'espèces attendu en fonction du nombre d'individus pour chaque station (Fig.15). Des pentes plus fortes indiquent des communautés plus diversifiées. Pour $N=100$ individus, le nombre d'espèces varie de 10,9 à 42,1. (Tab. 7) La station la plus diversifiée semble être N40 (43.9 espèces), suivie par SM7-100 (42,1), SM5 (37,7), N30 (24,4), SM1-150 (18,2), SM1-65 (17,2), N04 (16,5), N20 (16,0), SM1-100 (13,9) et SM1b-100 (10,9).

La dernière méthode utilisée pour estimer la biodiversité dans la baie de Ste Marie est celle des diagrammes rangs-fréquences. En observant les diagrammes (Fig. 17) on constate que les courbes présentent en général une tendance linéaire, à cause des faibles densités (plusieurs espèces ont le même rang).

Les courbes des stations SM1-100, SM1-150, SM1b-100 et N04 montrent la prédominance d'un petit nombre d'espèces, alors que les courbes des stations N40 et SM7 montrent un coexistence d'un grande nombre d'espèces.

Tableau 7. Nombre total d'espèces (N), densité moyenne (D : ind/m²), nombre d'espèces attendues pour 100 individus (E(S₁₀₀)), indice de diversité de Shannon (H', Hmax) et équitabilité (J') pour toutes les stations. Total number of species (N), mean densities (D : ind/m²), expected number of species for 100 individuals (E(S₁₀₀)), Shannon's diversity index (H', Hmax) and evenness (J') for all stations.

Station	N	D	E(S ₁₀₀)	H'	Hmax	J'
SM1-65	25	197	17.2	3.566	4.644	0.768
SM1-100	28	874	13.9	3.069	4.807	0.638
SM1-150	34	465	18.2	3.330	5.087	0.655
SM1b-100	46	2761	10.9	1.890	5.524	0.342
SM7-100	86	1010	42.1	5.448	6.426	0.848
N04	28	600	16.5	2.770	4.807	0.576
N20	15	110	16.0	3.422	3.907	0.876
SM5	49	413	37.7	4.746	5.615	0.845
N30	25	180	24.4	4.149	4.644	0.893
N40	77	697	43.9	5.481	6.267	0.875

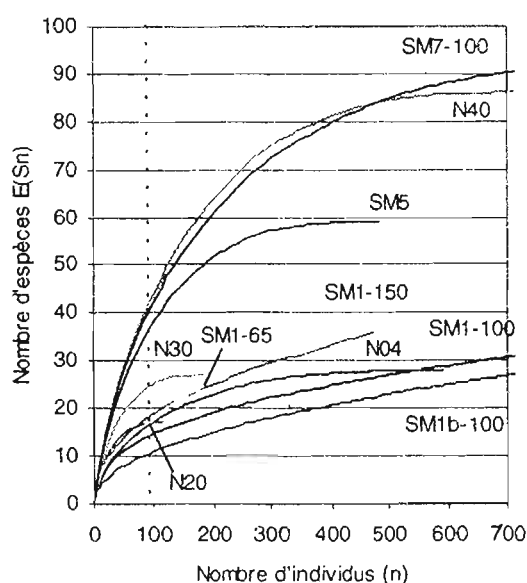


Figure 15. Comparaison de la diversité des stations à l'aide de courbes de raréfaction, représentant le nombre d'espèces attendues en fonction du nombre d'individus. Comparison of diversity of stations by rarefaction curves. Curves represent the expected number of species as a function of the number of individuals.

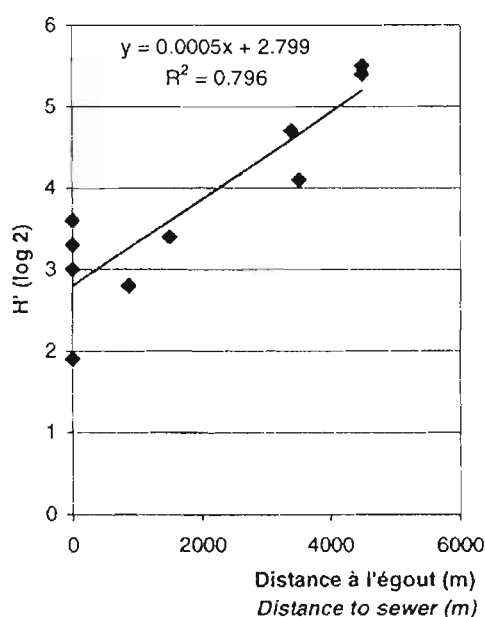


Figure 16. Diversité H' en fonction de la distance des stations à l'égout. Diversity H' as a function of the distance of the stations to the sewer.

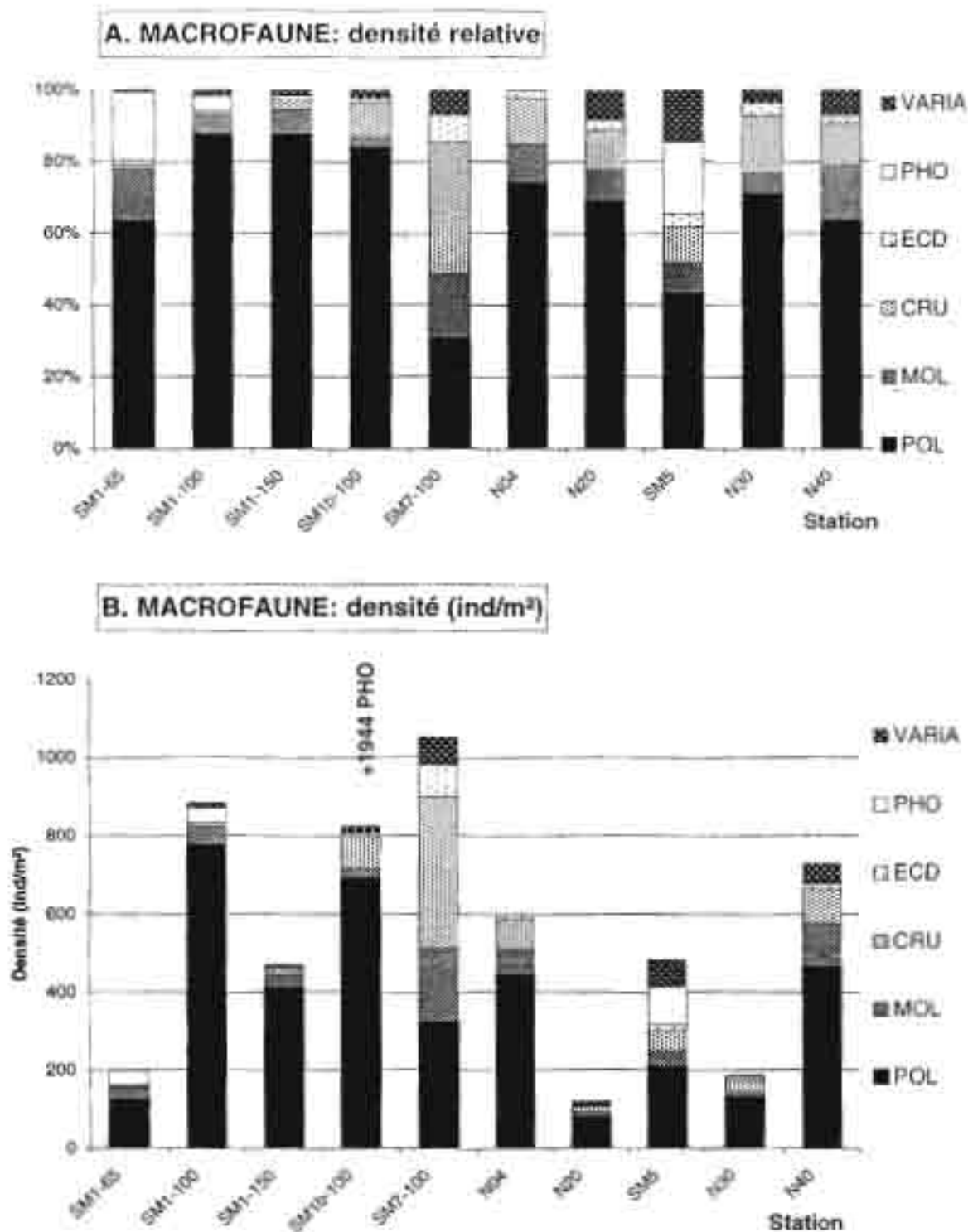


Figure 10. Densités des groupes taxonomiques de la macrofaune **A)** Densités relatives, moyennes. **B)** Densités moyennes (ind/m²). Pour une meilleure clarté, la densité des phoronidiens de station SM1b-100 (1944 ind/m²) a été omise. POL = polychètes, MOL = mollusques, CRU = crustacés, ECD = échinodermes, PHO = phoronidiens, VARIA = autres taxons. *Densities of the taxonomic groups of the macrofauna. A) Relative densities, means B) Mean densities (ind/m²). For clarity, the density of the phoronida of station SM1b-100 (1944 ind/m²) has been omitted. POL = polychaetes, MOL = molluscs, CRU = crustaceans, ECD = echinoderms, PHO = phoronids, VARIA = other taxa.*

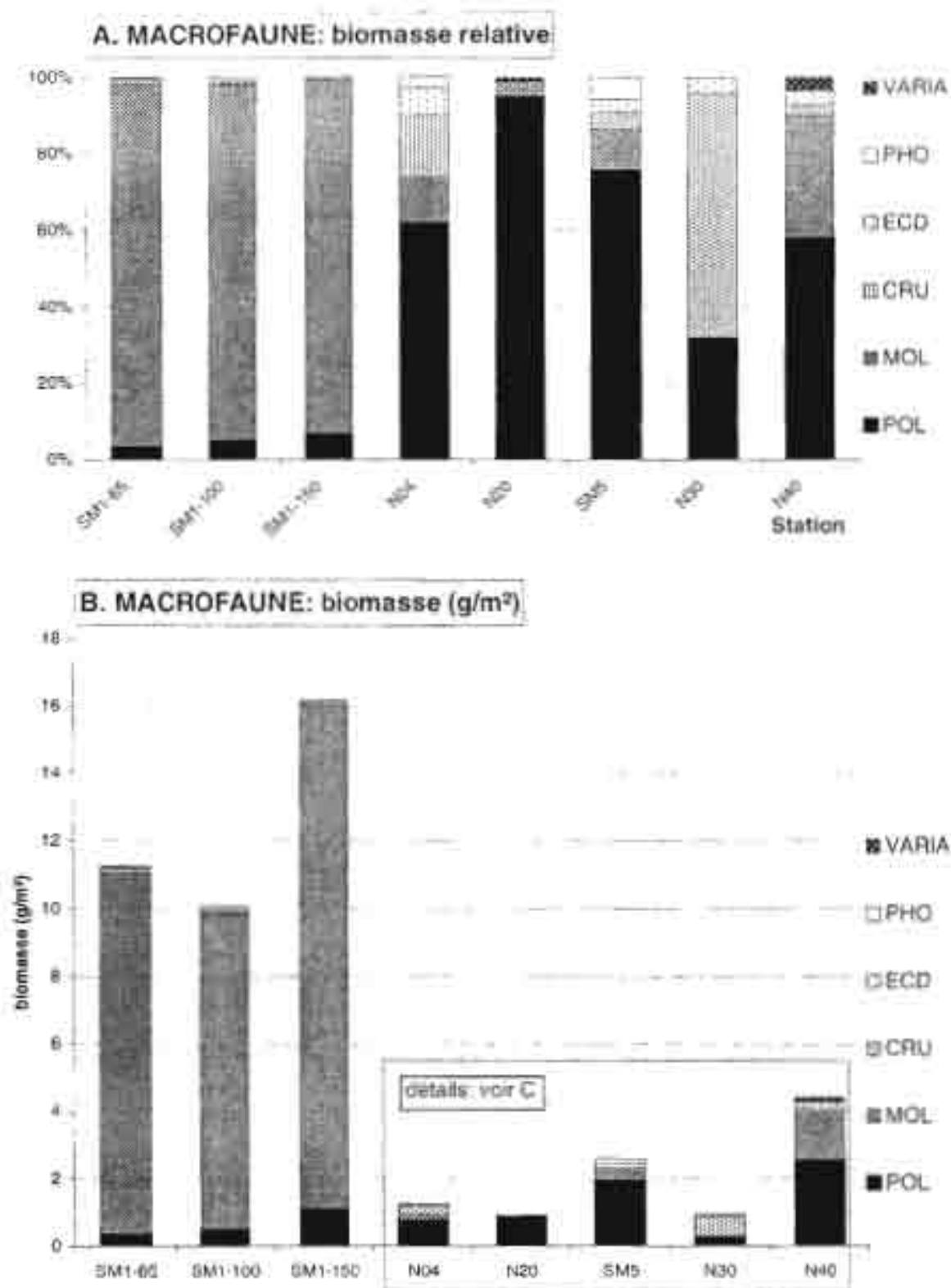


Figure 12. Biomasses (g MSCC/m²) des groupes taxonomiques de la macrofaune **A)** Biomasses relatives, moyennes. **B)** Biomasses moyennes. **C)** Biomasses des stations subtidales. POL = polychètes, MOL = mollusques, CRU = crustacés, ECD = échinodermes, PHO = phoronidiens, VARIA = autres taxons. Biomasses (g AFDW/m²) of the taxonomic groups of the macrofauna **A)** Relative biomasses, means **B)** mean biomasses. **C)** Biomasses of the subtidal stations. POL = polychaetes, MOL = molluscs, CRU = crustaceans, ECD = echinoderms, PHO = phoronids, VARIA = other taxa.

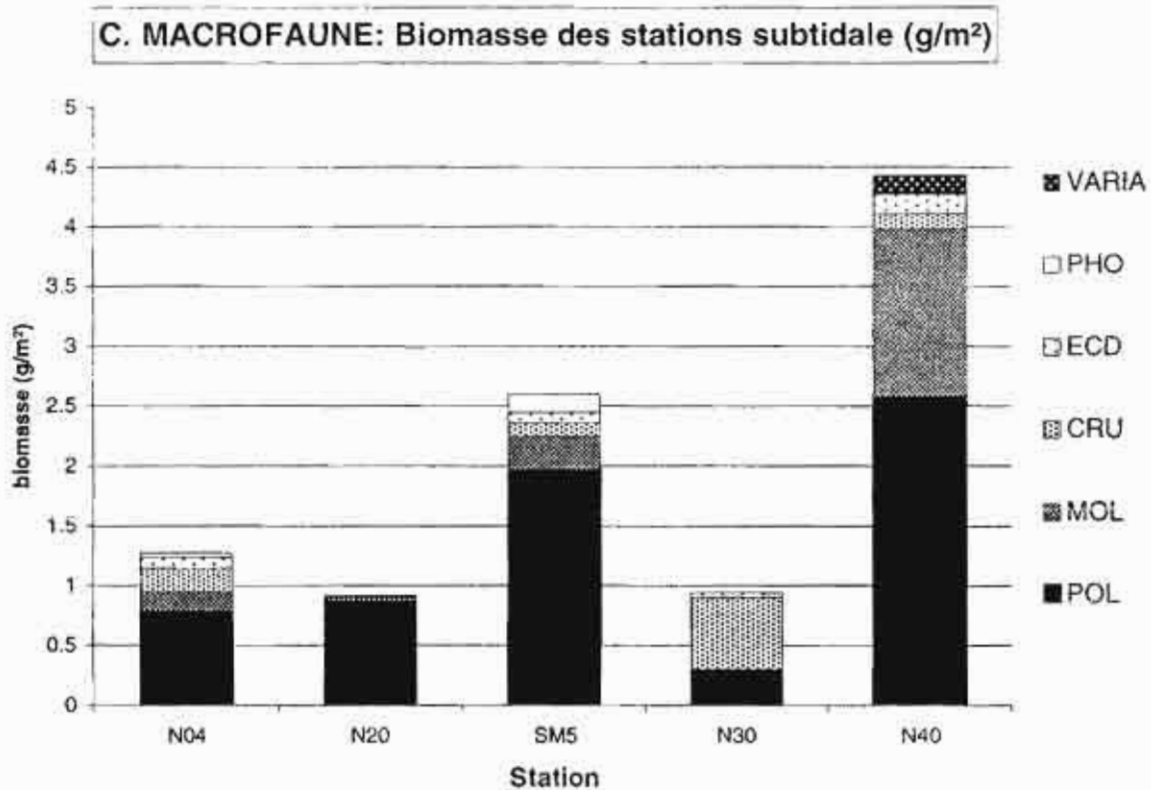


Figure 12. Biomasses (g MSCC/m²) des groupes taxonomiques de la macrofaune **A)** Biomasses relatives, moyennes. **B)** Biomasses moyennes. **C)** Biomasses des stations subtidales. POL = polychètes, MOL = mollusques, CRU = crustacés, ECD = échinodermes, PHO = phoronidiens, VARIA = autres taxons. *Biomasses (g AFDW/m²) of the taxonomic groups of the macrofauna. A) Relative biomasses, means. B) mean biomasses. C) Biomasses of the subtidal stations. POL = polychaetes, MOL = molluscs, CRU = crustaceans, ECD = echinoderms, PHO = phoronids, VARIA = other taxa.*

POLYCHETES: Densités et biomasses relatives des familles

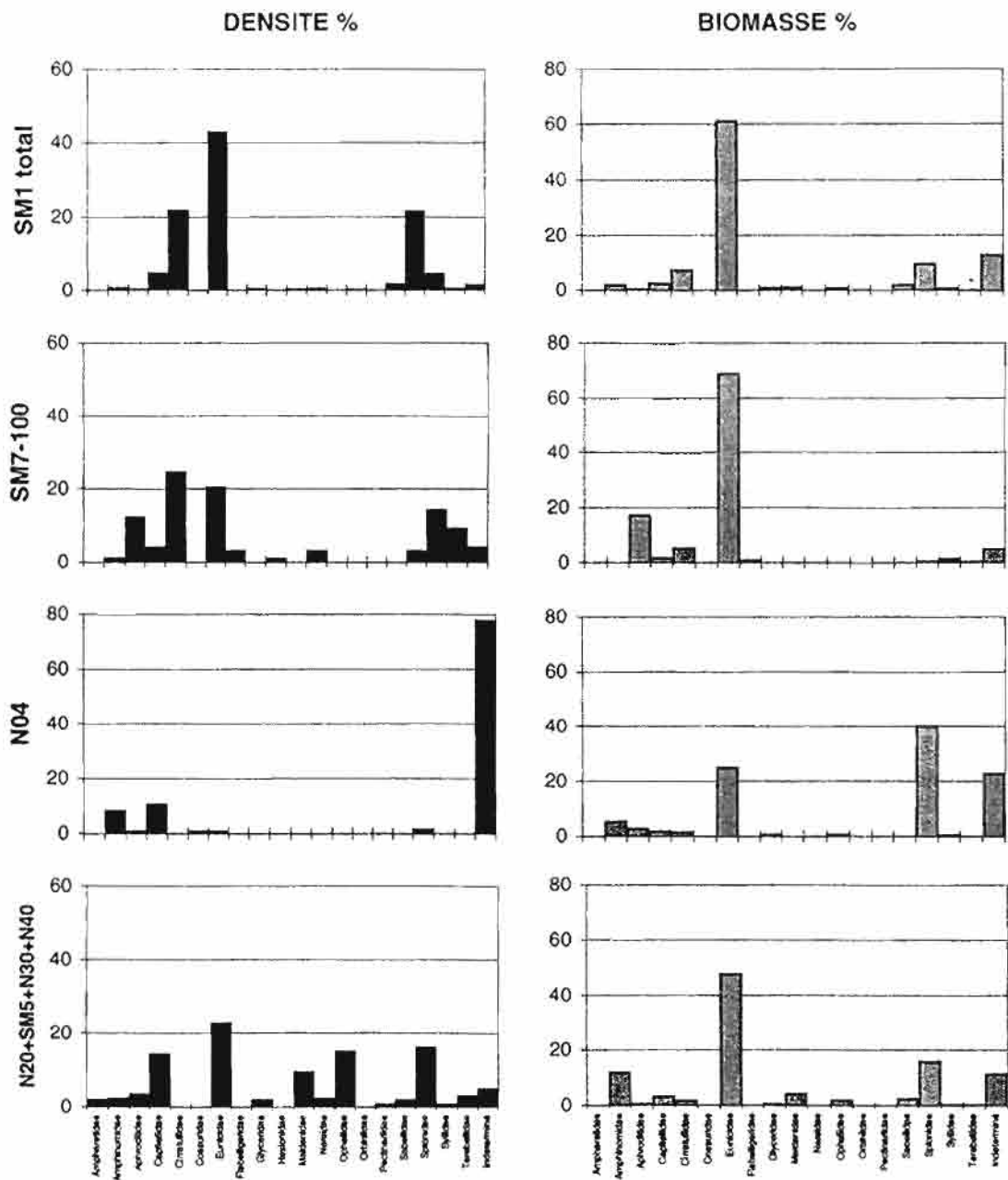


Figure 13. Contribution des familles à la densité et à la biomasse totale des polychètes. Pourcentages par groupe de stations. Les densités et biomasses ont été cumulées pour chaque groupe. *Contribution of families to the overall density and biomass of the polychaetes. Percentages per group of stations. Densities and biomasses have been accumulated for each groupe.*

