

CONVENTIONS
SCIENCES DE LA MER
BIOLOGIE MARINE

N° 25

1999

Influence des rejets d'une ferme aquacole sur l'environnement littoral

« La Pénéide de Ouano »

ORGANISMES BENTHIQUES

RAPPORT FINAL

Claire GARRIGUE
Carole BACH
Bertrand RICHER de FORGES
Georges BARGIBANT
Pascal HAMEL
Pierre LABOUTE
Alain LAPETITE

Convention ORSTOM/FREMER/GIE-RA
96/1212586 du 12 novembre 1996

CONVENTIONS
SCIENCES DE LA MER
BIOLOGIE MARINE

N° 25

1999

Influence des rejets d'une ferme aquacole
sur l'environnement littoral

« La Pénéïde de Ouano »

ORGANISMES BENTHIQUES

RAPPORT FINAL

Claire GARRIGUE
Carole BACH
Bertrand RICHER de FORGES
Georges BARGIBANT
Pascal HAMEL
Pierre LABOUTE
Alain LAPETITE

Convention ORSTOM/FREMER/GIE-RA
96/1212586 du 12 novembre 1996



Institut de recherche
pour le développement

© IRD, Nouméa, 1999

/Garrigue, C.
/Bach, C.
/Richer de Forges, B.
/Bargibant, G.
/Hamel, P.
/Laboute, P.
/Lapetite, A.

Influence des rejets d'une ferme aquacole sur l'environnement littoral.
« La Pénéide de Ouano ». organismes benthiques. Rapport final

Nouméa : IRD. Mai 1999. 43 p.
Conventions : Sci. Mer ; Biol. Mar. ; 25

RESUME

Un suivi de l'évolution des peuplements benthiques de la baie de Chambeyron, presqu'île de Ouano, a été réalisé entre mai 1995 et décembre 1998 afin d'évaluer l'impact, sur l'environnement, des rejets d'une ferme aquacole de crevettes. La première campagne a eu lieu en avril et mai 1995, lors de la mise en eau de la ferme. Quatre campagnes ont ensuite été réalisées, deux en saison chaude et deux en saison fraîche. Treize stations, réparties de l'arrière mangrove jusque vers la sortie de la baie, ont été visitées. Les prélèvements ont porté sur la majeure partie des compartiments benthiques : mégafaune, macrofaune, macroflore et microflore. Ils ont permis de caractériser l'environnement benthique et d'examiner les changements intervenus au cours du suivi. Trois écosystèmes sont présents dans la baie : des fonds envasés, un platier corallien partiellement mort et un herbier de phanérogames. Chaque écosystème a été étudié en terme de composition et de structure benthique. L'évolution des paramètres étudiés montre une diminution de la diversité taxonomique de la baie ainsi qu'une transformation de la structure de la communauté benthique des petits fonds d'herbier qui se traduit par une disparition des mollusques bivalves filtreurs au profit du développement de petits mollusques gastéropodes appartenant au groupe trophique des dépositivores sélectifs. Aucun lien entre les changements observés et les rejets de la ferme aquacole n'a pu être mis en évidence jusqu'à maintenant et l'on pense que les conditions climatiques très particulières survenues au cours des derniers mois de l'étude pourraient avoir eu un effet sur l'environnement benthique de la baie.

ABSTRACT

A benthic sampling survey of the Chambeyron bay, Ouano peninsula, have been carried out between may 1995 and December 1998 in order to assess the impact of a prawn farm. The first survey occurred in April-May 1995, right after the production started. Then four surveys were carried out, two in summer and two in winter. The benthic samples have been collected on 13 stations covering the bay and back mangroves. Most of the benthic compartments have been studied : megafauna, macrofauna, macroflora and microflora. The results help to characterise the benthic environment and allow to analyse the changes that occurred during the survey. Three ecosystems are covering the bay, they are muddy bottoms, partially dead reef flat and a seagrass meadow. Each of them have been analysed in term of benthic composition and structure (faunistic and trophic). Some changes have been observed in the bay, they are : a decrease of the taxonomic diversity and a very important variation of the benthic structure in the shallow seagrass meadows where a decrease of suspensivores bivalves and an increase of a small gasteropods belonging to the surface deposit feeder have been observed. Until now, no relation to the farm activity have been found. The unusual climatic conditions that occurred during the last months of the survey could be related to the observed benthic changes.

SOMMAIRE

RÉSUMÉ - ABSTRACT.....	2
SOMMAIRE	3
INTRODUCTION.....	4
PRESENTATION DU SITE.....	4
MATÉRIELS ET METHODES	5
• Sites de prélèvement	6
• Calendrier des prélèvements	7
• Protocole expérimental	7
• Paramètres calculés.....	8
RESULTATS	10
• Les écosystèmes de la baie de Chambeyron.....	11
• <i>Utilisation de l'imagerie aérienne</i>	11
• <i>Diversité</i>	11
• Les peuplements végétaux.....	11
• <i>Composition</i>	11
• <i>Analyse quantitative</i>	12
• <i>Les pigments chlorophylliens</i>	13
• Les peuplements animaux.....	14
• <i>Richesse taxonomique : distribution, compositions zoologique et trophique et évolutions</i>	14
• <i>Abondance : distribution, compositions zoologique et trophique et évolutions</i>	17
• <i>Biomasse : distribution, compositions zoologique et trophique et évolutions</i>	22
CONCLUSIONS ET PROSPECTIVES.....	26
• Conclusions.....	27
• Prospectives.....	27
BIBLIOGRAPHIE	28
LISTES DES FIGURES ET DES TABLEAUX	29
ANNEXE 1 - LISTE DES ORGANISMES BENTHIQUES.....	30
ANNEXE 2 - BIOMASSE DE LA MEGAFAUNE	35
ANNEXE 3 - MESURES COMPLEMENTAIRES.....	38
ANNEXE 4 - COMMUNICATIONS A DES CONGRES.....	41

INTRODUCTION

Cette étude est réalisée dans le cadre d'une convention entre l'IRD (ex ORSTOM, Institut de Recherche pour le Développement), l'IFREMER et le GIE-recherche Aquacole. Son objectif consiste à évaluer l'impact des rejets d'une ferme aquacole sur les écosystèmes littoraux. Cette étude s'intègre parfaitement dans la problématique du programme ECOTROPE de l'IRD qui vise à étudier l'influence des apports terrigènes et anthropiques sur les écosystèmes côtiers du pacifique. Les travaux réalisés par l'IRD portent sur la sédimentologie, le pico-phytoplancton et les zoo et phytobenthos. Le présent document traite des résultats du benthos uniquement.

L'étude des écosystèmes benthiques de la baie de Ouano a débuté en 1995. Un premier échantillonnage a été effectué en mai afin d'identifier les peuplements en place avant la mise en service de la ferme aquacole. Un suivi des peuplements benthiques de la baie a ensuite été réalisé pour évaluer l'impact des rejets de la ferme sur les écosystèmes benthiques.

PRESENTATION DU SITE

La station d'aquaculture de crevettes "La Pénéide de Ouano", d'une surface d'environ trente hectares, est située sur la côte ouest de Nouvelle-Calédonie, au fond de la baie de Chambeyron, vers la presqu'île de Ouano (La Foa). Les bassins se trouvent dans la zone à salicorne en arrière de la mangrove et sont délimités par des levées de terre ; leur réalisation n'a nécessité aucun creusement. La mangrove n'a été détruite que sur une faible surface au niveau du canal de captage des eaux. Le pompage a lieu dans une zone peu profonde de la mangrove à l'ouest de la ferme du côté de l'entrée de la baie. Après pompage, l'eau est stockée dans un "canal d'amenée" d'où elle est distribuée par gravité aux différents bassins. Les moines de sorties ont été placés au niveau des points de collectage naturels des eaux. L'eau usée qui représente 15 à 30 % du volume des bassins, soit environ 70 000 m³ / jour, s'écoule ensuite librement à travers la mangrove. Cette ferme, opérationnelle depuis avril 1995, rejette des eaux chargées en éléments nutritifs en arrière de la mangrove.

Tableau 1. Apport journalier des rejets dans la baie, d'après Lemonnier et Brizard (1997).

Eléments particuliers (en tonnes) :	
❖ Matière en suspension	340
❖ Matière organique	95
❖ Chlorophylle a	0,125
❖ Phéophytine	0,04
❖ Carbone organique	23
❖ Azote particulaire	3,5
Eléments solubles (en kg) :	
❖ Ammonium (NH ₄)	82
❖ Nitrites et nitrates (NO ₂ , NO ₃)	14
❖ Azote organique	1225
❖ Azote total	1321
❖ Phosphate (PO ₄)	24,5
❖ Phosphate organique	120
❖ Phosphate total	145

La zone susceptible d'être "modifiée" comprend la baie très peu profonde et la mangrove qui la borde. La position géographique du site d'étude est comprise entre 165°48' et 165°50' de longitude Est et 21°50' et 21°51' de latitude Sud.

MATERIELS ET METHODES

• Sites de prélèvement

Les sites de prélèvement sont répartis sur trois radiales partant des moines, traversant la mangrove, et s'étendant à l'intérieur de l'herbier de phanérogames (Figure 1). Les prélèvements sont réalisés ainsi :

- à la sortie des moines, points de rejet des eaux des bassins : trois stations n°1, 2 et 3 ;
- dans la baie, en bordure de mangrove : trois stations n°4, 5 et 6 ;
- dans la portion de la baie s'étendant jusqu'au chenal ; 7 stations choisies en fonction de leur distance à la côte : quatre situées dans la baie, n° 7, 8, 9, 12 ; une sur le platier de l'îlot, n°10 ; deux dans le chenal, n°11 et 13.

Tableau 2. Liste des stations, profondeurs et coordonnées GPS.

Station	Profondeur (m)	Coordonnées GPS
1	0	Sortie du bassin n°1
2	0	Sortie du bassin n°5
3	0	Sortie du bassin n°8
4	1.2	21°50'49 S – 165°50'06 E
5	0.8	21°51'03 S – 165°50'02 E
6	1.3	21°51'07 S – 165°49'47 E
7	1.9	21°50'53 S – 165°49'49 E
8	1.5	21°50'32 S – 165°49'49 E
9	2.2	21°50'49 S – 165°49'26 E
10	1.0	21°50'21 S – 165°49'28 E
11	4.7	21°50'35 S – 165°49'04 E
12	0.8	21°50'05 S – 165°49'21 E
13	5.1	21°50'28 S – 165°48'37 E

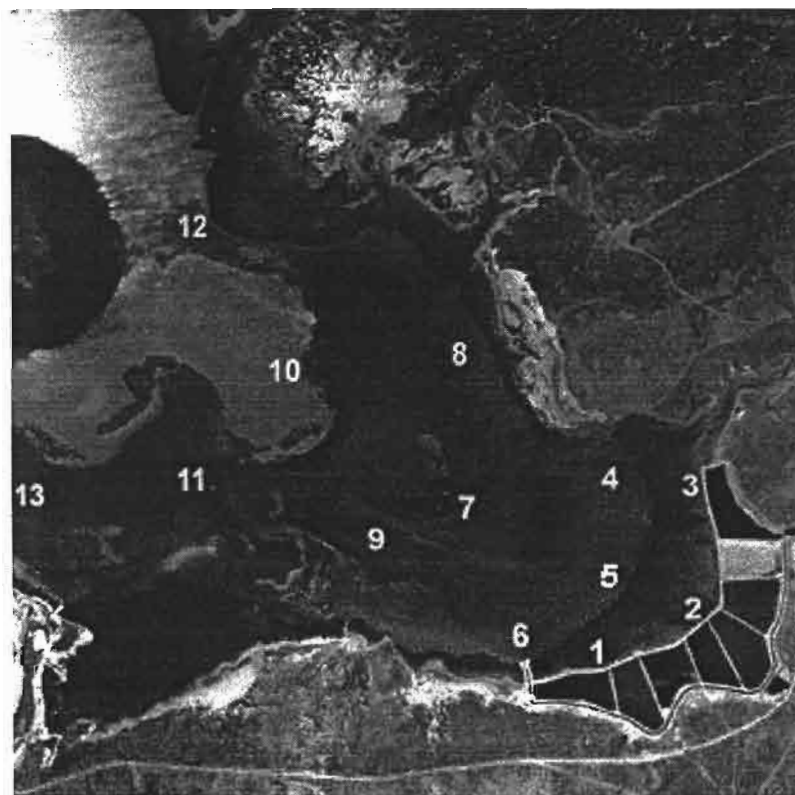


Figure 1. Photographie aérienne présentant l'emplacement des stations d'échantillonnages dans la baie de Chambeyron.

• Calendrier des prélèvements

Une première campagne a été réalisée en mai 1995 juste après la mise en eau d'une partie de la ferme aquacole (Asseline, 1995). Elle sert de point de référence.

Afin d'apprécier les transformations susceptibles d'affecter l'environnement un suivi temporel de l'évolution de la baie a été effectué sur plusieurs années. Deux périodes d'échantillonnage ont été retenues : l'une en saison chaude et l'autre en saison fraîche. Le calendrier établi sur une période de deux ans est le suivant :

Tableau 3. Calendrier des échantillonnages

Saison fraîche :	Période estivale :
• Hiver 97 : du 20 au 24 mai 1997	• Eté 98 : du 9 au 16 février 1998
• Hiver 98 : du 8 au 15 juin 1998	• Eté 99 : du 15 au 22 décembre 1998

• Protocole expérimental

Dans le cadre d'une étude des effets anthropiques les informations recherchées sont :

- la diversité spécifique S ;
- l'abondance A et la densité D ;
- la biomasse B.