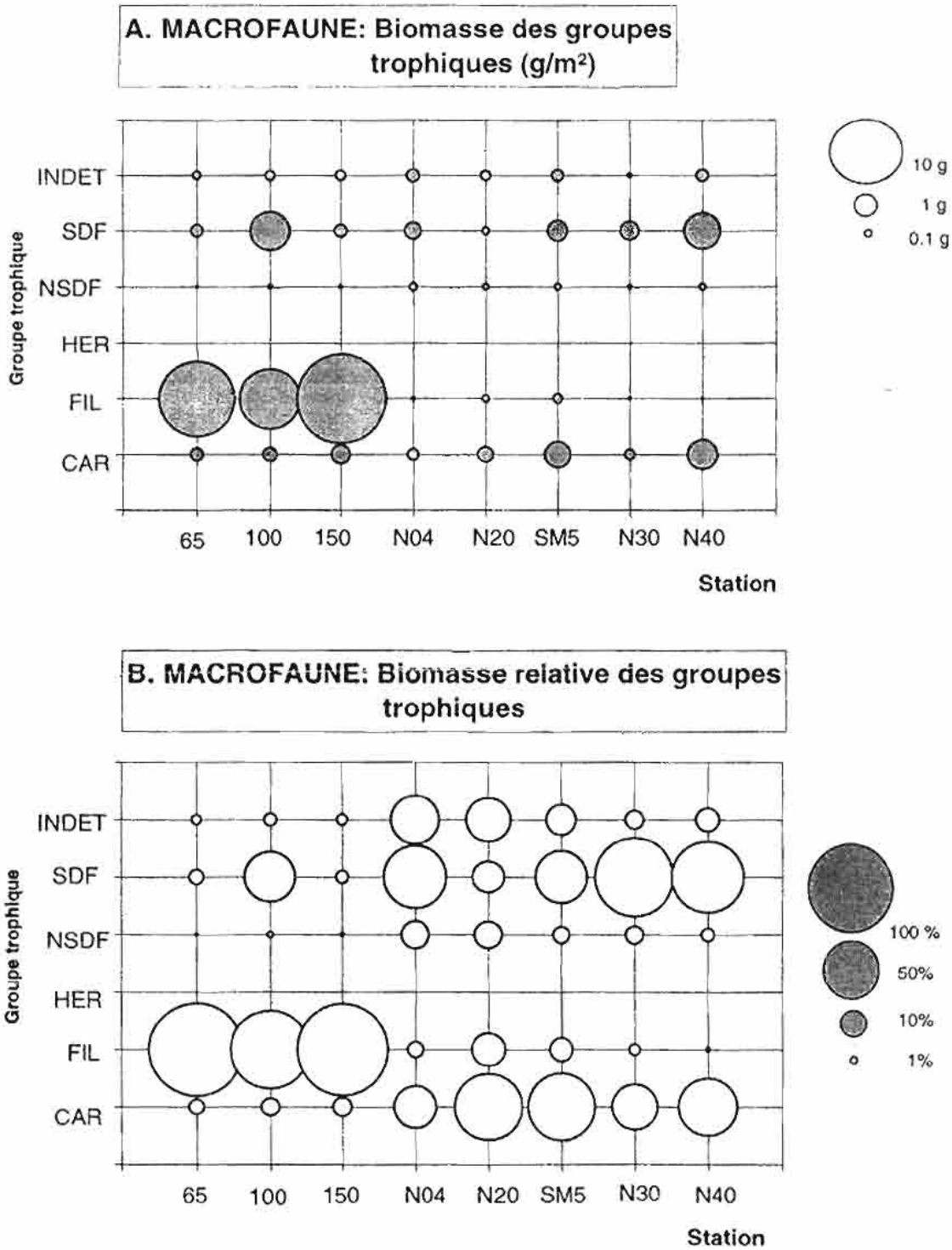


Figure 14. A) Biomasse moyenne par groupe trophique pour chaque station. **B)** Biomasse relative des groupes trophiques. CAR=carnivores. FIL=suspensivores. HER=herbivores. NSDF=dépositivores non-sélectifs. SDF=dépositivores sélectifs. INDET=indéterminé.
A) Mean biomass per trophic group for each station. **B)** Relative biomass of the trophic groups. CAR=carnivores. FIL=filterfeeders. HER=herbivores. NSDF=non-selective deposit feeders. SDF=selective depositfeeders. INDET=undetermined.

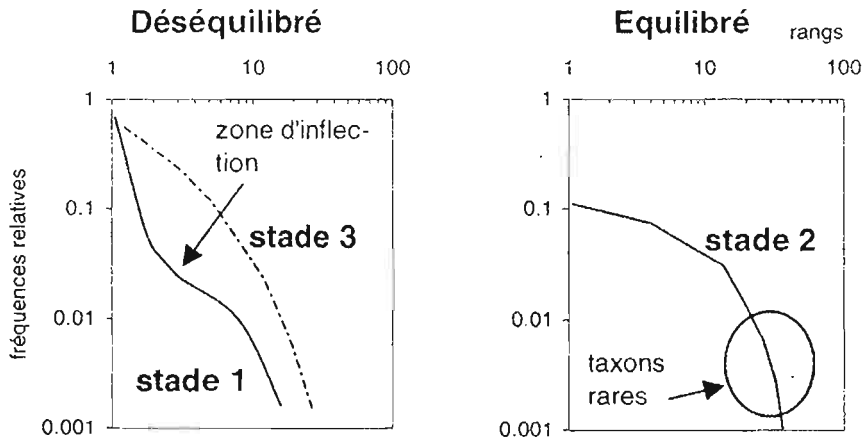


Figure 16. Schéma des différents stades d'une succession (d'après Frontier, 1976). Stades déséquilibrés (terminologie d'après Hily, 1984): stade 1 (début d'une succession) et stade 3 ('veillesment' de l'écosystème). Stade équilibré: stade 2 (maturité du système).
Scheme of different stages of succession (after Frontier, 1976). Unbalanced stages of an ecosystem (terminology after Hily, 1984): stage 1 (beginning of a succession) and 3 ('aging' of an ecosystem). Balanced stage: stage 2 (maturity of the system).

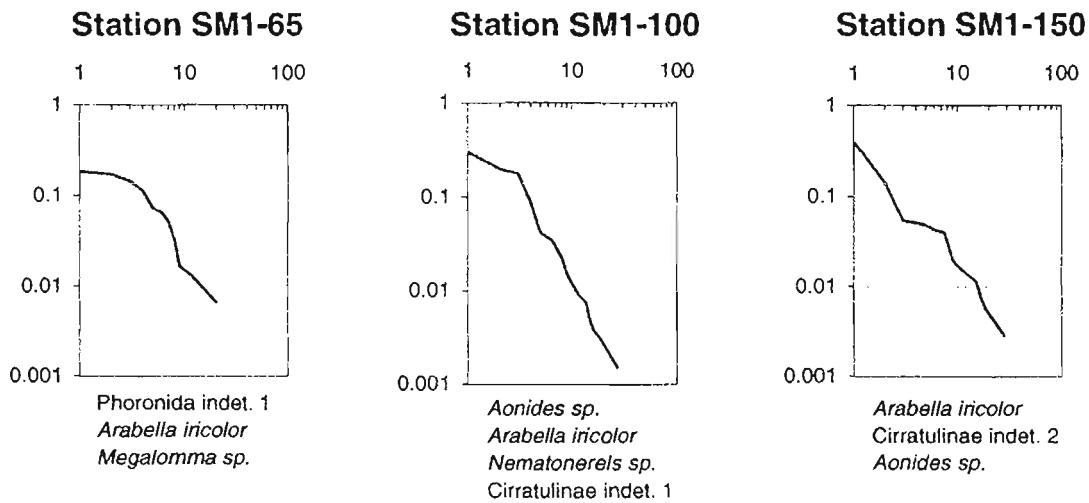


Figure 17. Diagrammes rangs-fréquences par station. En abscisse: rangs des taxa. En ordonnée: fréquences relatives des densités. Axes en échelles logarithmiques. Les taxa les plus fréquents sont cités.
Rank-frequency diagrams per station. On the x-axis: rank of the taxa. Y-axis: relative frequencies of the densities. Axis are on logarithmic scale. The most frequently encountered taxa are cited.

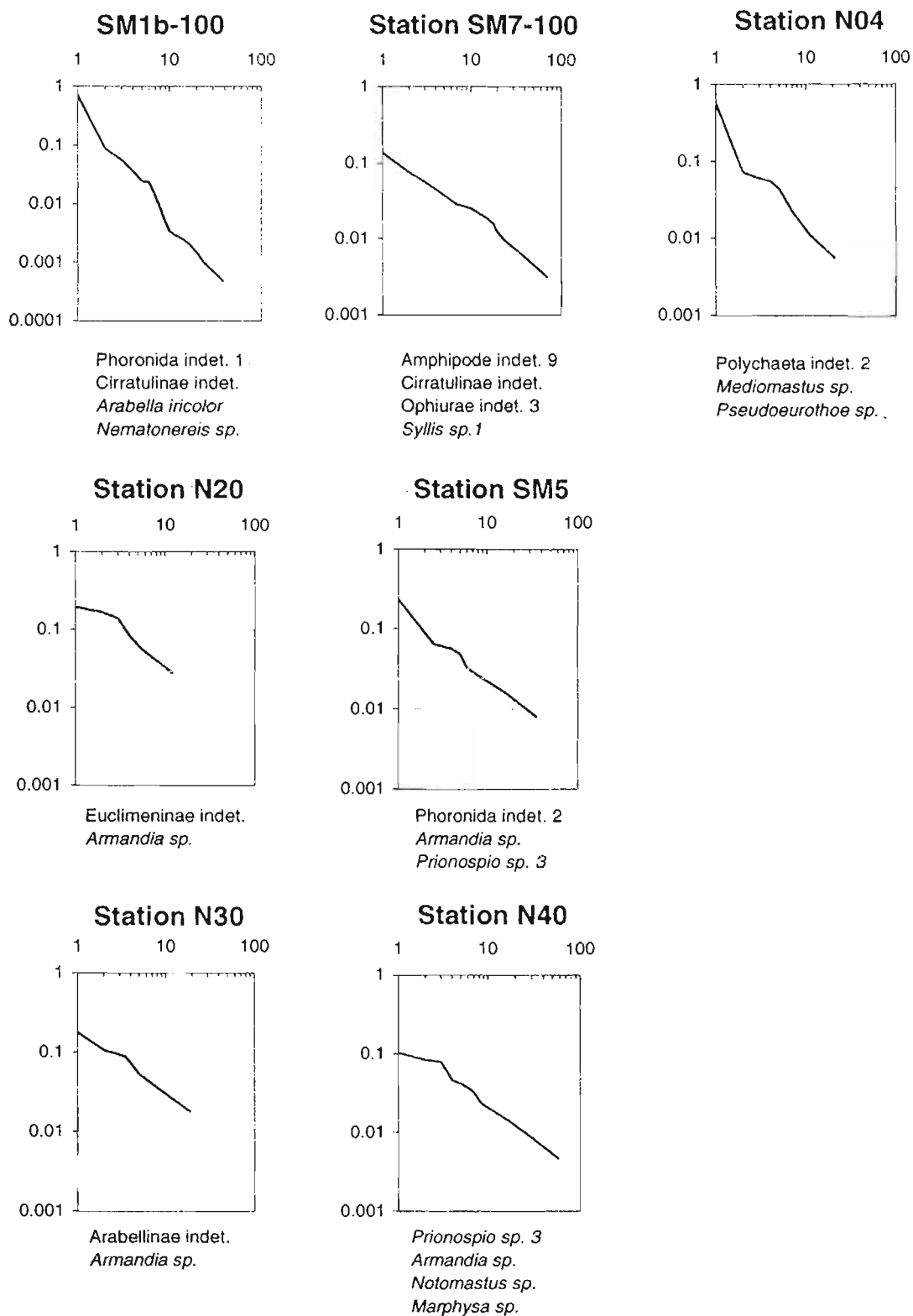


Figure 17. Diagrammes rangs-fréquences par station. En abscisse: rangs des taxons. En ordonnée: fréquences relatives des densités. Axes en échelles logarithmiques. Les taxons les plus fréquents sont cités.

Rank-frequency diagrammes per station. On the x-axis: rank of the taxa. Y-axis: relative frequencies of the densities. Axis are on logarithmic scale. The most frequently encountered taxa are cited.

4. Discussion

La baie de Ste Marie dispose d'une riche macrofaune. Les polychètes y dominent, mais les bivalves et crustacés y sont aussi très communs. Pour une surface totale relativement faible de 4,8 m², 266 espèces ont été identifiées. Il est fort probable que le nombre d'espèces serait plus élevé si la surface échantillonnée était plus grande, ce qui est toujours observé lors des études de biodiversité (Rosenzweig, 1995). La richesse taxonomique varie non seulement en fonction de la surface échantillonnée, mais aussi en fonction de la maille du tamis utilisé (Frouin, 1996). Selon Coleman *et al.* (1997) le passage d'une petite maille à une grande maille provoque une diminution du nombre d'individus plutôt que du nombre d'espèces. James *et al.* (1995) ont trouvé 14053 individus pour une maille de 0,5 mm contre 7588 individus pour une maille de 1,0 mm, tandis que le nombre d'espèces pour ces mêmes mailles a seulement diminué de 413 à 366. Nous pouvons donc comparer la richesse spécifique de la baie de Ste Marie avec les valeurs trouvées dans la littérature pour le Pacifique sud-ouest. Bien que les surfaces échantillonnées varient, les richesses spécifiques observées dans différentes régions du Pacifique restent du même ordre de grandeur (Tab. 8).

Tableau 8. Richesse spécifique *Species richness*

Source	Endroit / Study site	Prof(m) / Depth (m)	Surface (m ²)	Tamis (mm) / mesh size (mm)	N-esp / N spec	N-ind
Chardy <i>et al.</i> (1988b)	Lagon sud-ouest, Nlle-Calédonie	<40	35	2	311	?
Clavier & Garrigue (1990)	Chesterfield	?	53.5	2	290	?
Garrigue <i>et al.</i> (sous presse)	Uvea, Nlle-Calédonie	<40	62	2	319	3699
Newell & Clavier (1997)	Fidji	17 - 43	25	2	207	1596
Newell <i>et al.</i> (1997)	Kiribati (Tarawa)	0 - 2	3	2	105	?
Frouin (1996)	Tahiti	0.5 - 21	22	0.5 ; 2	392	>20000
Bablet <i>et al.</i> (1995)	Mururoa	<9	?	1	55	?
Coleman <i>et al.</i> (1997)	Australie sud-est	10 - 50	10.4	0.5	619	18509
Bos (1998)	Baie Ste Marie, Nlle-Calédonie	0-22	4.8	1	266	4158

Chardy *et al.* (1988b) ont identifié 311 espèces dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. La richesse spécifique observée sur 62 m² du lagon d'Ouvea est de 319 espèces (Garrigue *et al.*, sous presse) et celle du lagon des îles Chesterfield, situé 400 km du nord-ouest de la Nouvelle-Calédonie, est de 290 espèces sur 54 m² (Clavier & Garrigue, 1990). Vers l'est du Pacifique, la richesse spécifique de la macrofaune semble diminuer : à Fidji, 207 espèces ont été identifiées pour 25 m² (Newell & Clavier, 1997), et à Tarawa (Kiribati) 105 ont été trouvées pour 3 m² (Newell *et al.*, 1997). Encore plus à l'est, en Polynésie Française, 55 espèces ont été recensées pour l'atoll de Mururoa (Bablet *et al.*, 1995) et 80 pour celui de Tikehau (Charpy & Charpy-Roubaud, 1994) (surfaces inconnues). Pourtant Frouin (1996) a trouvé 392 espèces sur une surface de 22 m² pour les communautés benthiques du lagon de Tahiti.

Compte tenu de la petite surface échantillonnée, la richesse spécifique de la baie de Ste Marie est élevée comparée aux valeurs disponibles pour le Pacifique. Par contre, elle est faible comparée à celles obtenues par Coleman *et al.* (1997) dans des sédiments de la côte sud-ouest d'Australie (803 espèces sur 10,4 m²), cette zone tempérée étant considérée comme extrêmement riche.

La distribution spatiale des espèces en fonction de leur densité a été étudiée à l'aide d'une analyse multivariée. L'Analyse des Correspondances a permis de distinguer 4 groupes de stations. Les variables 'distance à l'égout' et 'profondeur' présentent de fortes corrélations avec les axes 1 et 2, indiquant une relation entre ces variables et le groupement des replicats. Il est cependant difficile d'aller plus loin dans l'interprétation des résultats compte tenu que seulement 26,4% de la variance est expliquée par les deux premiers axes et que ceux-ci représentent probablement un ensemble de

variables environnementales plutôt qu'une seule variable. On peut cependant conclure qu'il existe deux peuplements, l'un associé à la zone intertidale et l'autre à la zone subtidale. La différence de substrat ou la capacité d'adaptation des espèces au stress lié à la marée pourraient expliquer cette distribution.

Par le biais d'analyses chimiques de l'eau de surface, nous avons pu montrer une influence anthropique dans la baie de Ste Marie, notamment à la station N04. Bell (1992) a proposé des seuils limites pour l'eutrophisation des récifs à partir des mesures des taux de croissance du corail sous l'influence de pollution. D'après cet auteur des concentrations moyennes annuelles de 0,4 $\mu\text{g/l}$ de chlorophylle *a*, de 0,06 à 0,08 μM de PO_4 , et de 1 μM de NID (azote inorganique dissous: $\text{NH}_4+\text{NO}_3+\text{NO}_2$) provoquent des perturbations des taux de croissance. En comparant ces valeurs à celles relevées à la station N04, respectivement 0,5, 0,3 et 0,8 (moyenne pour un trimestre), on peut considérer cette station comme eutrophisée. Dans une étude plus approfondie sur la chimie de l'eau portant sur plusieurs stations réparties dans le lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, Poleviak (1998) confirme cet état pollué de la station N04. Les concentrations en chlorophylle, en PO_4 et en NID y sont déjà élevées ; il donc plus que probable qu'elles seraient encore plus fortes à la station SM1 située à proximité de l'émissaire.