Les méthodes d'échantillonnage utilisées permettent d'aborder la plupart des compartiments benthiques puisque la mégafaune, la macrofaune, la macroflore et la microflore sont récoltées. Seuls les organismes de la méiofaune et de la microfaune ne sont pas échantillonnés.

Les coordonnées de chaque station sont repérées à l'aide d'un GPS. Aux stations 1, 2 et 3, seule la microflore est échantillonnée. Pour les autres stations l'étude réalisée à méso-échelle, sur une surface de 100 m², porte sur l'ensemble des compartiments benthiques¹. A chaque station l'échantillonnage est réalisée le long d'un cordeau de 50 m déployé de l'intérieur vers l'extérieur de la baie (direction SE-NW).

❖ Mégafaune

Toute la mégafaune présente sur 100 m² est récoltée. Pour cela un plongeur effectue un aller-retour le long du cordeau et s'aidant d'une barre de 1 m, il récolte toute la mégafaune présente par tranche de 10 m X 1 m. Hors de l'eau, les taxa sont identifiés et leur abondance est comptée. Les échantillons sont conservés congelés pour l'estimation de la biomasse en poids de matière sèche sans cendre. S'ils sont trop volumineux des sous-échantillons sont prélevés (par exemple s'il y a 30 étoiles de mer dans un carré de 10 m², on en conservera 5 pour obtenir un poids moyen que l'on utilisera pour calculer la biomasse totale).

❖ Macrofaune

Epifaune

Le long du cordeau, à 0, 25 et 50 m, tous les végétaux présents à la surface du sédiment sont récoltés au ciseau sur une superficie de 0,10 m². A terre, ils sont lavés afin

¹ La station 5 s'étant révélée être très semblable aux stations 4 et 6, elle n'a plus été visitée dès le troisième échantillonnage.

d'isoler l'épifaune qui est tamisée sur maille de 5, 3 et 1 mm et conservés pour identification, mesure de l'abondance et de la biomasse.

Endofaune

A 0, 25 et 50 m, le substrat est récolté à la suceuse sur une surface de 0,10 m² et une profondeur de 0,2 m. A terre, les prélèvements sont tamisés sur maille de 5, 3 et 1 mm et conservés pour identification, mesure de l'abondance et de la biomasse.

Au laboratoire les organismes de la macrofaune (épifaune et endofaune) sont triés à l'œil nu. Ils sont conservés dans de l'alcool à 70% pour mesure de la diversité, de l'abondance et la biomasse.

❖ **Macroflore**

Herbier de phanérogame

A 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 m, le nombre de pousses (faisceaux) de phanérogames est compté dans un quadrat de 0,10 X 0,10 m (0,01 m²). Les feuilles sont ensuite récoltées pour mesures biométriques et estimation de la biomasse.

Algueraie

A 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 m, les macrophytes sont récoltées dans un quadrat de 0,25 m² pour estimation de la biomasse.

❖ **Epiphytes**

Les phanérogames sont constituées d'un stolon le long duquel croissent des ensembles de feuilles appelés faisceaux. A chaque station, 10 faisceaux de chaque espèce de phanérogame composant l'herbier sont récoltés. Les « épiphytes » présents sur chacune des feuilles constituant un faisceau sont délicatement détachées à l'aide d'un scalpel et conservés dans du formol à 10% pour mesure de leur biomasse par perte au feu. Les feuilles sont mesurées afin de calculer la surface foliaire. La manipulation est effectuée sur chacun des faisceaux.

❖ **Microflore**

A 10, 20, 30, 40 et 50 m, une carotte de 5,31 cm² est prélevée. Hors de l'eau, le premier centimètre est découpé et conservé au congélateur et à l'obscurité pour analyse des pigments photosynthétiques (chlorophylle et phéopigments) (Garrigue, 1998).

• **Paramètres calculés**

Les analyses faunistiques sont effectuées en regroupant les taxa par groupes zoologiques : mollusques, polychètes, crustacés. Les autres embranchements sont regroupés sous la mention divers. Elles sont également réalisées en classant les taxa selon leur appartenance aux différents groupes trophiques. Les groupes suivants sont utilisés : filtreurs, herbivores, dépositivores sélectifs et non sélectifs (tous ceux qui se nourrissent sur le film de particules présent sur ou dans les sédiments), carnivores, détritivores. Les indéterminés correspondent aux organismes dont le groupe trophique n'a pas pu être déterminé.

❖ **Diversité**

Les organismes de la faune (méga et macro) et de la flore (macro) sont séparés en morphospecies et identifiés aussi précisément que possible à l'aide des documents disponibles. La diversité est exprimée en nombre de taxa ou en pourcentage du nombre de taxa.

❖ L'abondance

L'abondance absolue est exprimée pour la faune en nombre d'individus dénombrés dans l'échantillon. La surface échantillonnée étant différente selon les compartiments benthiques (10 m² pour la mégafaune et 0,3 m² pour la macrofaune), l'abondance relative exprimant l'abondance en pourcentage du nombre d'individus permet de comparer l'importance des différents groupes zoologiques ou trophiques. La densité représente le nombre d'individus rapporté à une surface, ici le m².

❖ Biomasse

Pour tous les organismes récoltés, le poids de matière sèche (PMS) est mesuré pour chaque échantillon après passage à l'étuve à une température de 60°C jusqu'à obtention d'un poids constant. Le poids de cendre (PC) est obtenu par perte au feu ; la calcination se fait à 550°C pendant 3 h. Le poids de matière sèche sans cendre (PMSSC) est calculé ainsi et exprimé en g / m² :

$$\text{PMSSC} = \text{PMS} - \text{PC}$$

La biomasse est donc exprimée en g PMSSC / m² en g PMS / m² ou en pourcentage.

❖ Pigments photosynthétiques

Les sédiments sont lyophilisés. Les pigments sont ensuite extraits par 20 ml d'acétone à 90% pendant 18 à 24 h à l'obscurité et au réfrigérateur. Les extraits sont alors filtrés sur filtre GFC et préfiltre. Les densités optiques des filtrats obtenus sont lues au spectrophotomètre à 750 et 665 nm. Les solutions sont ensuite acidifiées avec de l'HCl 0,5N en quantité telle qu'elles atteignent 0,003 mol / l. Les densités optiques sont lues à nouveau à 750 et 665 nm. Les concentrations en chlorophylle *a* et en phéopigments sont calculées grâce aux équations de Lorenzen (1967). Les résultats sont exprimés en mg / m².

❖ Mesures complémentaires

A chaque station et lors de chaque prélèvement la température et la salinité de l'eau de surface sont mesurées à l'aide d'un thermomètre et d'un réfractomètre (Annexe 2).