Comme le montre une modélisation tridimensionnelle des courants du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie, réalisée par P. Douillet (ORSTOM), l'hydrodynamisme du fond de la baie Sainte Marie est relativement faible (Fig. 17). Une simulation des courants de surface et de fond sous influence d'un alizé bien établi (10 m/s) venant de l'est, suggère une circulation de la masse d'eau à l'intérieur dans la baie, plutôt qu'un échange avec l'extérieur. D'après cette simulation les rejets de l'égout ne seraient pas facilement dilués par le courant longeant la presqu'île de Nouméa. Ce faible hydrodynamisme favorisera le dépôt des particules organiques chargées de substances nutritives au

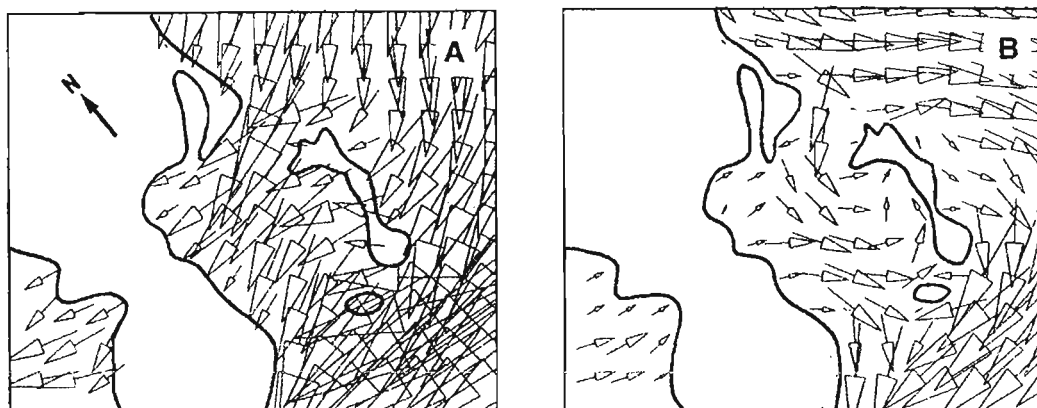


Figure 17. Simulation des courants dans la baie de Ste Marie sous influence d'un alizé de 10 m/s venant de l'est. A) Courants de l'eau de surface. B) Courants de l'eau du fond. *Simulation of currents in St Mary Bay under influence of an eastern trade wind of 10m/s. A) Surface currents. B) Bottom currents.*

fond de la baie plutôt qu'à la sortie. S'il y a une influence anthropique sur les peuplements benthiques, on devrait l'observer clairement aux stations SM1 et N04.

Cette hypothèse est confirmée par les fortes biomasses végétales observées dans cette zone. Elles sont dues au développement d'algues du genre *Ulva*, responsable du phénomène de marée verte. De plus, cette biomasse est sous-estimée car les ulves flottantes n'ont pas été prises en compte. De même les quantités d'algues ramassées régulièrement dans le cadre du nettoyage de la baie Ste Marie n'ont pas été évaluées. L'analyse des chloropigments permet de constater qu'une grande quantité de phéopigments s'accumule dans les sédiments de la station N04. Elle peut être causée par la dégradation des ulves mais également par l'accumulation de cellules mortes de phytoplancton présent en abondance dans la colonne d'eau (Garrigue, comm. pers.). La biomasse animale de la zone intertidale

(12,5 g/m²) est dominée par celle des bivalves (11,6 g/m²), en particulier par l'espèce *Gafrarium menkei*. Cette dernière valeur est comparable à celle de Baron *et al.* (1993), qui ont mesuré une biomasse de 12,3 g/m² pour les deux espèces de bivalves dominant (*Gafrarium tumidum* et *Anadara scapha*) le peuplement de la baie de St. Vincent, au nord-ouest de Nouméa. Néanmoins, nos valeurs sont faibles comparées à celle de 29,4 g/m², calculée pour la biomasse animale dans la zone intertidale de la Mer de Wadden (Pays-Bas) (Beukema, 1991). L'espèce *Gafrarium menkei* n'est cependant pas spécialement liée à une influence de la pollution, car ce bivalve est généralement rencontré en zone intertidale.

L'effet de la pollution sur la macrofaune a fait l'objet de nombreuses études (Olsgard *et al.*, 1997 ; Zmarzly *et al.*, 1994 ; Beukema, 1991). Dans son analyse de l'impact de l'eutrophisation sur la composition de la macrofaune d'une zone intertidale tempérée (Pays-Bas), Beukema (1991) a montré, sur une période de 20 ans, que la proportion des polychètes augmentait au dépend de celles des mollusques et des crustacés. Une perturbation du milieu peut donc se traduire directement par une variation des proportions relatives des espèces abondantes (Dye, 1998). Dans la baie de Sainte Marie l'importance des polychètes est considérable. Dans la zone subtidale ce groupe contribue en moyenne pour 63% à la densité et pour 64% à la biomasse de la macrofaune, et dans la zone intertidale pour 84,8% et 5,5% respectivement. Une analyse plus approfondie de ce groupe semble donc justifiée. Selon Newell *et al.* (1997) l'abondance des espèces de la famille des Capitellidae constituent un indice de pollution ou d'enrichissement en matière organique dans de nombreux habitats tempérés. Dans le milieu tropical elles sont également utilisées comme 'éco-indicateurs' des perturbations des écosystèmes (Frouin, 1996). Une espèce de cette famille souvent rencontrée en zone polluée est '*Capitella capitata*'. Weston (1990) signale une prédominance de cette espèce à proximité d'une station d'aquaculture de saumons à Puget Sound (Washington, USA) ; elle y atteint des densités de plus de 8000 ind/m². Au Japon, en zones intertidales très polluées, des densités de plus de 80 000 ind/m² ont été notées par Tsutsumi (1990). En Europe, *Capitella capitata* a également été rencontré dans des environnements moins pollués (Diaz-Casteñada, 1988 ; Laborda *et al.*, 1991). Frouin (1996) ne trouve pas *Capitella capitata*, ni d'autres espèces de ce genre dans le lagon de Tahiti, mais il définit le polychète *Dasybranchus* sp. 1 de la même famille comme indicateur de perturbations anthropiques. Dans la baie de Ste Marie les espèces du genre *Capitella* sont absentes et bien que la famille des Capitellidae soit représentée par 8 espèces, son importance reste faible en termes de densité et de biomasse. Au sein de cette famille indicatrice, ce sont essentiellement des espèces de petites tailles, *Mediomastus californiensis* et '*Mediomastus* sp.' qui ont été récoltées aux stations N04 et SM1. On a également observé que l'espèce '*Notomastus* sp.' est beaucoup plus petite en zone intertidale qu'en zone subtidale. Cette domination des espèces de petites tailles est confirmée par la valeur de la biomasse moyenne individuelle, qui est de 0,78 mg/ind dans la zone intertidale alors qu'elle est de 1,4 mg/ind dans la zone subtidale, toutes espèces confondues. Cette constatation est en accord avec la théorie de Pearson & Rosenberg (1978), qui prédit que les milieux riches en matière organique sont caractérisés par des espèces de petite taille. Dans la baie de Ste Marie, c'est la famille des Eunicidae qui domine en termes de biomasse et dans une moindre mesure en termes de densité. Dans la zone intertidale près de l'égout cette famille est surtout représentée par l'espèce '*Arabella iricolor*', tandis que dans la zone subtidale elle est représentée par '*Arabellinae* indet'. La présence d'Eunicidae dans l'ensemble des stations ne permet pas de les considérer comme indicateurs d'une quelconque influence anthropique.

Aucune augmentation de la densité de la macrofaune n'a été observée près de l'égout, contrairement aux prédictions de Pearson & Rosenberg (1978). Le test *a posteriori* de Newman-Keuls a permis de distinguer 4 groupes de stations, différant par leurs densités moyennes mais ces groupes ne présentent pas de relation avec la distance à l'égout. Il est donc difficile d'expliquer la signification de ce résultat.

Par contre, l'effet de la pollution sur la diversité des peuplements de la macrofaune semble être établi. En effet, nous avons constaté que la valeur de H' augmente lorsqu'on s'éloigne du fond de la baie. L'ensemble des indices de diversité indique que la zone intertidale et la station N04, sont peu diversifiées. A l'opposé, la diversité augmente vers la sortie de la baie et elle apparaît très forte dans les stations N40 et SM7, où les valeurs obtenues sont très élevées par rapport aux valeurs théoriques. En effet, selon Magurran (1988) H' varie normalement de 2,2 à 5,0 et dépasse rarement la valeur de

7,2. Les valeurs de H' relevées à la sortie de la baie indiquent que chaque taxon est faiblement représenté, mais que le nombre de ces taxons est élevé. Elles sont comparables à celles obtenues par Gout (1991) de 5,6 bits/ind. pour les fonds de sable gris à faible teneur en particules fines dans le lagon sud-ouest de la Nouvelle-Calédonie.

Une indication sur le degré de déséquilibre des peuplements peut être obtenue en utilisant l'indice d'équitabilité (Gout, 1991). Une échelle de J' a été proposée par Thomassin (1978) :

$J' > 0.9$	communauté atteignant la saturation
$J' \geq 0.8$	communauté en équilibre
$0.8 > J' > 0.7$	léger déséquilibre
$0.7 > J' > 0.5$	déséquilibre
$J' < 0.5$	déséquilibre complet, apparition de faciès

D'après cette classification, la station SM1b-100 est considérée comme en 'déséquilibre complet'. Les stations SM1-100, SM1-150 et N04 avec un indice d'équitabilité inférieur à 0,7, entrent dans la catégorie des communautés en 'déséquilibre'. Les autres stations sont des 'communautés en équilibre'. Les diagrammes rangs-fréquences mènent aux mêmes conclusions : les stations SM1-100, SM1-150, SM1b-100 et N04 sont 'déséquilibrées', ce qui est indiqué par la prédominance d'un petit nombre d'espèces. La courbe de la station N40 et dans une moindre mesure celle de la station SM7-100 s'approchent le plus du stade 2 ; (Fig. 16) ces communautés sont donc considérées comme 'équilibrées'. Comme on peut le voir sur le diagramme rang-fréquence, la composition en espèces à la station SM7-100, est dominée par l'amphipode 'indet. 9', mais un grand nombre d'autres espèces de crustacés y sont également présents alors qu'aux autres stations intertidales ce groupe est peu représenté. Cette abondance de crustacés à la station SM7-100 correspond aux observations de Chang *et al.* (1992) qui considèrent ce groupe comme indicateur d'habitats moins pollués.

La différence de diversité relevée pour la même station SM1-100 en novembre 1997 et en février 1998, est fort probablement un artefact. En effet les valeurs des indices sont influencées par la densité des phoronidiens : 37 ind /m² pour novembre et 1944 ind/m² en février. Cette différence statistiquement significative (t-test, $p = 0,01$) n'est pas liée à un effet saisonnier, mais à un artefact du tri. Du fait de la ressemblance des tubes du '*Phoronis sp. I*' avec du sable cette espèce n'a pas été remarquée au début de notre étude. Elle a été identifiée en février 1998 et au cours de la dernière campagne, en mai 1998, elle a de nouveau été observée en grande quantité. Les valeurs des indices de diversité relevées au mois de novembre pourraient donc être encore plus basses.

Gout (1991) a constaté que l'envasement du sédiment, entraînant une réduction de la taille moyenne des grains, induit une diminution de la diversité spécifique de l'endofaune. Par ailleurs les sédiments bien triés offrent moins de niches écologiques à la macrofaune à cause de l'homogénéité des espaces interstitiels (Coleman, 1997). Les valeurs des indices de la diversité dépendent donc également des types de fonds. Les stations précédemment décrites comme 'déséquilibrées' sont toutes caractérisées par des sédiments envasés. Pourtant une régression linéaire établie entre les variables pourcentage de vase et H' ne révèle pas de corrélation significative mais il est important de noter que seules les données granulométriques des stations subtidales sont disponibles.

Le type de substrat a cependant pu être déterminé de manière empirique pour toutes les stations. Il est de 4 types : de la vase ou du sable moyen pour les fonds meubles subtidaux, des débris de corail avec de la vase ou avec du sable pour les fonds durs intertidaux. D'après Chardy *et al.* (1988b) les stations N04, N20 et N30 (vase >15%) correspondent aux fonds envasés et les stations SM5 et N40 aux fonds de sable gris. Ces auteurs montrent que les trois types de fonds meubles rencontrés dans le lagon, fonds envasés, fonds de sable gris et fonds de sable blanc, sont caractérisés par des communautés benthiques différentes. A l'échelle de la baie, ces différentes communautés n'ont pas pu être différenciées, comme le montrent les analyses multivariées. En effet, dans cette étude, les stations de fonds vaseux et celles de sable gris forment un seul groupe.

Il est cependant intéressant d'analyser la répartition de la biomasse au sein des groupes zoologiques et des groupes trophiques dans la zone subtidale. Sur les fonds vaseux, la biomasse moyenne varie de 1,3 à 3,2 g/m² alors qu'elle atteint 10,6 g/m² (station N40) et 20,7 g/m² (station SM5) sur les

fonds du sable gris. Cette différence est statistiquement significative (t-test, $p=0,03$). Nos valeurs sont faibles comparées à celles mesurées par Chardy & Clavier (1988a) dans ces mêmes types de fonds, respectivement $12,9 \text{ g/m}^2$ et $35,7 \text{ g/m}^2$. Dans la zone subtidale la biomasse végétale contribue pour 49% à la biomasse totale. Les macrophytes ont donc une importance considérable, mais cette information doit être tempérée du fait que cette biomasse est essentiellement présente sur la station SM5 et en moindre mesure sur la station N40. Sur les fonds envasés elle représente moins de 1% de la biomasse totale. Ces dernières observations correspondent à celles de Chardy & Clavier (1988a), qui trouvent une faible biomasse végétale sur les fonds envasés (2% de la biomasse totale).

La distribution des groupes fonctionnels est également étroitement liée aux types de fonds. Dans leur hypothèse sur l'ammensalisme, Rhoads & Young (1970) supposent que la resuspension du sédiment produite par l'activité des déposivores inhibe les suspensivores, du fait du colmatage de leurs mécanismes de filtration. Les suspensivores seraient dominants sur les fonds sableux et les déposivores sur les fonds envasés. Une telle distribution des groupes trophiques n'a pas été observée dans la baie de Ste Marie. Ici la zone intertidale est caractérisée par une importante biomasse de suspensivores, tandis que la zone subtidale est caractérisée par des carnivores et des déposivores sélectifs, qui dominent aux stations SM5 et N40. Dans notre étude la mégafaune n'a pas entièrement été classée en groupes trophiques donc une comparaison avec les résultats de Chardy *et al.* (1988b) n'est pas possible. On constate cependant que dans la mégafaune le groupe des échinodermes, constitué de déposivores sélectifs et non-sélectifs, dominant aux stations N20, N30, SM5 et N40 avec des poids supérieurs à ceux des carnivores et des déposivores de la macrofaune. Cela signifie que les déposivores représentent le groupe le plus important en biomasse dans la zone subtidale, sur les fonds envasés et les fonds de sable gris. Ces résultats ne sont pas en correspondance avec ceux de Chardy & Clavier (1988a), qui concluent que le groupe des suspensivores dominant tous les groupes trophiques dans le lagon sud-ouest, indépendamment du type de fond.

Du fait de l'hétérogénéité de l'ensemble des fonds, il est difficile de mettre en évidence un rôle éventuel de la pollution sur la composition des peuplements benthiques. Pour étudier une influence anthropique, la situation idéale serait celle d'un substrat homogène avec un effet anthropique connu (Holte & Oug, 1996). Cela n'a pas été le cas dans la présente étude. Dans la baie de Ste Marie, qui présente une grande variété de substrats, nous n'avons pas pu distinguer les contributions de chaque variable à l'organisation des peuplements benthiques. Cependant, une zone perturbée a été identifiée au fond de la baie. Elle est caractérisée par une faible diversité et par l'abondance de certaines espèces. La forte croissance de la population de Nouméa ces dernières années a provoqué des changements dans la zone littorale mais cette influence anthropique jouait déjà depuis longtemps. L'utilisation des 'archives sédimentaires' a permis à Breau (1998) de mettre en évidence dans la baie de Ste Marie, près de la station N20, une forte augmentation des apports en particules fines au cours du dernier siècle. Cette augmentation est la conséquence de la déforestation du sud de la Nouvelle-Calédonie pour l'exploitation du bois et le développement minier. Le littoral de la presqu'île de Nouméa et particulièrement de la baie de Ste Marie a subi de nombreuses modifications (destruction de la mangrove, construction de route, etc.). Les teneurs en métaux lourds associés aux particules fines (Ni, Zn, Cr, Fe) ont été multipliées par un facteur 3 depuis le début du siècle. De telles perturbations, associées au rejets continus de l'égout principal ont influencé le benthos de la baie de Ste Marie depuis le débarquement du capitaine Cook le dimanche 4 septembre 1774.

5. Conclusions

- La baie de Ste Marie dispose d'une macrofaune riche (266 espèces sur 4,8 m²), dominée par les polychètes en nombre d'espèces et en densité.
- Les peuplements de la macrofaune de la baie se divisent en deux groupes: l'un caractéristique de la zone intertidale et l'autre de la zone subtidale. Cette distinction, basée sur la densité des espèces de macrofaune, est probablement liée au type de substrat ou au stress lié aux marées.
- Les paramètres environnementaux indiquent que le fond de la baie est eutrophisée. Le faible hydrodynamisme favorisera encore plus le dépôt des particules organiques dans cette zone.
- Dans la zone intertidale, l'eutrophisation provoque un grand développement d'algues du genre '*Ulva*', responsable du phénomène des marées vertes. La macrofaune y est caractérisée par la présence de polychètes de petite taille de la famille indicatrice des Capitellidae. En termes de biomasse et de densité, la famille des polychètes des Eunicidae domine. Mais sa présence partout ailleurs dans la baie ne nous permet pas de les considérer comme indicateurs d'une quelconque influence anthropique.
- A l'échelle de la baie, l'influence de l'eutrophisation sur l'organisation des peuplements benthiques est difficile à montrer à cause de l'hétérogénéité des substrats des stations échantillonnées.
- Pourtant un effet de la pollution sur la macrofaune est mis en évidence par les indices de diversité. Ils indiquent qu'au fond de la baie les peuplements sont 'déséquilibrés', tandis qu'à la sortie ils sont 'en équilibre'. La valeur de l'indice H' augmente significativement en fonction de la distance à l'égout.
- Dans la zone subtidale la biomasse benthique (macro- et mégafaune, macroflore) est faible comparée à celles précédemment relevées dans le lagon sud-ouest. Le type de substrat influence la biomasse : globalement elle est 10 fois plus forte dans les fonds de sable gris que dans les fonds envasés. Dans les fonds envasés elle est dominée par les organismes animaux alors que dans les fonds de sable gris elle est dominée par les végétaux.
- En ce qui concerne la structure trophique, la zone intertidale est caractérisée par une forte biomasse en suspensivores, tandis que la zone subtidale est dominée par les déposivores.

6. Références bibliographiques

- ABBOTT, R.T. & S.P. DANCE (1986). *Compendium of Seashells*. American Malacologists, Inc. Melbourne, Florida. 411 pp.
- AGARD, J.B.R., J. GOBIN & R.M. WARWICK (1993). Analysis of marine macrobenthic community structure in relation to oil pollution, natural oil seepage and seasonal disturbance in a tropical environment (Trinidad, West Indies). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 92: 233-243.
- ARNOLD, P.W. & R.A. BIRTLES (1989). *Soft-sediment marine invertebrates of Southeast Asia and Australia : a guide to identification*. Australian Institute of Marine Science, Townsville. 272 pp.
- BABLET, J.P., B. GOUT, G. GOUTIERE (1995). *Les atolls de Mururoa et de Fangataufa (Polynésie Française)*. III. *Le milieu vivant et son évolution*. Direction des Centres d'expérimentations nucléaire. 306 pp.
- BARON, J., J. CLAVIER & B.A. THOMASSIN (1993). Structure and temporal fluctuations of two intertidal seagrass-bed communities in New Caledonia (SW Pacific Ocean). *Mar. Biol.* 117 : 139-144.
- BELL, P.R.F. (1992). Eutrophication and coral reefs – some examples in the Great Barrier Reef lagoon. *Wat. Res.* 26(5) : 553-568.
- BEUKEMA, J.J. (1991). Changes in composition of bottom fauna of a tidal-flat area during a period of eutrophication. *Mar. Biol.* 111 : 293-301
- BRAY, J.R. & J.T. CURTIS (1957). An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. *Ecol. Monogr.* 27: 320-349.
- BREAU, L. (1998). Extractions séquentielles et analyses de métaux dans une carotte de sédiments lagunaires datée: mise en évidence de l'évolution des apports terrigènes liée aux activités humaines au cours des 150 dernières années. *Rapport de stage. D.E.A. Univ. de la Méditerranée Aix-Marseille II*. 61 pp.
- CHANG, S., STEIMLE, F.W., N.D. REID, S.A. FROMM, V.S. ZDANOWICZ & R.A. PIKANOWSKI (1992). Association of benthic macrofauna with habitat types and quality in the New York Bight. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 89(2-3): 237-251.
- CHARDY, P. & J. CLAVIER (1988a). Biomass and trophic structure of the macrobenthos in the south-west lagoon of New Caledonia. *Mar. Biol.* 99: 195-202.
- CHARDY, P., C. CHEVILLON, J. CLAVIER (1988b). Major benthic communities of the south-west lagoon of New Caledonia. *Coral Reefs* 7: 69-75.
- CHARPY, L. & C. CHARPY-ROUBAUD (1994). Nutrients, particulate organic matter and planktonic and benthic production of the Tikehau atoll (Tuamotu Archipelago, French Polynesia). *In: An atoll of the Tuamotu archipelago (French Polynesia)*. *Atoll Res. Bull.*, 415. 30 pp.
- CHEVILLON, C. (1992). Biosédimentologie du grand lagon nord de la Nouvelle-Calédonie. *Thèse. Université d'Aix-Marseille II*. ORSTOM edit. 224 pp.
- CLARKE, K.R. & R.H. GREEN (1988). Statistical design and analysis for a 'biological effects' study. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 46: 213-226.

- CLARKE, K.R. & R.M. WARWICK (1993). Similarity-based testing for community pattern: the 2-way layout with no replication. *Mar. Biol.* 118: 167-176.
- CLARKE, K.R. & R.M. WARWICK (1994). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Natural Environment Research Council, Plymouth Marine Laboratory, Plymouth.
- CLAVIER, J. & C. GARRIGUE (1990). Etude quantitative du macrobenthos dans le lagon des îles Chesterfield. Listes taxonomique, densités et biomasses. *Rapports scientifiques et techniques. Sciences de la mer. Biologie marine* 59. ORSTOM ed. Nouméa. 100 pp.
- COLEMAN, N., A.S.H. GASON & G.C.B. POORE (1997). High species richness in the shallow marine waters of south-east Australia. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 154: 17-26.
- DAY, J. (1967). A monograph of the Polychaeta of Southern Africa. *Br. Mus. (nat. His.) Publ.* 656, London. 878 pp.
- DIAZ-CASTAÑEDA & V., P. SAFRAN (1988). Dynamique de la colonisation par les annélides polychètes défaunés par la pollution dans des enceintes expérimentales en rade de Toulon (France). *Oceanol. Acta* 11(3): 285-297.
- DYE, A.H. (1998). Community-level analyses of long-term changes in rocky littoral fauna from South Africa. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 164: 47-57.
- ENDEAN, R. (1982). *Australia's Great Barrier Reef*. University of Queensland Press, St. Lucia, Queensland. 348 pp.
- FAUCHAULD, K. & P.A. JUMARS (1997). The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanogr. Mar. Biol. A. Rev.* 17: 193-284.
- FICHEZ, R. & J. CLAVIER (1996). ECOTROPE : Ecosystèmes côtiers du Pacifique : influences terrigènes et anthropiques. ORSTOM, Nouméa, Nouvelle Calédonie. 41 pp.
- FRONTIER, S. (1976). Utilisation des diagrammes rang-fréquence dans l'analyse des écosystèmes. *J. Rech. Océanogr.* 1: 35-48.
- FRONTIER, S. (1983). *Stratégies d'échantillonnage en écologie*. Masson (ed.) Paris. 494 pp.
- FROUIN, P. (1996). Structure et fonctionnement des écosystèmes benthiques dans les lagons soumis aux perturbations anthropiques, Le Lagon de Tahiti, Polynésie française. *Thèse. Université Française du Pacifique*. 206 pp.
- GABRIÉ, C. (1995). L'état de l'environnement dans les Territoires Français du Pacifique sud. La Nouvelle-Calédonie. Ministère de l'Environnement. 115 pp.
- GARRIGUE, C., J. CLAVIER & C. CHEVILLON, sous presse/*in press*. Investigations on the soft bottom benthos in a southwest Pacific atoll lagoon (Uvea, New Caledonia). *Atoll Res. Bul.*
- GLASBY, C. (1996). [c.glasby@niwa.cri.nz] "Glossary of Polychaete Technical Terms and Synonyms" [<http://muse.bio.cornell/~worms/glos-int.html>].
- GOUT, B. (1991). Influence des apports terrigènes dans les écosystèmes lagunaires de Mayotte et de Nouvelle-Calédonie (Province Indopacifique). Impact sur les peuplements benthiques. *Thèse. Université Montpellier II*. 252 pp.

- HEIP, C. (1995). Eutrophisation and zoobenthos dynamics. *Ophelia* 41: 113-136.
- HILL, M.O. (1973) Reciprocal averaging: an eigenvector method of ordination. *J. Ecol.* 61: 237-249.
- HOLTE, B. & E. OUG. (1996). Soft-bottom macrofauna and responses to organic enrichment in the subarctic waters of Tromsø, Northern Norway. *J. of Sea Res.* 36(3/4) : 227-237.
- HURLBERT, S.H.(1971). The non-concept of species diversity: a critique and alternative para-meters. *Ecology*, 52: 577-586.
- JAMES, R.J., M.P. SMITH, P.G. FAIRWEATHER (1995). Sieve mesh-size and taxonomic resolution needed to describe natural spatial variation of marine macrofauna. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 118 : 187-198.
- JONES, D.S. & G.J. MORGAN (1994). *A field guide to Crustaceans of Australian waters*. Western Australian Museum. 216 pp.
- KARAKASSIS, I. & A. ELEFThERIOU (1997). The continental shelf of Crete: structure of macrobenthic communities. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 160: 185-196.
- LABORDA, A.J., E. CIMAS & I. MARCILLA. (1991). Influencia de la contaminacion en la distribucion de los anelidos poliquetos del substrato rocoso intermareal de la region del Cabo de Penas (Asturias, Espana). *Bol. Inst. Esp. Oceanogr.* 7(1) : 75-90.
- LAMPRELL, K. & T. WHITEHEAD (1992). *Bivalves of Australia*. Crawford House Press Pty Ltd, Bathurst, Australia. 182 pp.
- LORENZEN, C.J. (1967). Determination of chlorophyll and pheo-pigments: spectrophotometric equations. *Limn. and Oceanogr.* 12: 343-346.
- MAGURRAN, A.E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. University Press, Cambridge. 179 pp.
- NEWELL, P.F. & J. CLAVIER (1997). Quantitative structure of soft substrate macrobenthos of Fidji's Great Astrolabe lagoon. *Proc. 8th Int. Coral Reef Sym.* 1: 455-458.
- NEWELL, P.F., J. CLAVIER, J. RILEY (1997). Comparisons between the benthic community structure of two tropical lagoons. *Proc. 8th Int. Coral Reef Sym.* 1: 839-842.
- OLSGARD, F., P.J. SOMERFIELD, M.R. CARR (1997). Relationships between taxonomic resolution and data transformations in analyses of a macrobenthic community along an established pollution gradient. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 149 : 173-181.
- PEARSON, T.H. & R. ROSENBERG (1978). Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanogr. mar. Biol. Ann. Rev.* 16: 229-311.
- POLEVIK, C. (1998). Analyses du matériel particulaire et dissous dans l'eau de mer: Etude d'un lagon soumis à un gradient d'influence terrigène et anthropique. *Rapport D.E.S., Univ. de Bordeaux I.* 33 pp.
- ROADS, D.C. & D.K. YOUNG (1970). The influence of deposit-feeding benthos on bottom sediment stability and community trophic structure. *J. Mar. Res.* 28: 150-178.
- RICCIARDI, A. & E. BOURGET (1998). Weight-to-weight conversion factors for marine benthic macroinvertebrates. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 163: 245-251.

- RICHER DE FORGES, B. (1991). Le benthos des fonds meubles des lagons de Nouvelle-Calédonie. Volume I. In: Richer de Forges (ed.) *Etudes et thèses ORSTOM* ed. Paris. 311 pp.
- ROUX, S. (1995). Rapport Géographique non publié. ORSTOM, Nouméa.
- ROSENZWEIG, M.L. (1995). *Species diversity in space and time*. Cambridge University Press, Cambridge. 436 pp.
- SCHRERRER, B. (1984). *Biostatistique*. G. Morin (ed.), Boucherville, Canada. 850 pp.
- SHANNON, C.E. & W. WEAVER (1949). *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, 125pp.
- THOMASSIN, B.A. (1978). Les peuplements des sédiments coralliens de la région de Tuléar (SW de Madagascar). Leur insertion dans le contexte côtier indo-pacifique. *Thèse Doct. ès Sci. Univ. Aix-Marseille II*. 494 pp.
- TSUTSUMI, H. (1990). Population persistence of *Capitella* sp. (Polychaeta; Capitellidae) on a mud flat subject to environmental disturbance by organic enrichment. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 63: 147-156.
- WANTIEZ, L. (1988). Etude des populations de bivalves littoraux sur les substrats meubles de langon de Nouvelle-Calédonie. *Rapport D.E.A. ORSTOM, Nouméa*. 42 pp.
- WARWICK, R.M., H.M. PLATT., K.R. CLARKE, J. AGARD & J. GOBIN. (1990). Analysis of macrobenthic and meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Hamilton Harbour, Bermuda. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 138: 119-142.
- WEISSHAPPEL, J.B.F. & J. SVAVARSSON (1998). Benthic amphipods (Crustacea: Malacostraca) in Icelandic waters: diversity in relation to faunal patterns from shallow to intermediate deep Arctic and North Atlantic Oceans. *Mar. Biol.* 131: 133-143.
- WESTON, D.P. (1990). Quantitative examination of macrobenthic community changes along an organic enrichment gradient. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 61: 233-244.
- ZAR, J.H. (1984). *Biostatistical Analysis (2nd ed.)*. Prentice Hall, New Jersey. 718 pp.
- ZMARZLY, D.L., T.D. STEBBINS, D. PASKO, R.M. DUGGAN & K.L. BARWICK (1994). Spatial patterns and temporal succession in soft-bottom macroinvertebrate assemblages surrounding an ocean outfall on the southern San Diego Shelf – Relation to anthropogenic and natural events. *Mar. Biol.* 118(2): 293-307.

Logiciels - Software

- CISIA (1996). SPAD.S version 3. Segmentation par Arbre de Décision Binaire Discrimination et Régression. ©CISIA 1996.
- NHM & SAMS (1997). BioDiversity 1997. ©The Natural History Museum and the Scottish Association for Marine Science. Internet: <http://www.nhm.ac.uk/zoology/bdpro>.

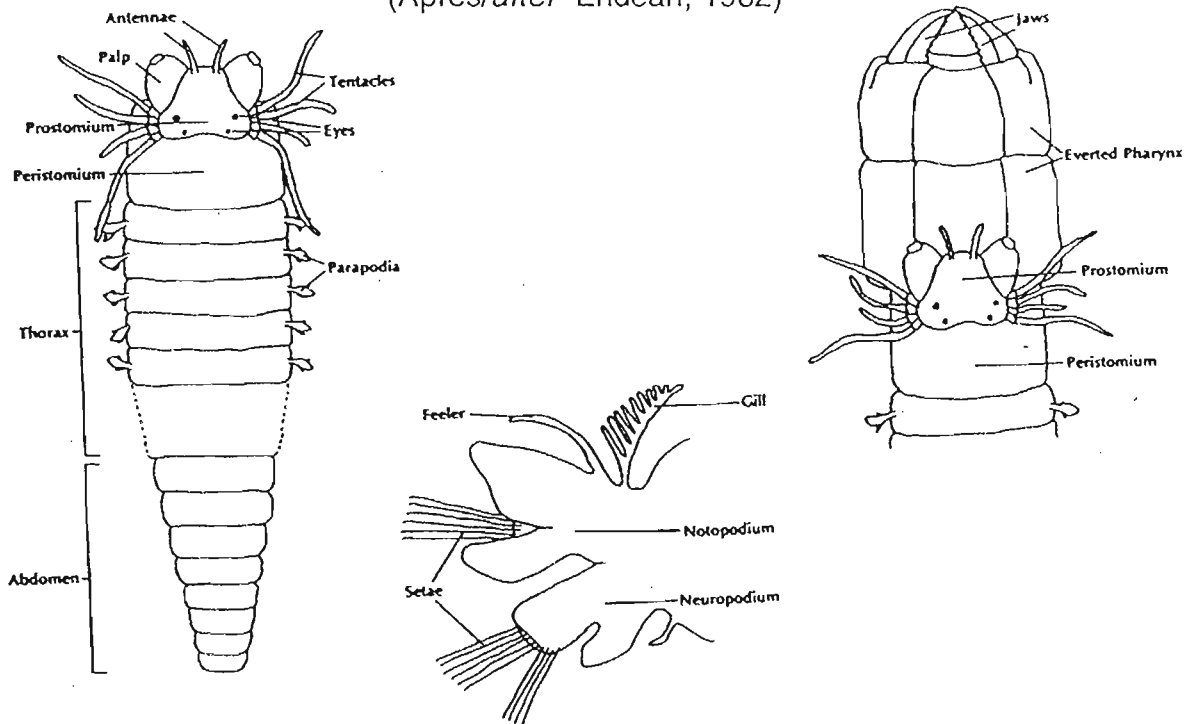
Annexes - Appendices

- A. Collection de dessins – *Collection of drawings*
- B. Listes des espèces – *Species lists*
- C. Poids moyens individuels – *Mean individual weights*
- D. Densités par station – *Densities per station*
- E. Biomasse par station (macrofaune) – *Biomass per station (macrofauna)*
- F. Biomasse par station (mégafaune, macroflore, chloropigments)
Biomass per station (megafauna, macroflora, chloropigments)

A. Collection de dessins-Collection of drawings

POLYCHETE GENERALISE-GENERALIZED POLYCHAETE

(Après/after Endean, 1982)



LEGENDE - LEGENDA

Dessins réalisés par Oscar Bos. La classification des polychètes suit Day (1965). En général les noms de famille, sous-famille, genre et éventuellement celui de l'espèce ont été donnés. Les codes se réfèrent à la collection de référence (voir Annexe B). Les termes techniques sont en anglais. *Designs realised by Oscar Bos. The classification of the polychaetes follows Day, 1965. In general the names of family, subfamily, genus and, if possible, species are given. Codes refer to the reference collection (see Appendix B). Technical terms are in English.*

POLYCHAETA ERRANTIA

(1) Aphroditidae Polynoinae. *Alentia* sp. (P001). (1a) parapodium. (1b) neuroseta (simple). (2) Amphinomidae indet. 1 (P019): neurosetae. (3) Amphinomidae indet. 1 (P019): neurosetae. (4) Aphroditidae Polydontinae indet. (P043): neurosetae. (5) Aphroditidae Polynoinae indet. 2 (P044): neuroseta. (6) Amphinomidae Pseudoeurythoe sp. (P029): neuroseta. (7) Syllidae Syllinae *Syllis* sp. (P086). (9) Eunicidae Eunicinae *Nematonereis* sp. (P015). (10) Eunicidae Arabellinae *Arabella iricolor* (P014). (11) Eunicidae Eunicinae *Eunice* sp. 1 (P008). (12) Glyceridae Glycerinae *Glycera* sp. (P065). (13) Polychaeta indet. 2 (P028). (14) Polychaeta indet. 1 (P025) (Nereidae?).

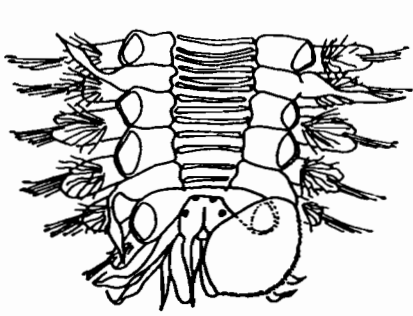
POLYCHAETA SEDENTARIA

(15) Spionidae indet. 3 (P017). (16) Spionidae indet. 1 (P005). (17) Spionidae *Aonides* sp. (P006) (dessin moyen/design moderately). (18) Cirratulidae Cirratulinae indet. 2 (P013). (19) Cirratulidae Cirratulinae indet. 1 ?/2 ?. (20) Cirratulidae Cirratulinae indet. 1 (P009). (20a) animal entier/whole animal. (20b) simple seta. (22) Capitellidae *Notomastus* sp. (P002). (23) Capitellidae. (nombre de setigers pas correct/number of setigers not correct) (24). Polychaeta indet. (pas dans collection/ not in collection). (25) Capitellidae indet. 3 (P065): thoracic hook. (26) Terebellidae Terebellinae *Pista* sp. (P045): notosetae segm. 6 (28) Ampharetidae indet. (Ampharetinae?) (P052). (29) Terebellidae Terebellinae *Nicolea venustulata* (P062): neuroseta. (30) Sabellidae indet. (30a) thoracic neurosetae. (31) Sabellidae Sabellinae *Megalomma* sp. (P018). (31a) notosetae.

DIVERS

(32) Isopoda indet. 2 (I002). (33) Phoronidae indet. 1 (L001). (34) Pycnogonida indet.