Une carotte de sédiment est prélevée pour analyse granulométrique. Les sédiments sont séchés à l'étuve à 60°C pendant 48 h. Ils sont alors pesés, puis la fraction fine est séparée de la fraction sableuse par un tamisage humide sur tamis de mailles 63 microns (Chevillon, 1999 et 1990). Le pourcentage de lutites est alors calculé par différence de poids avant et après séparation. La fraction sableuse est tamisée pendant 15 mn sur une colonne granulométrique.

RESULTATS

• Les écosystèmes de la baie de Chambeyron

Trois types d'écosystèmes ont été identifiés dans la baie de Chambeyron ; ce sont dans l'ordre décroissant d'importance en superficie :

- les herbiers de phanérogames ;
- les fonds de vase molle ;
- les platiers coralliens morts.

Le nombre de stations échantillonnées diffèrent selon les milieux ; la surface échantillonnée est donc différente. Les stations 4, 6, 7, 8, 9 et 12 correspondent aux herbiers de phanérogames, les stations 11 et 13 aux fonds de vase molle, et la station 10 au platier corallien mort.

❖ Utilisation de l'imagerie aérienne pour l'estimation des biomasses de la baie

L'imagerie aérienne a été utilisée pour estimer la surface représentée par chaque station échantillonnée la baie. Chaque station a été caractérisée par un certain nombre de pixels ce qui a permis d'évaluer la surface occupée par chacune d'entre elles.

La superficie de l'herbier calculée sur une photographie de 1997 est de 209 hectares ; celle du chenal est de 15.5 hectares. La superficie du platier n'a pas été calculée.

❖ Diversité

Un total de 246 morphospecies, réparti en 13 taxa végétaux et 233 taxa animaux (annexe 1), a été identifié dans l'ensemble de la baie. Parmi les animaux, 16 appartiennent à la mégafaune qui regroupe des animaux d'une taille supérieure à 2 cm et le reste, soit 217 taxons sont des organismes de la macrofaune dont la taille est comprise entre 1 mm et 2 cm.

• Les peuplements végétaux

❖ Composition

La majeure partie des fonds meubles de la baie de Chambeyron est colonisée par un herbier de phanérogame composé d'un mélange de plusieurs espèces. On y trouve principalement : *Halodule uninervis* (HU), *Cymodocea serrulata* (CS) et *Cymodocea rotundata* (CR), *Thalassia hemprichii* (TH) accompagnées de *Syringodium isoetifolium* (SI), *Halophila ovalis* (HO) et *Halophila decipiens* (HD).

Le substrat du platier corallien mort qui borde l'îlot Ras est composé de sédiments grossiers colonisés par une algueraie à *Halimeda*. On y rencontre *Halimeda macroloba* et *Halimeda opuntia*. Selon les saisons elles sont épiphytées par des espèces de Rhodophyceae comme *Tolypocladia* sp.

Le substrat de vase molle présent dans le chenal est libre de toute végétation à l'exception de quelques stolons épars d'*Halophila decipiens*.

Le peuplement végétal dominant la baie est un herbier de phanérogames. La plupart des analyses ont donc porté sur cet herbier afin de comprendre sa structure et sa dynamique et de pouvoir suivre un éventuel impact de la ferme sur celui-ci.

❖ Analyse quantitative

Densité

La densité d'un herbier c'est à dire le nombre de faisceaux de phanérogames / m² donne une image de son état. Dans la baie la densité varie entre 990 et 3670 faisceaux / m². Elle est plus élevée en été. Les plus fortes densités ont été relevées aux stations les moins profondes (4, 6 et 8) les faisceaux y sont également plus petits. La densité maximale de 3670 faisceaux / m², a été observée à la station 4.

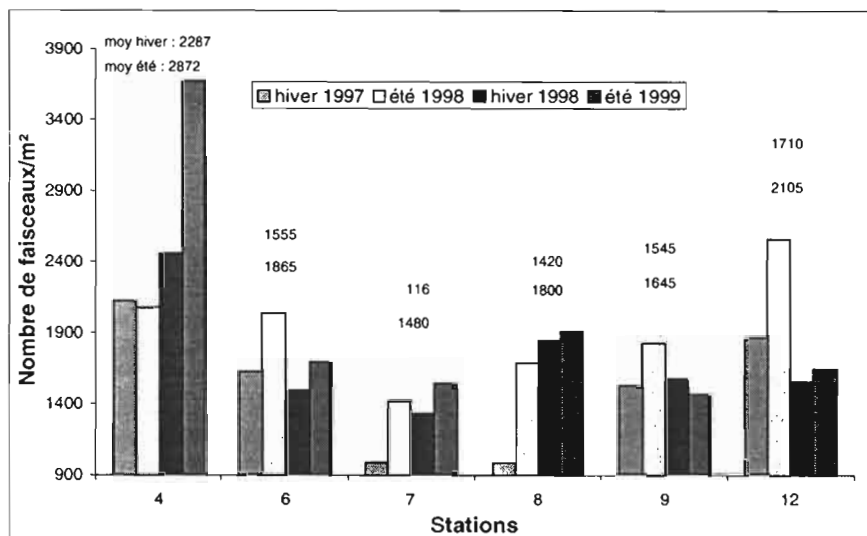


Figure 2. Densité de l'herbier de phanérogames.

Biomasse

Les biomasses aériennes sont plus élevées l'été que l'hiver. Pendant cette saison, elles représentent souvent plus de la moitié des biomasses souterraines et peuvent même être plus importantes que celles-ci.

On note qu'il n'y a pas de diminution notable des biomasses aériennes au cours de l'hiver 1998 et que ces biomasses sont plus élevées que celles relevées pendant les hivers 1995 et 1997. Au niveau spécifique, la biomasse de *Cymodocea rotundata* est généralement plus forte en été qu'en hiver.

L'augmentation significative de la biomasse végétale mesurée à la station 6 entre l'hiver 1995 et l'hiver 1997 s'est maintenue. Elle était due à un important développement de *Thalassia hemprichii*. La forte biomasse de la station 7 en été 1999 est également due à un développement de *T. hemprichii*.