POLYCHAETA ERRANTIA



1



1b



1a

2



notosetae

neurosetae

3



APHRODITIDAE



4



5

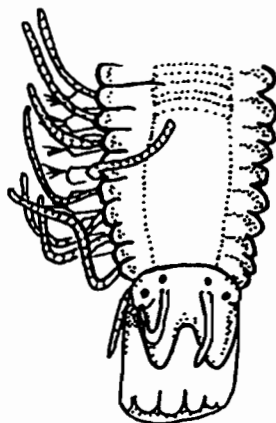


6

AMPHINOMIDAE



7

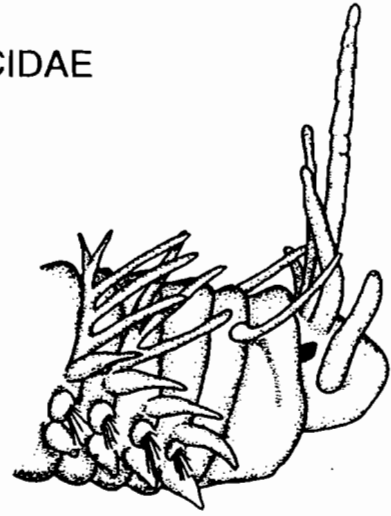
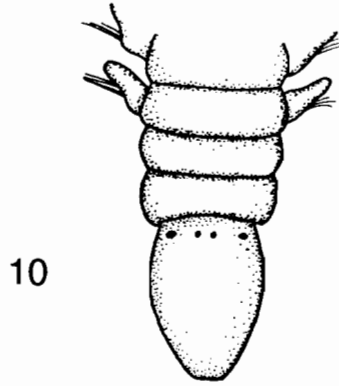
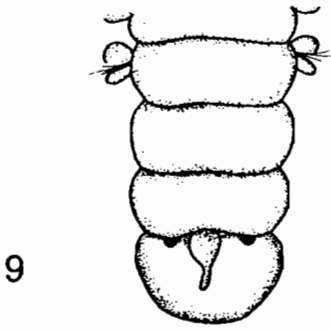


8

SYLLIDAE

POLYCHAETA ERRANTIA

EUNICIDAE



11

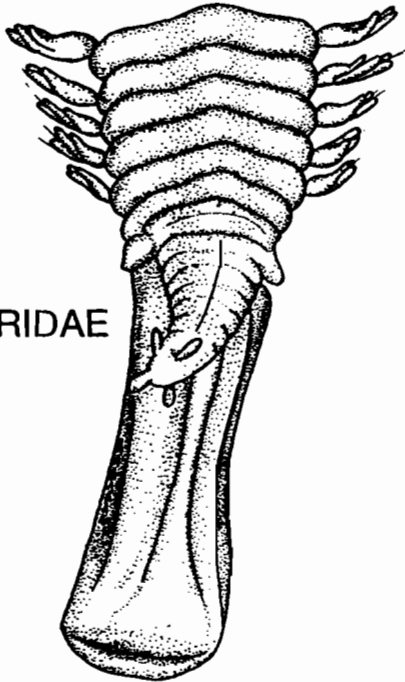


11a

11b

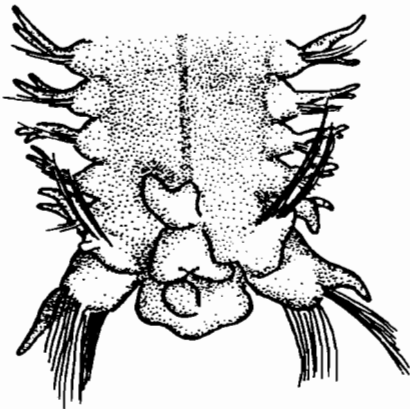


compound seta
capillar seta



GLYCERIDAE

12

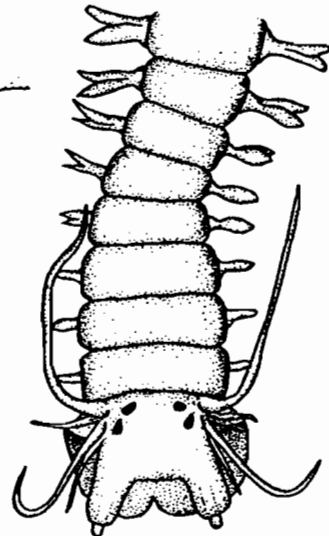


13

14a

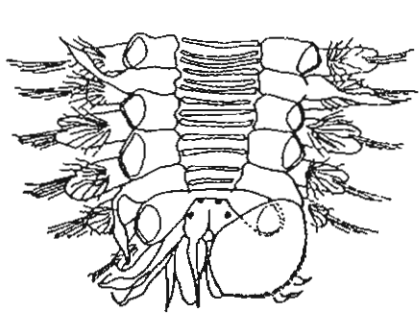


INDET.



14

POLYCHAETA ERRANTIA



1



1b



1a

2



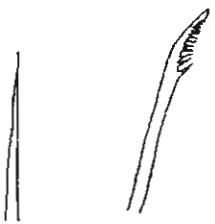
notosetae

neurosetae

3



APHRODITIDAE



4



5

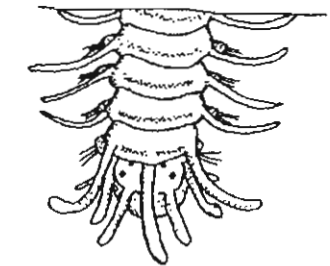
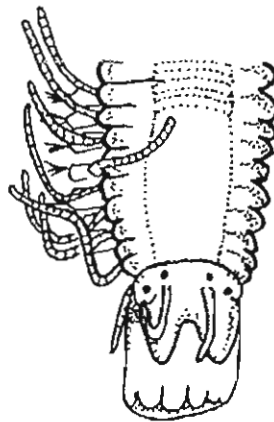


6

AMPHINOMIDAE



7

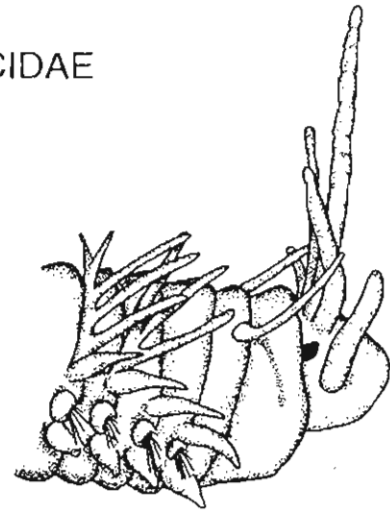
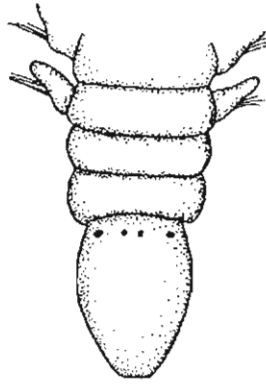
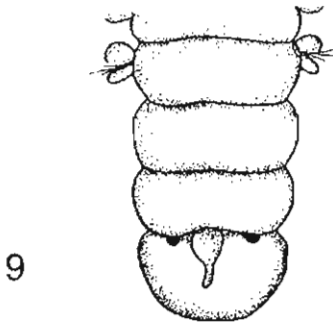


8

SYLLIDAE

POLYCHAETA ERRANTIA

EUNICIDAE

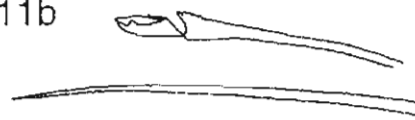


11



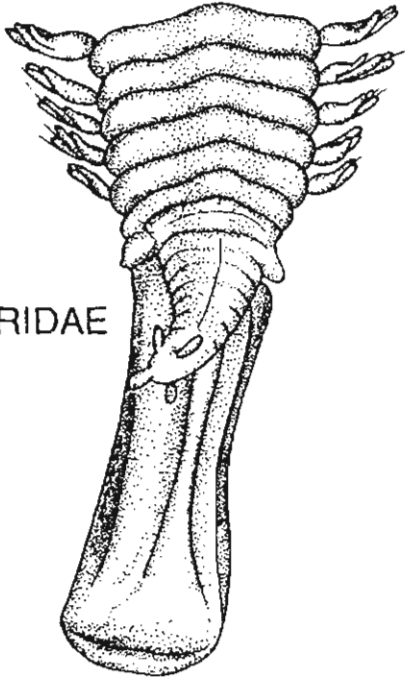
11a

11b



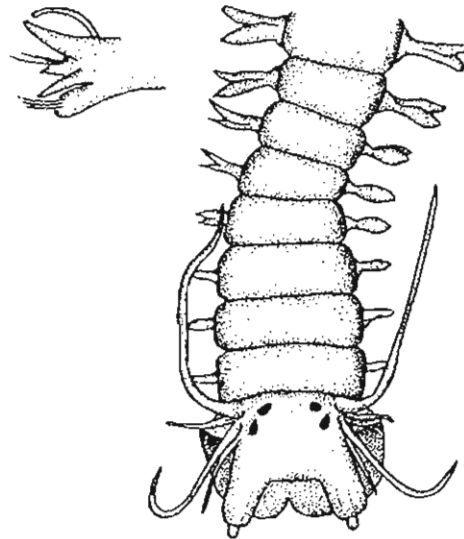
compound seta
capillar seta

GLYCERIDAE



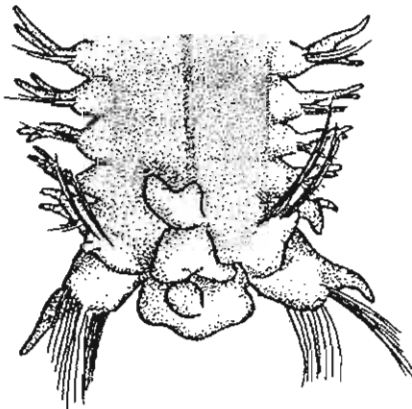
12

14a



INDET.

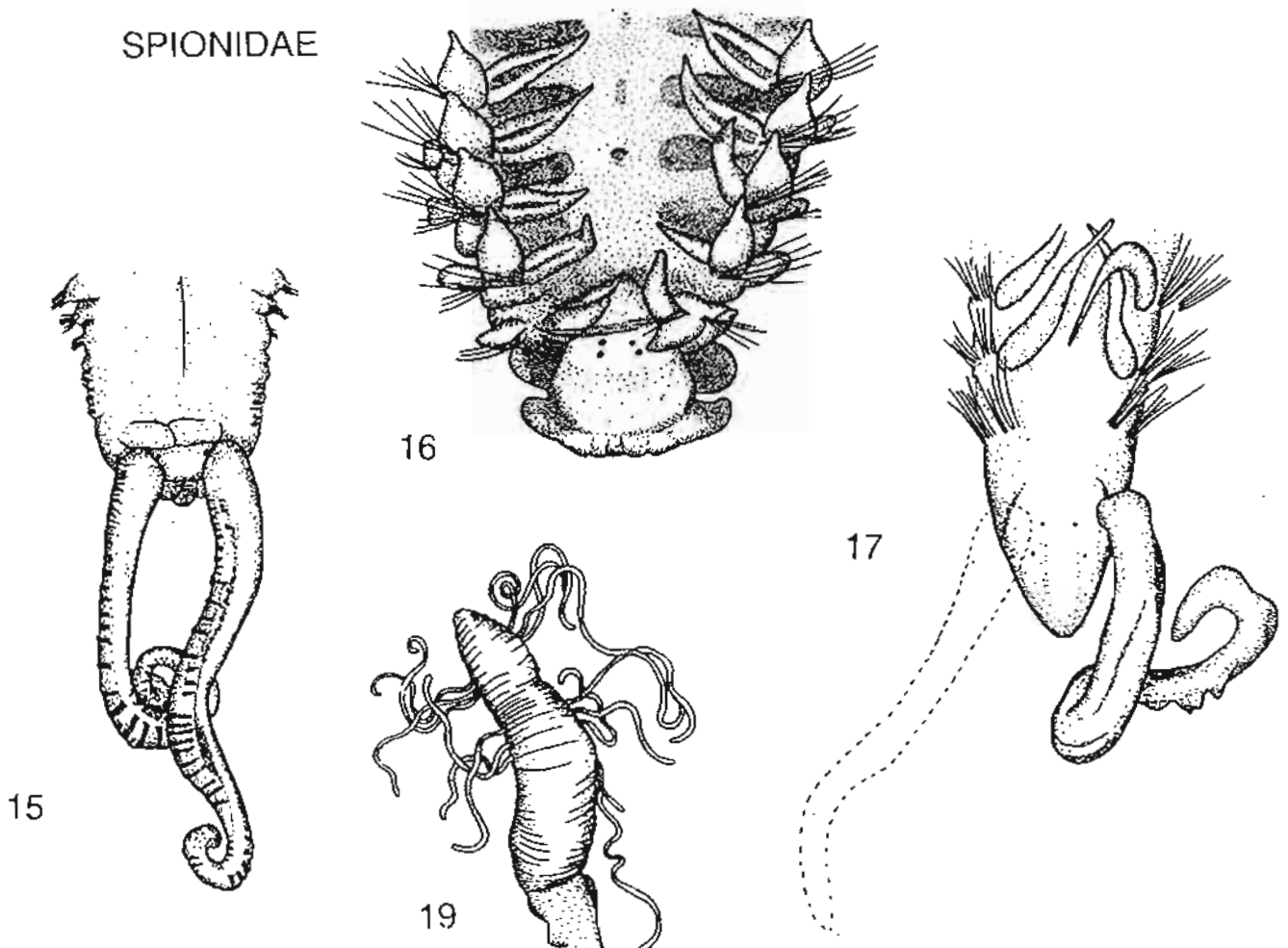
14



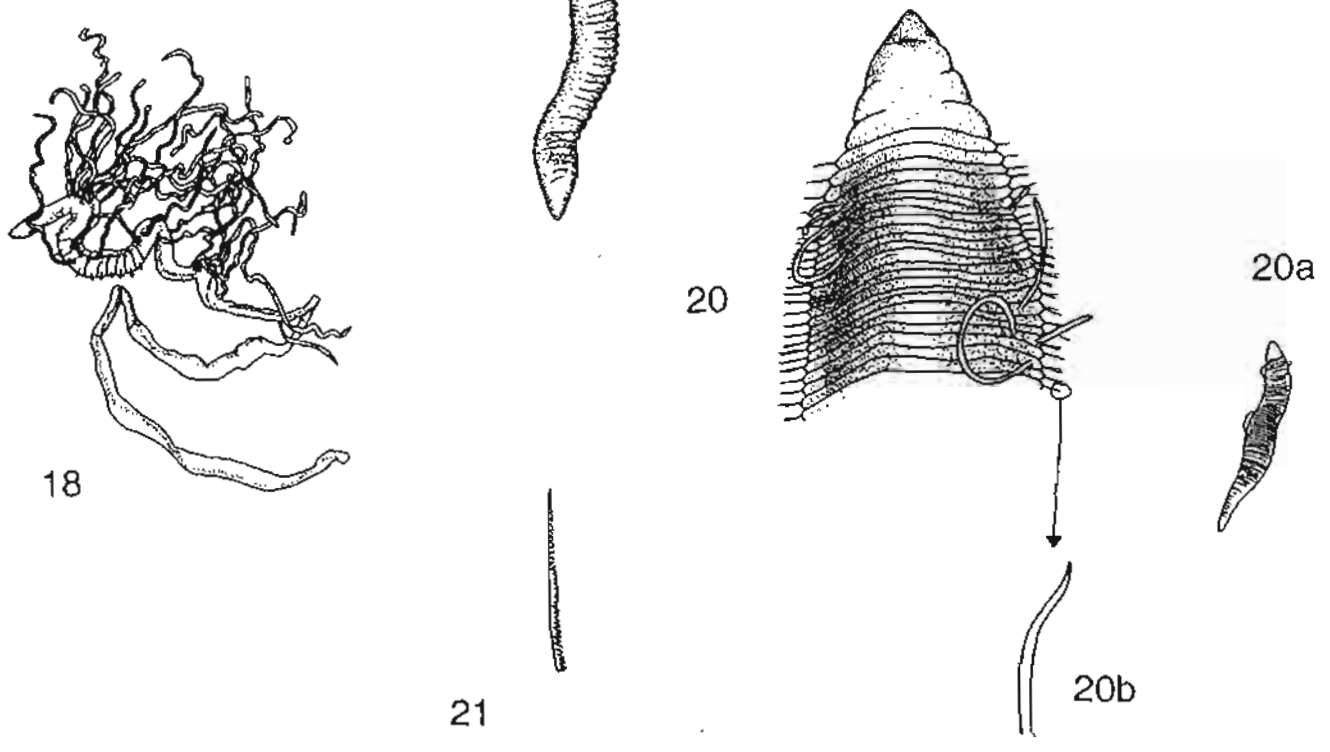
13

POLYCHAETA SEDENTARIA

SPIONIDAE

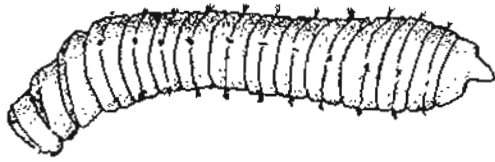


CIRRATULIDAE

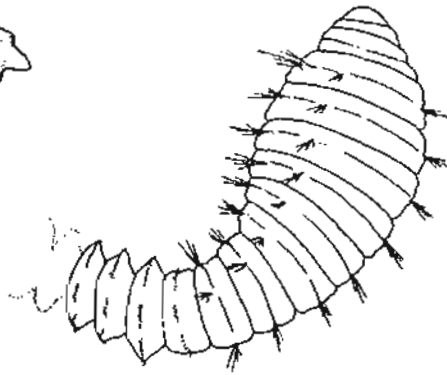


POLYCHAETA SEDENTARIA

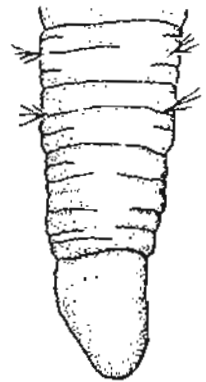
CAPITELLIDAE



22



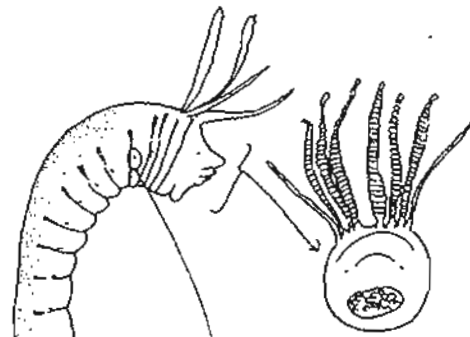
23



24



25



AMPHARETIDAE

28



29

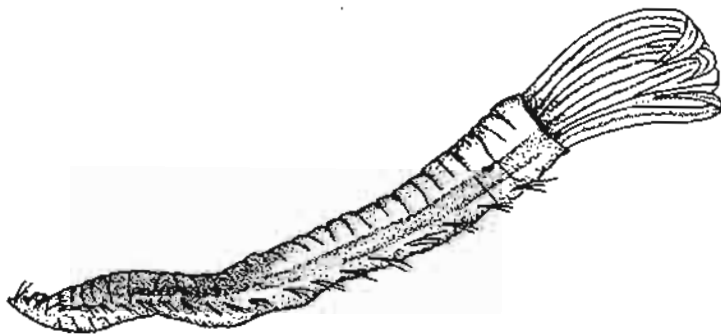


26

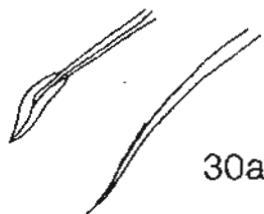


27

TEREBELLIDAE



30

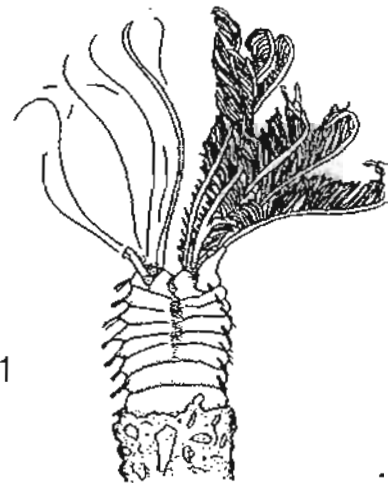


30a

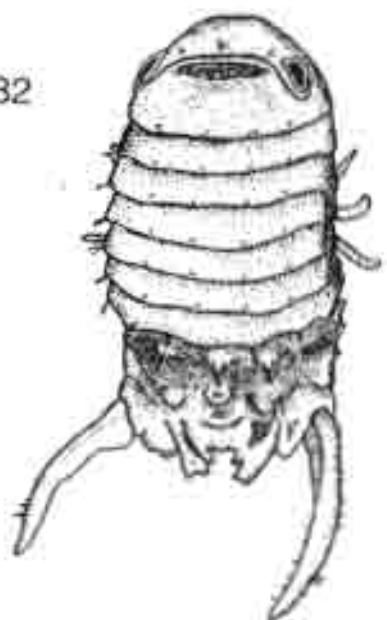
SABELLIDAE

31a

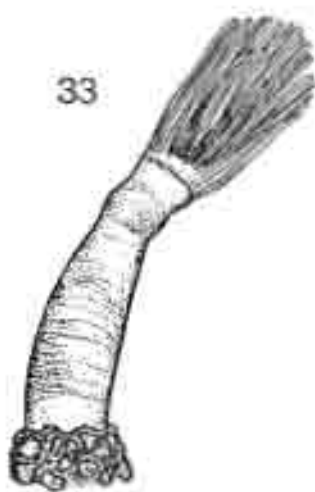
31



32



33



34

B. Listes des espèces - Species lists

Annexe B. Liste des espèces de la Baie Ste Marie: macrofaune, mégafaune et macroflore. CR=code de l'espèce dans la collection de référence. L'index du bas permet de rechercher l'espèce codée dans la liste. Les acronymes utilisés pour les phyla et les taxa sont également expliqués en bas, comme les acronymes de 'Régime'. N1 permet le comptage du nombre total d'espèces, N2 permet de déterminer le nombre d'espèces dans le phylum.