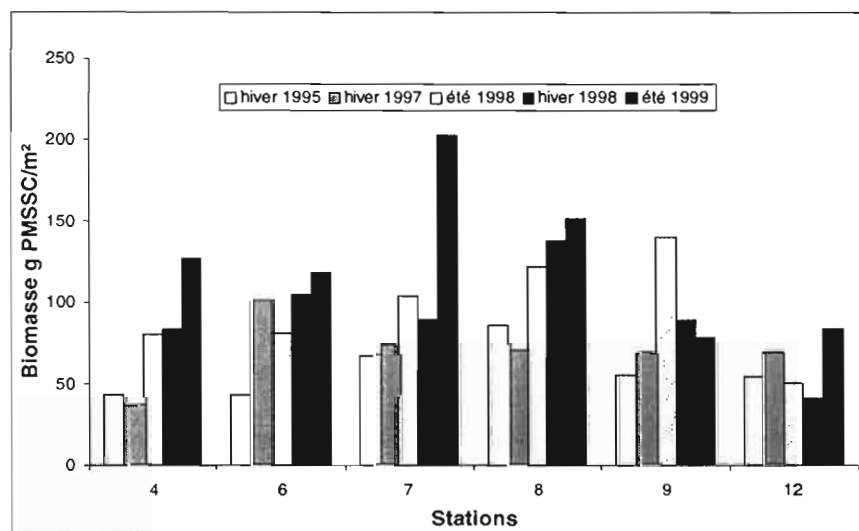
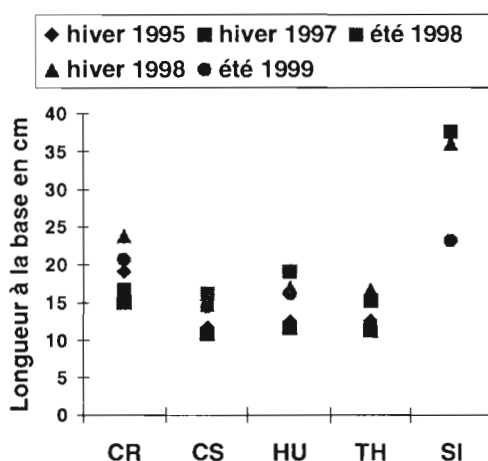


Figure 3. Biomasse de l'herbier de phanérogames.

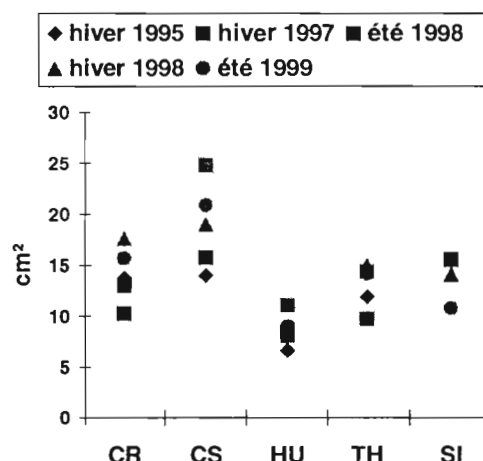
Biométrie

Pour toutes les espèces mesurées (TH, CR, CS et HU) la taille moyenne des faisceaux ainsi que la surface foliaire sont plus importantes l'été que l'hiver. Le nombre total de feuilles par faisceaux ainsi que le nombre de jeunes feuilles est également plus élevé en été. Ces observations montrent que la croissance des phanérogames est maximale en saison chaude.

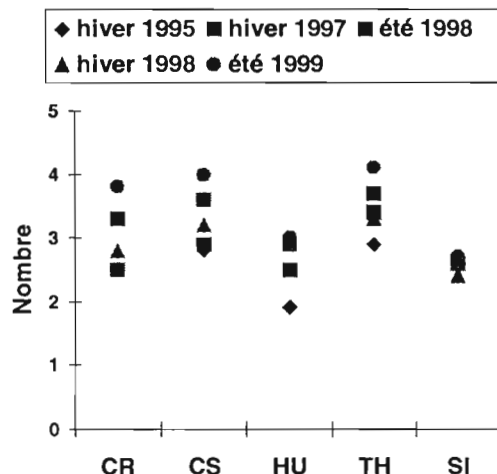
A



B



C



D

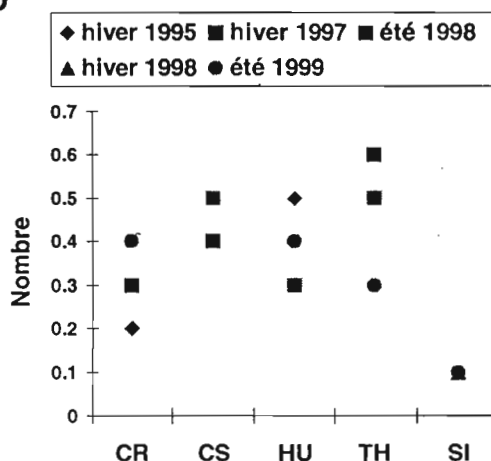


Figure 4. Biométrie des phanérogames: A - Longueur totale des feuilles (cm), B – Surface foliaire (cm²), C – Nombre total de feuilles, D – Nombre de jeunes feuilles.

❖ Les pigments chlorophylliens

D'une manière générale sur l'ensemble des stations, les quantités de chlorophylle *a* sont plus élevées l'été que l'hiver. Les plus fortes quantités ont été relevées aux stations 6, 8 et 12 qui sont les moins profondes.

Les quantités de pigments de dégradation, phéopigments, sont abondantes par rapport aux quantités de chlorophylle *a*, dans les deux stations envasées (11 et 13) qui correspondent au chenal de sortie des eaux de la baie.

• Les peuplements animaux

La macrofaune représente l'essentiel de la faune ; les analyses vont donc porter sur celle-ci.

❖ Richesse taxonomique : distribution, compositions zoologique et trophique et évolutions

Distribution et évolution

Le nombre de taxa identifiés dans la baie est de 217. Parmi ceux-ci, 30% ont été rencontrés sur le platier, 39% dans le chenal et 72% dans l'herbier qui avec ces 156 taxa est l'écosystème qui présente la plus forte richesse taxonomique.

Tableau 4. Evolution de la richesse taxonomique dans la baie de Chambeyron.

	Hiver 1997	Eté 1998	Hiver 1998	Eté 1999	Totale
Baie	92	144	112	79 (36%)	217
Platier	-	36	25	20 (31%)	65
Chenal	18	42	33	28 (33%)	85
Herbier	84	94	85	56 (36%)	156

Comme on peut le voir sur le tableau 4, la richesse taxonomique de la baie augmente en été 1998 et diminue en hiver 1998. Cette évolution laisse à penser que la diversité pourrait être plus élevée en été qu'en hiver. Pourtant la richesse taxonomique mesurée en été 99 ne représente que le tiers de la richesse totale et ceci dans chaque écosystème. Cette importante diminution reste à expliquer.

Composition zoologique et évolution

Considérant l'ensemble des prélèvements, le groupe zoologique le mieux représenté dans la baie est celui des mollusques (46% des taxa). Il est suivi par celui des polychètes (33%) puis par celui des crustacés (14%).

Cette répartition est stable dans le temps comme on peut le voir sur la figure 5.

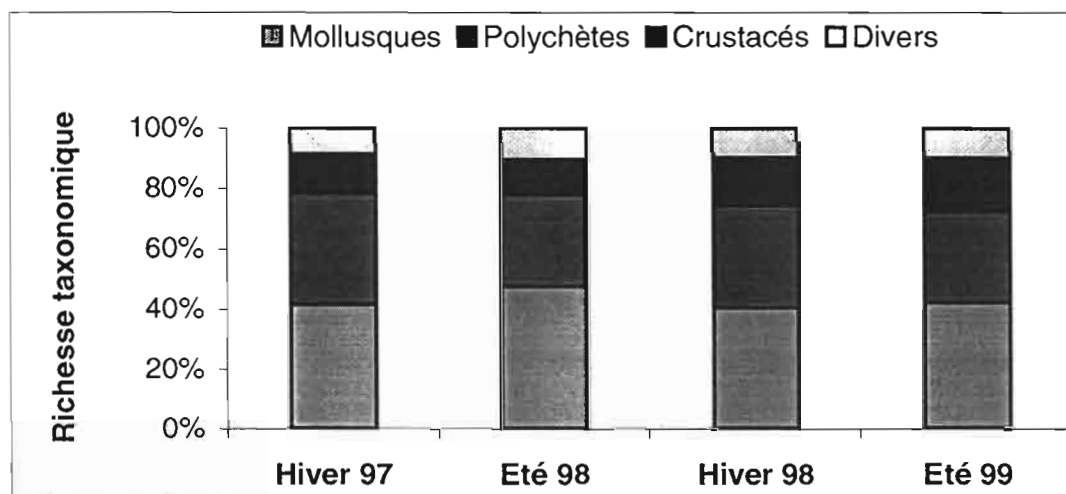


Figure 5. Evolution temporelle de la diversité zoologique de la baie (% de taxa).

Cette composition zoologique se retrouve dans tous les écosystèmes. Quelle que soit la saison, on note une dominance des mollusques, suivis par les polychètes, les crustacés et les divers.

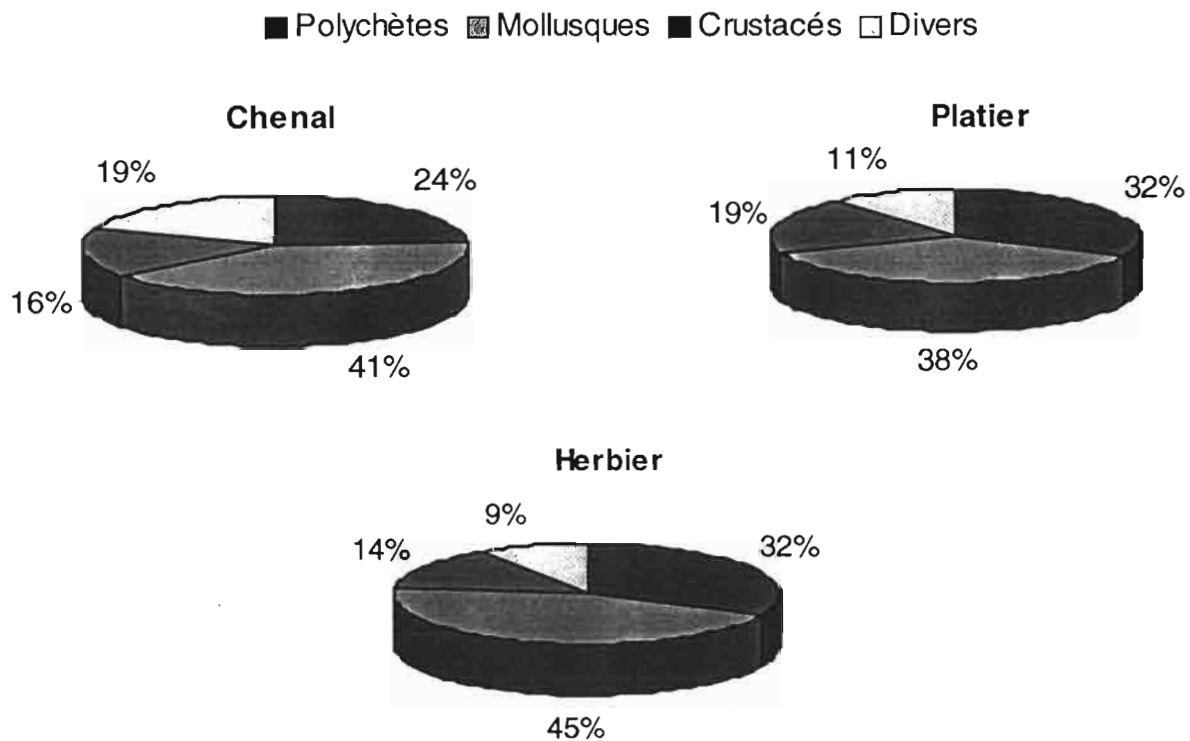


Figure 6. Composition zoologique de chaque écosystème, tous prélèvements confondus (% de taxa).

Dans certaines stations de l'herbier (6, 7 et 9), une réduction de la richesse taxonomique, essentiellement due à une diminution du nombre de taxa de polychètes et de mollusques, a été observée.

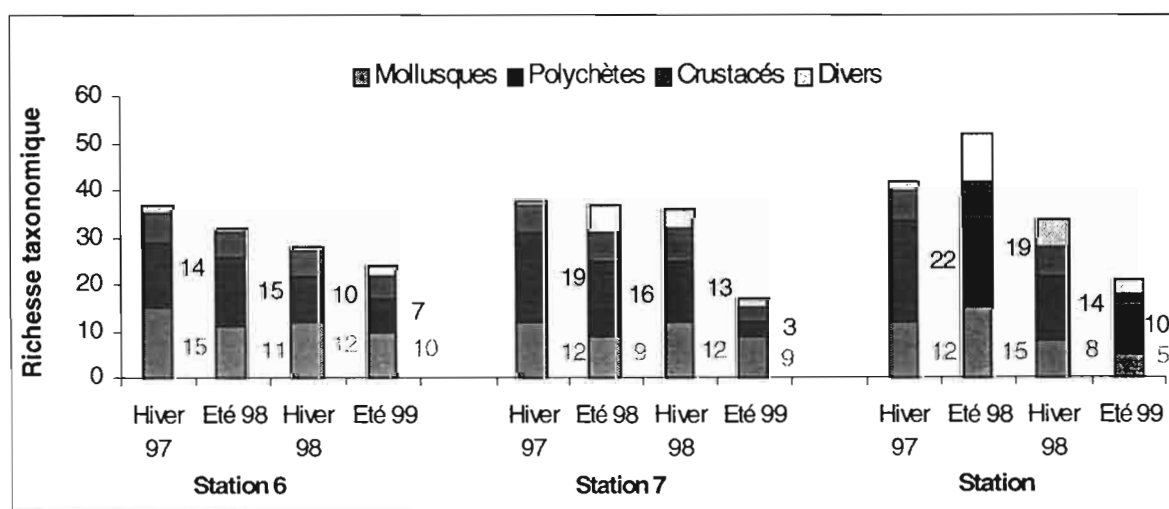


Figure 7. Evolution temporelle de la composition zoologique dans quelques stations d'herbier (nombre de taxa).