List of species of the St Mary Bay: macrofauna, megafauna and macroflora. CR=species code in the reference collection. There is an index beneath the species list to find species on species code. Abbreviations used to indicate phyla, taxa and 'régime' (trophic regime) are also explained below. N1 enables to count the total number of species, whereas N2 enables to count the number of species for each phylum.

MACROFAUNE / MACROFAUNA

N1	CR	N2	Phylum	Taxon	Famille / family	Espèce / species	Auteur	Régime
POLYCHAETA								
1	P000	1	Ann	Poi	indet	indet (fragments)		indet
2	P038	2	Ann	Poi	Ampharetidae	Ampharetidae indet.		sdf
3	P052	3	Ann	Poi	Ampharetidae	Ampharetidae indet. 2		sdf
4	P019	4	Ann	Poi	Amphinomidae	Amphinomidae indet. 1		car
5	P092	5	Ann	Poi	Amphinomidae	<i>Eurothoe</i> sp.		car
6	P029	6	Ann	Poi	Amphinomidae	<i>Pseudoeurothoe</i> sp.		car
7	P001	7	Ann	Poi	Aphroditidae	<i>Alentia</i> sp.		sdf
8	P030	8	Ann	Poi	Aphroditidae	Aphroditidae indet. 1		sdf
9	P067	9	Ann	Poi	Aphroditidae	Aphroditidae indet. 2		sdf
10	P048	10	Ann	Poi	Aphroditidae	Aphroditidae indet. 3		sdf
11	P071	11	Ann	Poi	Aphroditidae	Aphroditidae indet. 4		sdf
12	P089	12	Ann	Poi	Aphroditidae	Aphroditidae indet. 6		car
13	P077	13	Ann	Poi	Aphroditidae	Aphroditidae indet. 7		sdf
14	P085	14	Ann	Poi	Aphroditidae	Aphroditidae indet.5		sdf
15	P044	15	Ann	Poi	Aphroditidae	Aphroditidae Polyoinae indet.		sdf
16	P043	16	Ann	Poi	Aphroditidae	Polyoinae sp. ?		sdf
17	P020	17	Ann	Poi	Capitellidae	Capitellidae indet. 1		nsdf
18	P053	18	Ann	Poi	Capitellidae	Capitellidae indet. 2		nsdf
19	P059	19	Ann	Poi	Capitellidae	Capitellidae indet. 3		nsdf
20	P064	20	Ann	Poi	Capitellidae	Capitellidae indet. 4 (12 setigers)		nsdf
21	P003	21	Ann	Poi	Capitellidae	<i>Capitomastus</i> sp.		nsdf
22	P004	22	Ann	Poi	Capitellidae	<i>Mediomastus californiensis</i>	Hartman, 1944	nsdf
23	P031	23	Ann	Poi	Capitellidae	<i>Mediomastus</i> sp.		nsdf
24	P002	24	Ann	Poi	Capitellidae	<i>Notomastus</i> sp.		nsdf
25	P009	25	Ann	Poi	Cirratulidae	Cirratulidae Cirratulinae indet. 1		sdf
26	P013	26	Ann	Poi	Cirratulidae	Cirratulidae Cirratulinae indet. 2		sdf
27	P034	27	Ann	Poi	Cossuridae	Cossuridae indet. 1		sdf
28	P014	28	Ann	Poi	Eunicidae	<i>Arabella iricolor</i>		car
29	P008	29	Ann	Poi	Eunicidae	<i>Eunice</i> sp.		car
30	P078	30	Ann	Poi	Eunicidae	<i>Eunice</i> sp. 2		car
31	P081	31	Ann	Poi	Eunicidae	<i>Eunice</i> sp. 3		car
32	P032	32	Ann	Poi	Eunicidae	Eunicidae Arabellinae indet.		car
33	P016	33	Ann	Poi	Eunicidae	<i>Marphysa</i> sp.		car
34	P015	34	Ann	Poi	Eunicidae	<i>Nematonereis</i> sp.		car
35	P072	35	Ann	Poi	Eunicidae	<i>Oenone</i> sp.		car
36	P079	36	Ann	Poi	Flabelligeridae	Flabelligeridae indet.		indet
37	P065	37	Ann	Poi	Glyceridae	<i>Glycera</i> sp.		car
38	P011	38	Ann	Poi	Glyceridae	<i>Goniada</i> sp.		car
39	P090	39	Ann	Poi	Hesionidae	Hesionidae indet.		car
40	P036	40	Ann	Poi	Maldanidae	Maldanidae Euclymeninae indet.		sdf
41	P040	41	Ann	Poi	Maldanidae	Maldanidae Lumbriclimeninae indet.		sdf
42	P026	42	Ann	Poi	Nereidae	Nereidae indet. 1		car
43	P050	43	Ann	Poi	Nereidae	Nereidae indet. 2		car
44	P055	44	Ann	Poi	Nereidae	Nereidae indet. 3		car
45	P066	45	Ann	Poi	Nereidae	Nereidae indet. 4		car
46	P068	46	Ann	Poi	Nereidae	Nereidae indet. 5		car
47	P087	47	Ann	Poi	Nereidae	Nereidae indet. 6		car
48	P093	48	Ann	Poi	Nereidae	Nereidae indet. 6		car
49	P037	49	Ann	Poi	Opheliidae	<i>Armanda</i> sp.		nsdf
50	P075	50	Ann	Poi	Opheliidae	<i>Ophelia</i> sp.		nsdf
51	P070	51	Ann	Poi	Opheliidae	<i>Ophelina</i> sp.		nsdf
52	P010	52	Ann	Poi	Orbiniidae	<i>Scolopletia</i> sp.		nsdf
53	P047	53	Ann	Poi	Pectinariidae	Pectinaria (Lagis) sp.		indet
54	P060	54	Ann	Poi	Pectinariidae ?	Pectinariidae?		indet
55	P095	55	Ann	Poi	Polychète indet	Polychaeta (sedentaria) indet. 7		sdf
56	P025	56	Ann	Poi	Polychète indet	Polychaeta indet. 1		indet
57	P028	57	Ann	Poi	Polychète indet	Polychaeta indet. 2		indet
58	P035	58	Ann	Poi	Polychète indet	Polychaeta indet. 2		indet
59	P042	59	Ann	Poi	Polychète indet	Polychaeta indet. 4		indet
60	P056	60	Ann	Poi	Polychète indet	Polychaeta indet. 5		indet
61	P057	61	Ann	Poi	Polychète indet	Polychaeta indet. 6		indet
62	P018	62	Ann	Poi	Sabellidae	<i>Megalomma</i> sp.		fil
63	P022	63	Ann	Poi	Sabellidae	Sabellidae indet. 1		fil
64	P049	64	Ann	Poi	Sabellidae	Sabellidae indet. 2		fil
65	P054	65	Ann	Poi	Sabellidae	Sabellidae indet. 3		fil
66	P006	66	Ann	Poi	Spionidae	<i>Aonides</i> sp.		sdf
67	P023	67	Ann	Poi	Spionidae	<i>Prionospio</i> sp. 1		sdf
68	P033	68	Ann	Poi	Spionidae	<i>Prionospio</i> sp. 2		sdf
69	P039	69	Ann	Poi	Spionidae	<i>Prionospio</i> sp. 3		sdf
70	P073	70	Ann	Poi	Spionidae	<i>Prionospio</i> sp. 4		sdf
71	P074	71	Ann	Poi	Spionidae	<i>Prionospio</i> sp. 5		sdf

72	P027	72	Ann	Pol	Spionidae	<i>Pygospio</i> sp.		sdf
73	P005	73	Ann	Pol	Spionidae	Spionidae indet. 1		sdf
74	P007	75	Ann	Pol	Spionidae	Spionidae indet. 2		sdf
75	P017	76	Ann	Pol	Spionidae	Spionidae indet. 3		sdf
76	P021	77	Ann	Pol	Spionidae	Spionidae indet. 4		sdf
77	P024	78	Ann	Pol	Spionidae	Spionidae indet. 5		sdf
78	P041	79	Ann	Pol	Spionidae	Spionidae indet. 6		sdf
79	P051	80	Ann	Pol	Spionidae	Spionidae indet. 7		sdf
80	P058	81	Ann	Pol	Spionidae	Spionidae indet. 8		sdf
81	P097	82	Ann	Pol	Spionidae	Spionidae indet. 9		sdf
82	P098	74	Ann	Pol	Spionidae	Spionidae indet. 10 (cf P005?)		sdf
83	P086	83	Ann	Pol	Syllidae	Syllidae Syllinae indet. 1		car
84	P012	84	Ann	Pol	Syllidae	<i>Syllis</i> sp.		car
85	P062	85	Ann	Pol	Terebellidae	<i>Nicolea venusiulata</i>	Montagu, 1818	sdf
86	P045	86	Ann	Pol	Terebellidae	<i>Pista</i> sp.		sdf
87	P063	87	Ann	Pol	Terebellidae	indet. 1		sdf
88	P076	88	Ann	Pol	Terebellidae	indet. 2		sdf
89	P080	89	Ann	Pol	Terebellidae	indet. 3		sdf
90	P083	90	Ann	Pol	Terebellidae	indet. 4		sdf
91	P084	91	Ann	Pol	Terebellidae	indet. 5		sdf
92	P096	92	Ann	Pol	Terebellidae	indet. 6		sdf
93	P091	93	Ann	Pol	Terebellidae	Terebellidae Polycirrinae indet.		sdf
94	P088	94	Ann	Pol	Terebellidae	Terebellidae Terebellinae indet. 1		sdf
95	P069	95	Ann	Pol	Terebellidae	<i>Terebellidas stroemi</i>	Sars, 1835	sdf
96	P082	96	Ann	Pol	Terebellidae	<i>Thelepus</i> sp.		sdf
97	P094	97	Ann	Pol	Terebellidae	<i>Trichobranchus glacialis</i>		sdf
98	P061	98	Ann	Pol	Terebellidae ?	Terebellidae?		sdf

CRUSTACEA

99	A000	1	Art	Amp	Amphipode indet	indet (fragments)		indet
100	A001	2	Art	Amp	Amphipode indet	indet. 1		sdf
101	A002	3	Art	Amp	Amphipode indet	indet. 2		sdf
102	A003	4	Art	Amp	Amphipode indet	indet. 3		sdf
103	A004	5	Art	Amp	Amphipode indet	indet. 4		sdf
104	A005	6	Art	Amp	Amphipode indet	indet. 5		sdf
105	A006	7	Art	Amp	Amphipode indet	indet. 6		sdf
106	A007	8	Art	Amp	Amphipode indet	indet. 7		sdf
107	A008	9	Art	Amp	Amphipode indet	indet. 8		sdf
108	A009	10	Art	Amp	Amphipode indet	indet. 9		sdf
109	A010	11	Art	Amp	Amphipode indet	indet. 10		sdf
110	A011	12	Art	Amp	Amphipode indet	indet. 11		sdf
111	A012	13	Art	Amp	Amphipode indet	indet. 12		sdf
112	D019	14	Art	Ano	Anomura indet	indet. 1		indet
113	D020	15	Art	Ano	Anomura indet	indet. 2		indet
114	D018	16	Art	Bra	Brachyura indet	indet. 1		indet
115	D009	17	Art	Bra	Corysidae	<i>Thya (?)</i> sp.		indet
116	D005	18	Art	Bra	Goneplacidae	<i>Hexapus sexies</i>		indet
117	D006	19	Art	Bra	Hymenosomatidae	<i>Elamenopsis lineata</i>		indet
118	D011	20	Art	Bra	Hymenosomatidae	<i>Elamenopsis</i> sp.		indet
119	D010	21	Art	Bra	Hymenosomatidae	<i>Halicamicus</i> sp.		indet
120	D002	22	Art	Bra	Leucosiidae	<i>Arcania</i> sp.		sdf
121	D016	23	Art	Bra	Leucosiidae	<i>Philyra</i> sp.		sdf
122	D008	24	Art	Bra	Majidae	<i>Huenia proteus</i>		her
123	D015	25	Art	Bra	Majidae	<i>Micippa</i> sp.		her
124	D007	26	Art	Bra	Ocyropodidae	<i>Macrophthalmus latrellii</i>		sdf
125	D001	27	Art	Bra	Portunidae	<i>Portunus</i> sp.		car
126	D014	28	Art	Bra	Portunidae	<i>Thalamita polissoni</i>	Audouin & Savigny, 1815	car
127	D004	29	Art	Bra	Portunidae	<i>Thalamita</i> sp.		car
128	D003	30	Art	Bra	Portunidae	<i>Charybdis</i> sp.?		car
129	D012	31	Art	Bra	Xantidae	indet. 1		her
130	D013	32	Art	Bra	Xantidae	indet. 2		her
131	D017	33	Art	Bra	Xantidae	indet. 3		her
132	C001	34	Art	Cum	Cumacea indet	indet. 1		sdf
133	I001	35	Art	Iso	Isopoda indet	indet. 1		indet
134	I002	36	Art	Iso	Isopoda indet	indet. 2		indet
135	I003	37	Art	Iso	Isopoda indet	indet. 3		indet
136	I004	38	Art	Iso	Isopoda indet	indet. 4		indet
137	F001	39	Art	Mac	Alpheidae	indet. 1		car
138	F007	40	Art	Mac	Alpheidae	indet. 2		car
139	F000	41	Art	Mac	Macroura	indet. (patties / legs)		indet
140	F002	42	Art	Mac	Macroura	indet. 1		car
141	F003	43	Art	Mac	Macroura	indet. 2		car
142	F006	44	Art	Mac	Macroura	indet. 3		car
143	F010	45	Art	Mac	Macroura	indet. 4		car
144	F012	46	Art	Mac	Macroura	indet. 5		car
145	F015	47	Art	Mac	Macroura	indet. 6		car
146	F016	48	Art	Mac	Macroura	indet. 7		car
147	F004	49	Art	Mac	Palaemonidae	indet. 1		car
148	F005	50	Art	Mac	Palaemonidae	indet. 2		car
149	F009	51	Art	Mac	Palaemonidae	indet. 3		car
150	F011	52	Art	Mac	Palaemonidae	indet. 4		car
151	F014	53	Art	Mac	Palaemonidae	indet. 5		car
152	F013	54	Art	Mac	Palaemonidae(?)	indet. 6		car
153	M001	55	Art	Mys	Mysidacea indet.	indet. 7		indet
154	BB	56	Art	Pyc	Pycnogonida indet.	indet. 1		her
155	S001	57	Art	Sto	Squillidae	<i>Clorida</i> sp.		car
156	S002	58	Art	Sto	Stomatopode indet	indet. 1		car
157	S003	59	Art	Sto	Stomatopode indet	indet. 2		car
158	S004	60	Art	Sto	Stomatopode indet	indet. 3		car
159	T001	61	Art	Tan	Tanaidace indet.	indet. 1		sdf