Composition trophique et évolution

Ce sont les carnivores qui dominent la baie avec 81 taxa sur les 217 identifiés, soit 27%. Ils sont suivis par les dépositivores de surface sélectifs et non-sélectifs (tous ceux qui se nourrissent sur le film de particules présent sur les sédiments) avec 62 taxa (29%), puis par les filtreurs avec 23 taxa (11%).

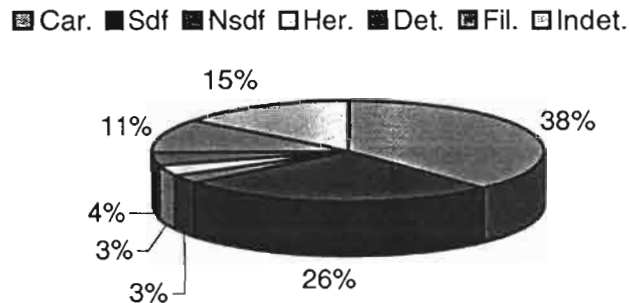


Figure 8. Composition trophique de la baie en % de taxa (Car. : carnivores, Sdf : dépositivores sélectifs, Nsdf : dépositivores non-sélectifs, Her. : herbivores, Det. : détritivores, Fil. : filtreurs, Indet. : indéterminés).

Sur la figure 9, on remarque que cette composition trophique des taxa est stable dans le temps à l'échelle de la baie.

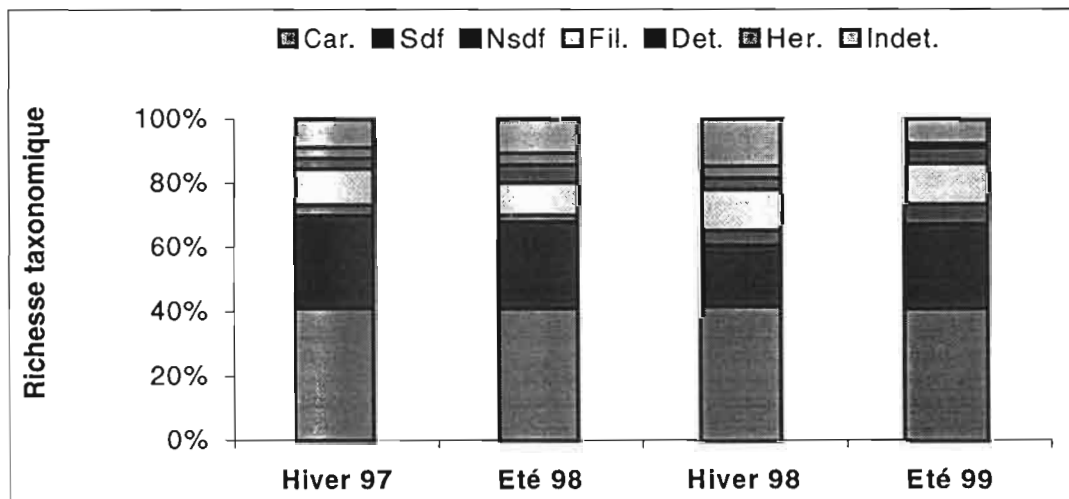


Figure 9. Evolution temporelle de la composition trophique de la baie (% de taxa).

Dans les trois écosystèmes, on retrouve une dominance des carnivores qui représentent 34 à 55% du nombre de taxa identifiés. Ils sont suivis par les dépositivores sélectifs avec 12 à 40% du nombre de taxa. Les filtreurs viennent en troisième position pour l'herbier et le platier tandis que pour le chenal ce sont les indéterminés.

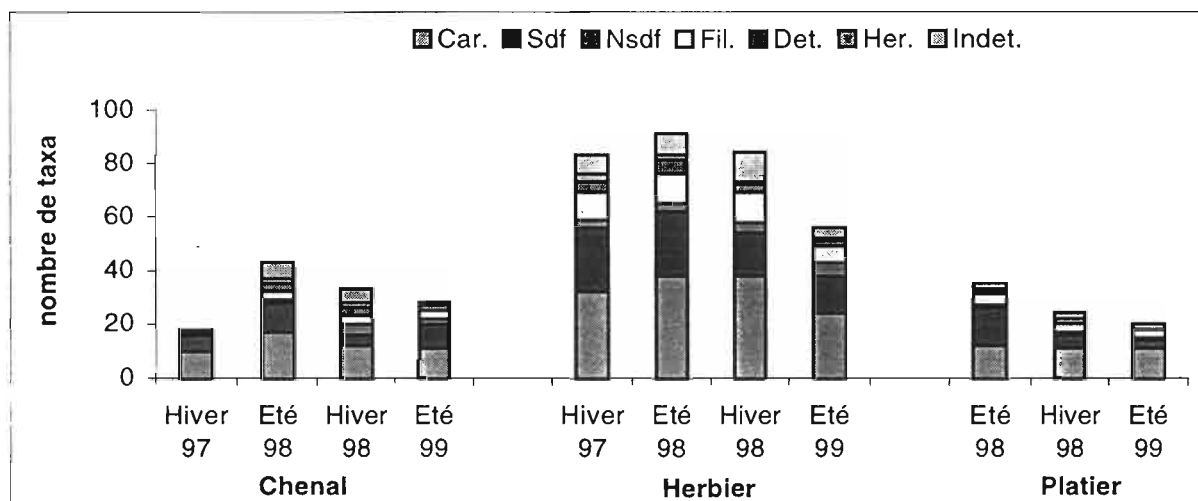


Figure 10. Evolution temporelle de la composition trophique de chacun des écosystèmes (nombre de taxa).

A part une légère diminution du nombre de taxa de carnivores en été 99 dans l'herbier ainsi que des dépositivores sélectifs à partir de l'hiver 98 au sein de l'herbier et du platier, la richesse taxonomique par groupe trophique est constante dans le temps dans les trois écosystèmes.

❖ Abondance : distribution, compositions zoologique et trophique et évolutions

Distribution et évolution

Les 3111 individus dénombrés dans la baie se répartissent ainsi : 155 sur le platier, 299 dans le chenal et 2657 dans l'herbier. On constate que la macrofaune est beaucoup plus abondante dans l'herbier que dans les autres milieux mais on doit tenir compte du fait que le nombre de stations échantillonnées est plus élevé dans cet écosystème. C'est pourquoi les densités, expression du nombre d'individus par unité de surface, ont également été calculées. Les plus fortes se rencontrent dans l'herbier.