ECHINODERMATA							
160	Q005	1	Ecd	Oph	Amphiuridae?	Ophiuræ indet. 5	sdf
161	E001	2	Ecd	Eno	Brisisidae	<i>Brissopsis luzonica</i> (Gray, 1851)	nsdf
162	E000	3	Ecd	Eno	indet	indet. (fragments)	indet
163	E002	4	Ecd	Eno	Laganinae	<i>Laganum depressum tonganese</i> L. Agassiz, 1841	nsdf
164	Q001	5	Ecd	Oph	Ophiuræ indet	indet. 1	sdf
165	Q002	6	Ecd	Oph	Ophiuræ indet	indet. 2	sdf
166	Q003	7	Ecd	Oph	Ophiuræ indet	indet. 3	sdf
167	Q004	8	Ecd	Oph	Ophiuræ indet	indet. 4	sdf
168	Q006	9	Ecd	Oph	Ophiuræ indet	indet. 6	sdf
169	Q000	10	Ecd	Oph	Ophiuræ indet	indet. (fragments)	indet
RESTE							
170	R001	1	indet	indet	Reste	indet. 1	indet
171	R002	2	indet	indet	Reste	indet. 2	indet
172	R003	3	indet	indet	Reste (nudibranche?)	indet. 3	indet
173	R004	4	indet	indet	Reste	indet. 4	indet
174	R005	5	indet	indet	Reste	indet. 5	indet
175	R006	6	indet	indet	Reste	indet. 6	indet
176	R007	7	indet	indet	Reste	indet. 7	indet
177	R008	8	indet	indet	Reste	indet. 8	indet
178	R009	9	indet	indet	Reste	indet. 9	indet
179	R010	10	indet	indet	Reste	indet. 10	indet
180	R011	11	indet	indet	Reste	indet. 11	indet
181	R012	12	indet	indet	Reste	indet. 12	indet
182	R013	13	indet	indet	Reste	indet. 13	indet
183	R014	14	indet	indet	Reste	indet. 14	indet
184	Z001	15	indet	indet	Anemone indet	Anemone indet.	indet
LOPHOPHORA							
185	L002	1	Lop	Brachiop	Brachiopoda	<i>Lingula anatina</i>	fil
186	L001	2	Lop	Pho	Phoronida	indet. 1	fil
187	L003	3	Lop	Pho	Phoronida	indet. 2	fil
BIVALVIA							
188	B043	1	Mol	Biv	Arcidae	<i>Acrosterigma unicolor</i>	indet
189	B038	2	Mol	Biv	Arcidae	<i>Anadare antiquata</i> (L., 1758)	fil
190	B007	3	Mol	Biv	Bivalvia	indet. 2	indet
191	B028	4	Mol	Biv	Bivalvia	indet. 5	indet
192	B050	5	Mol	Biv	Bivalvia	indet. 6	indet
193	B003	6	Mol	Biv	Cardiidae	<i>Fragum scruposum</i> (Deshayes, 1855)	indet
194	B012	7	Mol	Biv	Cardiidae	<i>Fragum</i> sp.	fil
195	B009	8	Mol	Biv	Cardiidae	<i>Fulvia australis</i> (Sowerby, 1841)	fil
196	B037	9	Mol	Biv	Cultellidae	<i>Ensisculus cutellus</i> (L., 1758)	indet
197	B000	10	Mol	Biv	indet	indet. (fragments)	indet
198	B022	11	Mol	Biv	Lucinidae	<i>Ctena cf bella</i> (Conrad, 1837)	sdf
199	B005	12	Mol	Biv	Lucinidae	Lucinidae ?	sdf
200	B011	13	Mol	Biv	Mactridae	Mactridae indet.	indet
201	B014	14	Mol	Biv	Mactridae/Solecurtidae	Mactridae/Solecurtidae indet.	indet
202	B035	15	Mol	Biv	Mytilidae	<i>Modiolus (Modiolus) peronlanus</i> Lameron, 1956	fil
203	B032	16	Mol	Biv	Mytilidae	Mytilidae indet.	indet
204	B018	17	Mol	Biv	Nuculidae?	Nuculidae indet. ?	indet
205	B004	18	Mol	Biv	Pectinidae	<i>Bractechlamys vexillum</i>	indet
206	B046	19	Mol	Biv	Pteridae	<i>Pinctada maculata</i> Gould, 1850	indet
207	B001	20	Mol	Biv	Tellinidae	indet. 1	sdf
208	B006	23	Mol	Biv	Tellinidae	indet. 2	sdf
209	B017	24	Mol	Biv	Tellinidae	indet. 3	indet
210	B013	25	Mol	Biv	Tellinidae	indet. 4	sdf
211	B015	26	Mol	Biv	Tellinidae	indet. 5	sdf
212	B016	27	Mol	Biv	Tellinidae	indet. 6	sdf
213	B019	28	Mol	Biv	Tellinidae	indet. 7	sdf
214	B020	29	Mol	Biv	Tellinidae	indet. 8	sdf
215	B031	30	Mol	Biv	Tellinidae	indet. 9	indet
216	B034	21	Mol	Biv	Tellinidae	indet. 10	indet
217	B053	22	Mol	Biv	Tellinidae	indet. 11	indet
218	B025	31	Mol	Biv	Tellinidae	<i>Tellina (Hemimelits) plicata</i> Valenciennes, 1827	sdf
219	B027	32	Mol	Biv	Tellinidae	<i>Tellina (Pinguitellina) robusta</i> Hanley, 1844	sdf
220	B048	33	Mol	Biv	Tellinidae	<i>Tellina (Scutarcopagia) palatum</i> (Iredale, 1929)	sdf
221	B010	34	Mol	Biv	Tellinidae	<i>Tellina (Tellinella) exculta</i> ? Gould, 1850	sdf
222	B041	35	Mol	Biv	Tellinidae	<i>Tellina crucigera</i>	sdf
223	B002	36	Mol	Biv	Tellinidae	<i>Tellina robusta</i> Hanley, 1844	sdf
224	B052	37	Mol	Biv	Tellinidae	<i>Tellina</i> sp.	sdf
225	B026	38	Mol	Biv	Tellinidae	<i>Tellina</i> sp. ?	sdf
226	B039	39	Mol	Biv	Trigoniidae	<i>Codakia tigerina</i> (L., 1758)	sdf
227	B008	40	Mol	Biv	Veneridae	<i>Antigona</i> sp.	fil
228	B033	41	Mol	Biv	Veneridae	<i>Circe</i> sp.	indet
229	B045	42	Mol	Biv	Veneridae	<i>Gafrarium dispar</i>	fil
230	B036	43	Mol	Biv	Veneridae	<i>Gafrarium menkei</i> (Jonas, 1846)	fil
231	B044	44	Mol	Biv	Veneridae	<i>Gafrarium pectinatum</i>	fil
232	B029	45	Mol	Biv	Veneridae	<i>Pitar (Pitarina) citrinus</i> ? (Lamarck, 1818)	fil
233	B049	46	Mol	Biv	Veneridae	<i>Pitar (Pitarina) pellucidus</i> ? (Lamarck, 1818)	fil
234	B040	47	Mol	Biv	Veneridae	<i>Tapes variegatus</i> Sowerby, 1852	fil
235	B047	48	Mol	Biv	Veneridae	<i>Vasicardium pectiniforme</i>	fil
236	B051	49	Mol	Biv	Veneridae	Veneridae indet.	indet
GASTEROPODA							
237	G001	1	Mol	Gas	Acteonidae	<i>Alys (Alicutastrum) cylindricus</i>	her
238	G009	3	Mol	Gas	Bullidae	<i>Bulla</i> sp. 1	indet
239	G011	2	Mol	Gas	Bullidae	<i>Bulla</i> sp. 2	indet
240	G002	4	Mol	Gas	Cancellariidae	<i>Scalptia obliquata</i> (Lamarck, 1822)	indet
241	G004	5	Mol	Gas	Conidae	<i>Conus</i> sp.	car

242	G000	6	Mol	Gas	Gastropode	indet (fragments)		indet
243	G010	7	Mol	Gas	Nassaridae	<i>Nassarius glans</i>	L., 1758	car
244	G003	8	Mol	Gas	Opisthobranchia	indet. 1		indet
245	G005	9	Mol	Gas	Phasianellidae	<i>Phasianella sp.</i>		indet
246	G007	10	Mol	Gas	Stomatellidae	<i>Stomatella sp.1</i>		indet
247	G008	11	Mol	Gas	Stomatellidae	<i>Stomatella sp.2</i>		indet
248	G006	12	Mol	Gas	Trochidae	<i>Trochus sp.</i>		her
POLYPLACOPHORA								
249	Y001	1	Mol	Polyplac	Polyplacophora	indet. 1		indet
SIPUNCULA								
250	H000	1	Sip	Sip	Sipuncula	indet (fragments)		indet
251	H001	2	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 1		sd/
252	H002	3	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 2		sd/
253	H003	4	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 3		sd/
254	H004	5	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 4		sd/
255	H005	6	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 5		sd/
256	H006	7	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 6		sd/
257	H007	8	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 7		sd/
258	H008	9	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 8		sd/
259	H009	10	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 9		sd/
260	H010	11	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 10		sd/
261	H011	12	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 11		sd/
262	H012	13	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 12		sd/
263	H013	14	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 13		sd/
264	H014	15	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 14		sd/
265	H015	16	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 15		sd/
266	H016	17	Sip	Sip	Sipuncula	indet. 16		sd/
VERTEBRATA								
267	V001	1	Ver	Ost	Callionymidae	Callionymidae indet.		car
268	V004	2	Ver	Ost	Callionymidae	<i>Callionymus sp.</i>		car
269	V002	3	Ver	Ost	Gobiidae	Gobiidae indet.		car
270	V003	4	Ver	Ost	Percophidae	Percophidae idet.		car
271	V005	5	Ver	Ost	Poisson	Osteichtes indet.		car

MEGAFaUNE / MEGAFaUNA

N	CR	N2	Phylum	Taxon	Familie / family	Espèce / species	Auteur	Régime
CRUSTACEA								
272		1	Art	Ano	Paguridae	indet.		
273		2	Art	Bra	Crabe	indet.		
274		3	Art	Bra	Dinomenidae	indet.		
275		4	Art	Bra	Majidae	<i>Micippa phylla</i>	(Herbst, 1803)	
276		5	Art	Bra	Parthenopidae	<i>Parthenope (Rhinolambrus) sp.</i>		
277		6	Art	Bra	Pilumnidae	<i>Pilumnus sp.</i>		
278		7	Art	Iso	Isopoda	indet.		
279		8	Art	Mac	Alpheidae	indet.		
280		9	Art	Mac	Alpheidae	<i>Natantia sp.</i>		
281		10	Art	Mac	Alpheidae	sp.		
282		11	Art	Mac	Galatheididae	<i>Galathea sp.</i>		
283		12	Art	Mac	Galatheididae	indet.		
284		13	Art	Mac	Pontonidae	indet.		
ECINODERMATA								
285		1	Ecd	Ast	Oreasteridae	<i>Pentacaster alveolatus</i>	(Perrier, 1875)	
286		2	Ecd	Ast	Oreasteridae	<i>Protoreaster nodosus</i>	(L., 1758)	
287		3	Ecd	Ast	Pterasteridae	<i>Euretaster insignis</i>	(Sladen, 1882)	
288		4	Ecd	Eda	Spatangidae	<i>Marelia planulata</i>	(Lamarck, 1816)	
289		5	Ecd	Hol	Holothuriidae	<i>Actinopyga spinea</i>	(Quoy & Gaimard, 1833)	
290		6	Ecd	Hol	Holothuriidae	<i>Bohadschia maculisparsa</i>	Cherbonnier & Féral, 1985	
291		7	Ecd	Hol	Holothuridae	<i>Holothuria (Halodeima) edulis</i>	Lesson, 1830	
292		8	Ecd	Hol	Holothuriidae	<i>Holothuria (metrialla) sp.</i>		
293		9	Ecd	Hol	Stichopodidae	<i>Thelenota anax</i>	H.-L. Clark, 1921	
294		10	Ecd	Hol	Synaptidae	<i>Polyplectana kefersteini</i>	(Selenka, 1867)	
295		11	Ecd	Oph		Ophiures spp.		
296		12	Ecd	Oph		Ophiuridae indet.		
MOLLUSCA								
297		1	Mol	Biv	Amussidae	<i>Amusium japonicum balloti</i>	(Bernardi, 1861)	
298		2	Mol	Biv	Maclidae	<i>Maclra sp.</i>		
299		3	Mol	Biv	Pectinidae	<i>Comptopallium vexillum</i>	(Reeve, 1853)	
300		4	Mol	Biv	Pectinidae	<i>Mimachlamys gloriosa</i>	(Reeve, 1853)	
301		5	Mol	Biv	Veneridae	<i>Lioconcha sp. (juv)</i>		
302		6	Mol	Biv		huitre/oyster indet		
303		7	Mol	Gas	Buccinidae	Buccinidae (ventricosus)		
304		8	Mol	Gas	Phenacolepadidae	indet		
305		9	Mol	Gas	Strombidae	<i>Strombus epidromus</i>	(L., 1758)	
306		10	Mol	Gas	Xenophoridae	<i>Xenophora sp.</i>		
VERTEBRATA								
307		1	Ver	Ost	Apogonidae	<i>Sphaeramia orbicularis</i>	(Kuhl & VanHasselt, 1828)	
308		2	Ver	Ost	Gobidae	<i>Valencienna sp.</i>		

PORIFERA						
309	1	Por	Por	Callispongiidae	<i>Callispongia aerizusa</i>	(Levi,)
310	2	Por	Por		R122	
311	3	Por	Por		indet grise / indet gray	
312	4	Por	Por		indet	
313	5	Por	Por		indet rouge / indet red	
COELENTERATA						
314	1	Coe	Act	Boloceroiidae	<i>Bolocerooides macmurrichi</i>	?
315	2	Coe	Mad	Caryophylliidae	<i>Heterocyathus aequicostatus</i>	(Edwards & Haine, 1848)
316	3	Coe	Mad	Dendrophylliidae	<i>Heteropsammia cochlea</i>	(Spengler, 1981)
317	4	Coe	Mad	Trachyphylidae	<i>Trachyphylia geofroyi</i>	(Audouin, 1826)
318	5	Coe	Oct	Nephtidae	indet	
319	6	Coe	Oct	Alcyoniidae	<i>Spongodes merletti</i>	
PROCHORDA						
320	6	Pro	Pro	Didemnidae	<i>Polysyncrator thallosomorpha</i>	?
CTENOPHORA						
321	1	Cte	Cte	Ctenophora	<i>Benthoplana meteoris</i>	
FORAMINIFERA						
323	1	For	For	Foraminifera	<i>Marginopora vertebralis</i>	
BRYOZOA						
324	1	Bry	Bry	Bryozoa	indet	

MACROFLORE / MACROFLORA

N	CR	N2	Phylum	Taxon	Famille / family	Espèce / species	Auteur
ANGIOSPERMOPHYTA							
325		1	Ang	Mag	Posidoniaceae	<i>Halodule uninervis</i>	(Forsk.) Ascherson
326		2	Ang	Mag	Hydrocharitaceae	<i>Halophila ovalis</i>	(R. Brown) Hooker
327		3	Ang	Mag	Hydrocharitaceae	<i>Halophila decipiens</i>	Ostenfield
CHLOROPHYTA							
328		1	Chl	Chl	Caulerpaceae	<i>Caulerpa bikiniensis</i>	Taylor
329		2	Chl	Chl	Caulerpaceae	<i>Caulerpa cupressoides</i>	(West) C. Agardh
330		3	Chl	Chl	Caulerpaceae	<i>Caulerpa racemosa (var. clavifera)</i>	(Turner) Weber van Bosse
331		4	Chl	Chl	Caulerpaceae	<i>Caulerpa serrulata</i>	(Forsk.) J. Agardh
332		5	Chl	Chl	Caulerpaceae	<i>Caulerpa sertularioides</i>	(Gmelin) Howe
333		6	Chl	Chl	Caulerpaceae	<i>Caulerpa laxifolia</i>	(Vahl) C. Agardh
334		7	Chl	Chl	Udoteaceae	<i>Halimeda cylindracea</i>	Decaisne
335		8	Chl	Chl	Udoteaceae	<i>Halimeda incrassata</i>	(Ellis) Lamouroux
336		9	Chl	Chl	Udoteaceae	<i>Halimeda maculosa</i>	Decaisne
337		10	Chl	Chl	Udoteaceae	<i>Udotea orientalis</i>	Yamada
PHAEOPHYTA							
338		1	Pha	Pha	Dictyotaceae	<i>Lobophora variegata</i>	(Lamouroux) Womersley
RHODOPHYTA							
339		2	Rho	Rho	Galaxauraceae	<i>Galaxaura sp.</i>	
340		3	Rho	Rho	Rhodomelaceae	<i>Acanthophora spicifera</i>	(Setchell) Kraft
341		4	Rho	Rho	Rhodomelaceae	<i>Digenia simplex</i>	(Wulfen) C. Agardh
342		5	Rho	Rho	Rhodomelaceae	<i>Laurencia sp.</i>	
343		6	Rho	Rho	Gigartinales	indet. 1	
344		7	Rho	Rho	Rhodophyta	indet. 1	
345		8	Rho	Rho	Rhodophyta	indet. 2	
CYANOBACTERIA							
346		1	Cya	Cya	Lyngbiaceae	<i>Lyngbia sp.</i>	

INDEX

CR*	N1	CR	N1	CR	N1	CR	N1	CR	N1	CR	N1	CR	N1	CR	N1	CR	N1	CR	N1	CR	N1	CR	N1	
A000	99	B012	194	B041	222	D012	129	F014	151	H010	260	P010	52	P035	58	P061	98	P086	83	R006	175			
A001	100	B013	210	B043	188	D013	130	F015	145	H011	261	P011	38	P036	40	P062	85	P087	47	R007	176			
A002	101	B014	201	B044	231	D014	126	F016	146	H012	262	P012	84	P037	49	P063	87	P088	94	R008	177			
A003	102	B015	211	B045	229	D015	123	G000	242	H013	263	P013	26	P038	2	P064	20	P089	12	R009	178			
A004	103	B016	212	B046	206	D016	121	G001	237	H014	264	P014	28	P039	69	P065	37	P090	39	R010	179			
A005	104	B017	209	B047	235	D017	131	G002	240	H015	265	P015	34	P040	41	P066	45	P091	93	R011	180			
A006	105	B018	204	B048	220	D018	114	G003	244	H016	266	P016	33	P041	78	P067	9	P092	5	R012	181			
A007	106	B019	213	B049	233	D019	112	G004	241	I001	133	P017	75	P042	59	P068	46	P093	48	R013	182			
A008	107	B020	214	B050	192	D020	113	G005	245	I002	134	P018	62	P043	16	P069	95	P094	97	R014	183			
A009	108	B022	198	B051	236	E000	162	G006	248	I003	135	P019	4	P044	15	P070	51	P095	55	S001	155			
A010	109	B025	218	B052	224	E001	161	G007	246	I004	136	P020	17	P045	86	P071	11	P096	92	S002	156			
A011	110	B026	225	B053	217	E002	163	G008	247	L001	186	P021	76	P047	53	P072	35	P097	81	S003	157			
A012	111	B027	219	BB	154	F000	139	G009	238	L002	185	P022	63	P048	10	P073	70	P098	82	S004	158			
B000	197	B028	191	C001	132	F001	137	G010	243	L003	187	P023	67	P049	64	P074	71	Q000	169	T001	159			
B001	207	B029	232	D001	125	F002	140	G011	239	M001	153	P024	77	P050	43	P075	50	Q001	164	V001	267			
B002	223	B031	215	D002	120	F003	141	H000	250	P000	1	P025	56	P051	79	P076	88	Q002	165	V002	269			
B003	193	B032	203	D003	128	F004	147	H001	251	P001	7	P026	42	P052	3	P077	13	Q003	166	V003	270			
B004	205	B033	228	D004	127	F005	148	H002	252	P002	24	P027	72	P053	18	P078	30	Q004	167	V004	268			
B005	199	B034	216	D005	116	F006	142	H003	253	P003	21	P028	57	P054	65	P079	36	Q005	160	V005	271			
B006	208	B035	202	D006	117	F007	138	H004	254	P004	22	P029	6	P055	44	P080	89	Q006	168	Y001	249			
B007	190	B036	230	D007	124	F009	149	H005	255	P005	73	P030	8	P056	60	P081	31	R001	170	Z001	184			
B008	227	B037	196	D008	122	F010	143	H006	256	P006	66	P031	23	P057	61	P082	96	R002	171					
B009	195	B038	189	D009	115	F011	150	H007	257	P007	74	P032	32	P058	80	P083	90	R003	172					
B010	221	B039	226	D010	119	F012	144	H008	258	P008	29	P033	68	P059	19	P084	91	R004	173					
B011	200	B040	234	D011	118	F013	152	H009	259	P009	25	P034	27	P060	54	P085	14	R005	174					

* Signification des codes / Meaning of letter codes

A = Amphipode B = Bivalve BB = Pycnogonida C = Cumacea D = Brachyura + Anomura E = Echinoidea F = Macroure G = Gastropoda H = Sipuncula I = Isopoda L = Lophophora M = Mysidacea P = Polychaeta Q = Ophiuroidea R = Reste S = Stomatopoda T = Tanaldea V = Ostelchthyes Y = Polyplacophora Z = Anemone

Acronymes / Abbreviations

Liste des taxons supérieurs et acronymes correspondants (en gras). List of superior taxa and their corresponding abbreviations (bold).

Acr	Phylum	Phylum/classe	Sous classe	Ordre	type
Abb	Phylum	Phylum/class	Subclasse	Order	type
Lop	Lophophora	Pho Brachio	Phoronida Brachiopoda		
Mol	Mollusca	Biv Gas Polypla	Bivalvia Gastropoda Polyplacophora		
Sip	Sipuncula				
Ann	Annelida	Pol	Polychaeta		
Art	Arthropoda	Cru	Crustacea	Sto Cum Tan Iso Amp Decapoda Decapoda Decapoda	Stomatopoda Cumacea Tanaldea Isopoda Amphipoda Mac Bra Anomura
Ecd	Echinodermata	Pyc Eno Oph Ast Hol	Pycnogonida Echinoidea Ophiuroidea Asterozoa Holothuroidea		
Coe	Cnidaria	Anthozoa	Anthozoa	Hexacorallaria Oct Octacorallaria	Act Med Actiniaria Medusozoa
Cte	Ctenophora				
Por	Porifera				
Bry	Bryozoa				
For	Foraminifera				
Pro	Prochordata				
Ver	Chordata Vertebrata	Ost	Osteichthyes		
Ang	Angiospermophyta	Mag	Magnoliophyta		
Chl	Chlorophyta				
Rho	Rhodophyta				
Pha	Phaeophyta				
Cya	Cyanobacteria				

Régime trophique / Trophic regime

CAR	carnivores
FIL	suspensivores / filterfeeders
HER	herbivores
NSDF	dépositivores non-sélectifs / non-selective depositfeeders
SDF	dépositivores sélectifs / selective depositfeeders
INDET	indéterminé / undetermined

C. Poids moyens individuels - *Mean individual weights*

Annexe C: Poids moyens individuels (g PMSSC) pour les taxons de la macrofaune. CR=Codes de référence utilisés dans l'annexe B. *Mean individual weights (g AFDW) for the taxa of the macrofaune. Codes refer to species codes in Appendix B.*

Espèce / species	CR	Moyenne	N	Ecart Type / SD
Amphipode indet. 6	A006	0.00084	5	0.00048
Tellinidae indet. 1	B001	0.00321	7	0.00114
<i>Tellina robusta</i>	B002	0.00110	1	0.00000
<i>Fragum scruposum</i>	B003	0.00360	4	0.00435
Tellinidae indet. 2	B006	0.00595	6	0.00795
<i>Tellina (Tellinella) exulta</i> ?	B010	0.00670	1	0.00000
Tellinidae indet. 3	B013	0.00740	1	0.00000
Tellinidae indet. 5	B016	0.00070	2	0.00000
<i>Ctena cf bella</i>	B022	0.02983	3	0.01097
<i>Tellina sp. ?</i>	B026	0.00300	1	0.00000
<i>Tellina (Pinguitellina) robusta</i>	B027	0.00982	5	0.00277
<i>Gafrarium menkei</i>	B036	0.39961	49	0.14343
<i>Ensiculus cultellus</i>	B037	0.06490	1	0.00000
<i>Anadare antiquata</i>	B038	2.13000	2	0.52326
<i>Codakia tigerina</i>	B039	1.89000	1	0.00000
<i>Tapes variegatus</i>	B040	0.08650	1	0.00000
<i>Tellina crucigera</i>	B041	0.36000	1	0.00000
<i>Thalamita sp.</i>	D004	0.01180	2	0.01372
<i>Macrophthalmus latreilli</i>	D007	0.00337	6	0.00210
<i>Brissopsis luzonica</i>	E001	0.02680	1	0.00000
Alpheidae indet.1	F001	0.00747	6	0.00350
Palaemonidae indet. 2	F005	0.00130	1	0.00000
Phoronida indet 1	L001	0.00110	56	0.00156
Isopoda indet. 1	I001	0.00328	4	0.00147
<i>Lingula anatina</i>	P002	0.00067	21	0.00044
Phoronida indet 2	P003	0.00560	1	0.00000
Spionidae indet. 1	P005	0.00225	12	0.00073
<i>Aonides sp.</i>	P006	0.00136	199	0.00118
<i>Eunice sp.</i>	P008	0.00251	19	0.00177
Cirratulidae Cirratulinae indet. 1	P009	0.00076	34	0.00087
<i>Goniada sp.</i>	P011	0.00238	6	0.00220
<i>Syllis sp.</i>	P012	0.00024	11	0.00002
Cirratulidae Cirratulinae indet. 2	P013	0.00066	44	0.00019
<i>Arabella iricolor</i>	P014	0.00387	305	0.00704
<i>Nematonereis sp.</i>	P015	0.00300	136	0.00419
<i>Marphysa sp.</i>	P016	0.00405	13	0.00485
<i>Megalomma sp.</i>	P018	0.00342	21	0.00083
Amphinomidae indet. 1	P019	0.01609	11	0.00374
Capitellidae indet. 1	P020	0.00190	1	0.00000
Polycheata indet. 2	P028	0.00219	87	0.00039
<i>Pseudoeurothoe sp.</i>	P029	0.00112	15	0.00096
Aphroditidae indet. 1	P030	0.00273	3	0.00162
<i>Mediomastus sp.</i>	P031	0.00037	11	0.00006
Eunicidae Arabellinae indet.	P032	0.00087	12	0.00053
Maldanidae Euclymeninae indet.	P036	0.00202	21	0.00150
<i>Armandia sp.</i>	P037	0.00101	19	0.00104
<i>Prionospio sp. 3</i>	P039	0.00351	28	0.00694
Phoronida indet 2	L003	0.00452	13	0.00038
Aphroditidae indet. 3	P048	0.00110	1	0.00000
Spionidae indet. 7	P051	0.00130	1	0.00000
Capitellidae indet. 3	P059	0.01350	1	0.00000
<i>Glycera sp.</i>	P065	0.00350	1	0.00000
<i>Ophelina sp.</i>	P070	0.00330	1	0.00000
<i>Prionospio sp. 4</i>	P073	0.01565	2	0.00000
<i>Prionospio sp. 5</i>	P074	0.00085	2	0.00000
Polychaeta indet. 2	P028	0.00245	13	0.00000
Ophiuræ indet. 1	Q001	0.01233	4	0.01432
<i>Clorida sp.</i>	S001	0.00780	1	0.00000
Stomatopoda indet. 1	S002	0.00200	1	0.00000
Callionymidae indet.	V001	0.00110	1	0.00000
Gobiidae indet.	V002	0.00343	3	0.00266
Callionymus sp.	V004	0.00620	1	0.00000

D. Densités par station (macrofaune) - *Densities per station (macrofauna)*

Annexe D. Densités absolues et relatives des groupes zoologiques (moyennes et écart types par station). *Absolute and relative densities of the zoological groups (means and SD per station).*

DENSITES DES GROUPES ZOOLOGIQUES (Ind/m²)

Moyenne / Mean STATION	POL	MOL	CRU	ECD	PHO	VARIA	TOTAL
SM1-65	126.67	28.00	2.67	2.67	37.33	1.33	198.67
SM1-100	778.67	45.33	9.33	0.00	37.33	14.67	885.33
SM1-150	413.33	32.00	12.00	0.00	5.33	8.00	470.67
SM1b-100	694.67	21.33	81.33	9.33	1944.00	18.67	2769.33
SM7-100	326.67	186.67	386.67	80.00	0.00	73.33	1053.33
N04	446.67	53.33	76.67	13.33	0.00	0.00	600.00
N20	83.33	10.00	13.33	3.33	0.00	10.00	120.00
SMS	210.00	40.00	50.00	16.67	96.67	70.00	483.33
N30	133.33	10.00	30.00	6.67	0.00	6.67	186.67
N40	466.67	110.00	86.67	13.33	3.33	50.00	730.00
M intertid	439.56	35.11	8.00	3.89	26.67	8.00	518.22
M subtidal	268.00	46.67	51.33	10.67	20.00	27.33	424.00
M sub+int	332.33	42.33	35.08	7.00	22.50	20.08	459.33
M total	368.00	54.67	74.87	14.53	212.40	25.27	749.73

Ecart type / Standard Deviation STATION	POL	MOL	CRU	ECD	PHO	VARIA	TOTAL
SM1-65	19.73	0.00	4.62	4.62	26.63	2.31	41.05
SM1-100	85.45	4.62	12.86	0.00	20.13	8.24	109.86
SM1-150	79.43	31.24	12.00	0.00	6.11	4.00	54.60
SM1b-100	252.87	6.11	49.37	6.11	736.52	15.14	532.43
SM7-100	11.55	58.59	151.44	26.46	0.00	28.87	160.42
N04	126.62	32.15	66.58	15.28	0.00	0.00	206.64
N20	51.32	10.00	15.28	5.77	0.00	10.00	72.11
SMS	95.39	26.46	36.06	11.55	55.08	45.83	92.92
N30	41.63	17.32	10.00	11.55	0.00	5.77	28.87
N40	40.41	55.68	5.77	5.77	5.77	26.46	52.92
intertidal	326.79	9.08	4.81	1.54	18.48	6.67	345.79
subtidal	178.18	41.90	30.79	5.48	42.88	30.86	263.08
int + sub	237.77	32.60	32.42	6.59	34.06	25.63	275.85
total	239.06	54.96	114.15	23.74	609.20	28.22	773.04

DENSITES RELATIVES DES GROUPES ZOOLOGIQUES (%)

Moyenne / Mean STATION	POL	MOL	CRU	ECD	PHO	VARIA	TOTAL
SM1-65	63.76	14.09	1.34	1.34	18.79	0.67	100.00
SM1-100	87.95	5.12	1.05	0.00	4.22	1.66	100.00
SM1-150	87.82	6.80	2.55	0.00	1.13	1.70	100.00
SM1b-100	25.08	0.77	2.94	0.34	70.20	0.67	100.00
SM7-100	31.01	17.72	36.71	7.59	0.00	6.96	100.00
N04	74.44	10.56	12.78	2.22	0.00	0.00	100.00
N20	69.44	8.33	11.11	2.78	0.00	8.33	100.00
SMS	43.45	8.28	10.34	3.45	20.00	14.48	100.00
N30	71.43	5.36	16.07	3.57	0.00	3.57	100.00
N40	63.93	15.07	11.87	1.83	0.46	6.85	100.00
M intertid	84.82	6.78	1.54	0.17	5.15	1.54	100.00
M subtidal	63.21	11.01	12.11	2.52	4.72	6.45	100.00
M sub+int	72.35	9.22	7.64	1.52	4.90	4.37	100.00
total	49.08	7.29	9.99	1.84	28.33	3.37	100.00

Légende / Legend

POL = polychaeta
MOL = mollusca
CRU = crustacea
ECD = echinodermata
PHO = phoronida
VARIA = autres groupes /
other groups

E. Biomasse par station (macrofaune) - *Biomass per station (macrofauna)*

Annexe E. Biomasses absolues et relatives (MSCC) des groupes zoologiques et des groupes trophiques (moyennes et écart types par station).
Absolute and relative biomasses (AFDW) of the zoological and trophic groups (means and SD per station).

BIOMASSE DES GROUPES ZOOLOGIQUES (g/m²)

Moyenne / Mean	POL	MOL	CRU	ECD	PHO	VARIA	TOTAL
Station							
SM1-65	0.399	10.669	0.117	0.057	0.005	0.008	11.266
SM1-100	0.532	9.317	0.052	0.035	0.103	0.025	10.064
SM1-150	1.130	14.925	0.015	0.061	0.015	0.010	16.156
N04	0.789	0.150	0.208	0.089	0.035	0.000	1.271
N20	0.873	0.025	0.006	0.000	0.004	0.011	0.918
SM5	1.975	0.272	0.113	0.087	0.154	0.000	2.601
N30	0.300	0.002	0.600	0.041	0.000	0.000	0.943
N40	2.584	1.400	0.124	0.164	0.007	0.154	4.433
M intertidal	0.887	11.837	0.081	0.051	0.041	0.014	12.492
M subtidal	1.304	0.370	0.210	0.076	0.040	0.033	2.033
total	1.073	4.695	0.164	0.067	0.040	0.026	5.955

Ecart type / Standard Deviation	POL	MOL	CRU	ECD	PHO	VARIA	TOTAL
Station							
SM1-65	0.172	9.854	0.074	0.057	0.005	0.014	9.609
SM1-100	0.510	2.474	0.014	0.061	0.037	0.016	2.103
SM1-150	0.379	12.736	0.006	0.068	0.017	0.014	12.356
N04	0.769	0.259	0.208	0.156	0.033	0.000	1.071
N20	0.813	0.043	0.010	0.000	0.006	0.020	0.797
SM5	1.558	0.471	0.074	0.076	0.232	0.000	1.219
N30	0.239	0.004	0.923	0.071	0.000	0.000	0.762
N40	0.217	1.922	0.129	0.188	0.006	0.257	2.165
M intertidal	0.389	2.927	0.052	0.014	0.054	0.009	3.229
M subtidal	0.642	0.586	0.229	0.061	0.065	0.068	1.503
total	0.807	6.054	0.192	0.049	0.057	0.052	6.766

BIOMASSE DES GROUPES TROPHIQUES (g/m²)

Moyenne / Mean	CAR	FIL	HER	NSDF	SDF	INDET	TOTAL
Station							
SM1-65	0.296	10.551	0.000	0.012	0.269	0.127	11.256
SM1-100	0.364	6.691	0.000	0.041	2.783	0.185	10.064
SM1-150	0.872	14.951	0.000	0.031	0.291	0.212	16.156
N04	0.255	0.035	0.000	0.108	0.547	0.327	1.271
N20	0.444	0.107	0.000	0.072	0.099	0.195	0.918
SM5	1.302	0.160	0.000	0.063	0.789	0.268	2.601
N30	0.220	0.015	0.000	0.035	0.637	0.036	0.943
N40	1.620	0.010	0.000	0.084	2.451	0.268	4.433
M intertidal	0.444	10.731	0.000	0.028	1.115	0.175	12.492
M subtidal	0.768	0.066	0.000	0.076	0.905	0.219	2.033
total	0.647	4.065	0.000	0.056	0.963	0.202	5.955

Ecart type / Standard Deviation	CAR	FIL	HER	NSDF	SDF	INDET	TOTAL
Station							
SM1-65	0.249	9.961	0.000	0.010	0.138	0.097	9.603
SM1-100	0.371	6.141	0.000	0.048	4.380	0.119	2.106
SM1-150	0.495	12.694	0.000	0.043	0.078	0.177	12.356
N04	0.212	0.033	0.000	0.154	0.786	0.292	1.071
N20	0.511	0.158	0.000	0.096	0.012	0.280	0.797
SM5	1.351	0.243	0.000	0.090	0.505	0.171	1.219
N30	0.274	0.025	0.000	0.008	0.920	0.055	0.762
N40	0.752	0.010	0.000	0.015	2.041	0.119	2.165
M intertidal	0.201	4.133	0.000	0.014	1.445	0.043	3.229
M subtidal	0.648	0.066	0.000	0.027	0.902	0.112	1.506
total	0.529	5.946	0.000	0.033	1.036	0.091	6.766

BIOMASSE RELATIVE DES GROUPES ZOOLOGIQUES (%)

Moyenne / Mean	POL	MOL	CRU	ECD	PHO	VARIA	TOTAL
Station							
SM1-65	3.55	94.79	1.04	0.50	0.04	0.07	100.00
SM1-100	5.29	92.57	0.52	0.36	1.02	0.25	100.00
SM1-150	6.99	92.38	0.09	0.38	0.10	0.06	100.00
N04	62.11	11.78	16.33	7.03	2.75	0.00	100.00
N20	95.05	2.69	0.62	0.00	0.40	1.24	100.00
SM5	75.92	10.46	4.33	3.96	5.93	0.00	100.00
N30	31.80	0.25	63.60	4.36	0.00	0.00	100.00
N40	58.29	31.57	2.79	3.71	0.17	3.48	100.00
M intertidal	5.50	93.15	0.45	0.41	0.33	0.12	100.00
M subtidal	64.14	18.18	10.32	3.76	1.97	1.63	100.00
total	18.01	77.16	2.59	1.12	0.68	0.44	100.00

BIOMASSE RELATIVE DES GROUPES TROPHIQUES (%)

Moyenne / Mean	CAR	FIL	HER	NSDF	SDF	INDET	TOTAL
Station							
SM1-65	2.63	93.74	0.00	0.11	2.39	1.13	100.00
SM1-100	3.62	66.49	0.00	0.40	27.66	1.84	100.00
SM1-150	4.16	92.54	0.00	0.19	1.80	1.31	100.00
N04	20.07	2.75	0.00	8.49	43.00	25.69	100.00
N20	48.34	11.69	0.00	7.89	10.82	21.26	100.00
SM5	50.04	6.17	0.00	3.18	30.32	10.29	100.00
N30	23.30	1.56	0.00	3.70	67.60	3.85	100.00
N40	36.56	0.23	0.00	1.89	55.29	6.04	100.00
M intertidal	3.55	85.90	0.00	0.22	8.92	1.40	100.00
M subtidal	37.78	3.22	0.00	3.75	44.49	10.75	100.00
total	10.86	68.26	0.00	0.98	16.61	3.39	100.00

Légende / Legend

POL = polychaeta
MOL = mollusca
CRU = crustacea
ECD = echinodermata
PHO = phoronida
VARIA = autres groupes / other groups
CAR = carnivores
FIL = suspensivores / filterfeeders
HER = herbivores
NSDF = dépositivores non-sélectifs / non-selective deposit feeders
SDF = dépositivores sélectifs / selective deposit feeders
INDET = indéterminé / undetermined

F. Biomasse par station (mégafaune, macroflore) - *Biomass per station (megafauna, macroflora)*

Annexe F. Biomasses absolues et relatives (MSCC) des groupes zoologiques de la mégafaune (moyennes et écart types par station) et biomasses végétales absolues (moyennes et écart types par station). *Absolute and relative biomasses (AFDW) of the zoological groups of the megafauna (means and SD per station) and absolute vegetal biomasses (means and SD per station).*

BIOMASSE DES GROUPES ZOOLOGIQUES - MEGAFaUNE (g/m²)

Moyenne / Mean								SD
Station	CNI	MOL	CRU	ECD	SPO	VARIA	TOTAL	Ecart type
N04	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00	
N20	0.000	0.000	0.000	1.159	0.000	0.000	1.16	2.47
SM5	0.525	0.591	0.032	1.803	0.035	0.005	2.99	3.09
N30	0.003	0.003	0.001	2.265	0.010	0.005	2.29	4.99
N40	0.143	0.078	0.022	2.732	0.043	0.011	3.03	5.48
total	0.134	0.134	0.011	1.592	0.018	0.004	1.89	1.30

BIOMASSE VEGETALE - STATIONS SUBTIDALES (g/m²)

Station	Mean	SD
	Moyenne	Ecart type
N04	0.01	0.01
N20	0.00	
SM5	15.08	8.71
N30	0.00	0.01
N40	3.16	3.43
total	3.65	6.53

Légende / Legend

CNI=cnidaria
MOL = mollusca
CRU = crustacea
ECD = echinodermata
SPO=porifera
VARIA = autres
groupes / other groups

BIOMASSE VEGETALE - STATIONS INTERTIDALES: JUIN et SEPTEMBRE 1997(g/m²)

Moyenne / Mean		
Station	Jun-97	Sep-97
SM1-65	23.78	15.85
SM1-100	32.85	13.50
total	28.32	14.68

BIOMASSE RELATIVE DES GROUPES ZOOLOGIQUES (%)

Moyenne / Mean								
Station	CNI	MOL	CRU	ECD	SPO	VARIA	TOTAL	
N20	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00	
SM5	17.54	19.76	1.08	60.27	1.18	0.16	100.00	
N30	0.13	0.11	0.03	99.04	0.45	0.23	100.00	
N40	4.72	2.58	0.72	90.21	1.42	0.36	100.00	
total	7.08	7.10	0.58	84.08	0.93	0.22	100.00	

BIOMASSE DES PIGMENTS CHLOROPHYLLIENS (mg/m²)

Station	Chl a		Phaeo		% moy
	Mean	SD	Mean	SD	
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type	
N04	45.51	23.21	154.64	24.96	22.74
N20	13.89	2.79	83.36	5.77	14.29
SM5	38.66	22.78	51.41	23.08	42.92
N30	19.13	11.10	99.27	12.62	16.16
N40	24.16	8.74	72.56	24.73	24.98
total	28.27	13.35	92.25	38.98	