Tableau 5. Densité des organismes de la macrofaune benthique pour chaque écosystème (nombre d'individus / m², (intervalle de confiance)).

	Hiver 1997	Eté 1998	Hiver 1998	Eté 1999	Moyenne
Platier	-	263 (24)	130 (23)	133 (26)	176 (45)
Chenal	50 (26)	178 (93)	147 (41)	123 (62)	125 (166)
Herbier	324 (92)	332 (96)	468 (212)	350 (106)	370 (118)

Tableau 6. Abondance absolue de la macrofaune benthique, dans la baie, pour chaque écosystème et par saison (nombre d'individus).

	Hiver 1997	Eté 1998	Hiver 1998	Eté 1999	Totale
Baie	613	781	697	750	3111
Platier	-	79	37	39	155
Chenal	30	107	88	74	299
Herbier	583	595	842	637	2657

L'abondance de la baie tend à augmenter en été (781 individus en 98 et 750 en 99). Cette tendance ne se retrouve pas dans les écosystèmes, notamment au niveau de l'herbier où la plus forte abondance a été mesurée en hiver 98.

Composition zoologique et évolution

Le groupe zoologique le plus abondant dans la baie est celui des mollusques avec 56% des organismes récoltés. Il est suivi par les polychètes (29%) puis par les crustacés (9%) et enfin par les divers (6%).

Cette répartition par groupe zoologique, stable dans le temps, s'accroît lors des deux derniers échantillonnages (figure 8). En effet, en hiver 98 et en été 99, l'abondance des mollusques augmente fortement ; elle représente plus de 60% des organismes dénombrés.

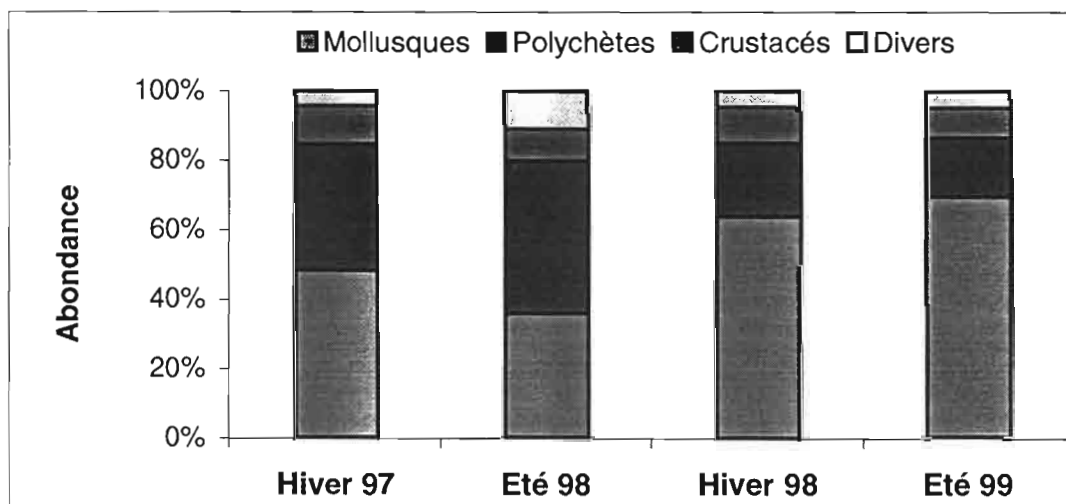


Figure 11. Evolution temporelle de l'abondance relative des groupes zoologiques de la baie.

Cette composition zoologique varie selon les écosystèmes (figure 12). Dans l'herbier, les mollusques et les polychètes sont également représentés en hiver 97 et en été 98. Par la suite on assiste à une très forte augmentation de l'abondance des mollusques (jusqu'à 581 individus) et parallèlement à une chute de celle des polychètes (jusqu'à 89 individus). Dans le chenal, l'abondance des polychètes augmente régulièrement au cours du temps (3 à 37 individus). Par contre le nombre de mollusques augmente en été 98, puis diminue. Sur le platier on observe une chute de l'abondance des mollusques (25 à 12 individus) et des polychètes (39 à 11 individus) tout au long de l'échantillonnage et une augmentation du nombre de crustacés (1 à 14 individus).

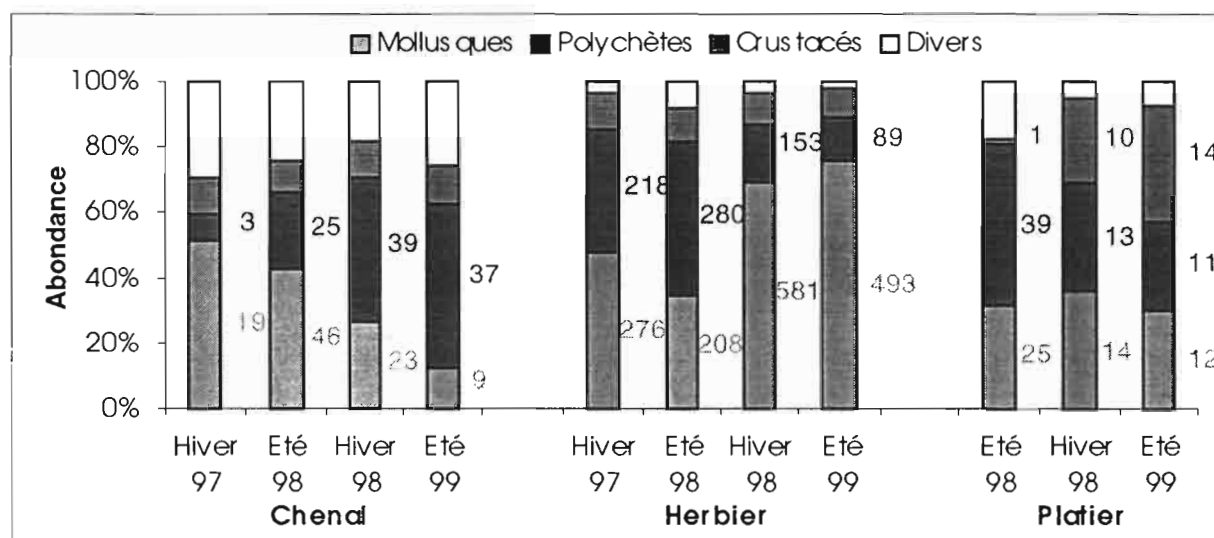


Figure 12. Evolution temporelle de l'abondance relative des groupes zoologiques de chacun des écosystèmes (les valeurs indiquées sont en nombre d'individus).

Le très fort accroissement du nombre de mollusques aux stations 4 et 6 en hiver 98 est responsable de l'abondance de cet embranchement dans l'herbier. Bien que moins importante, cette augmentation se poursuit en été 99.

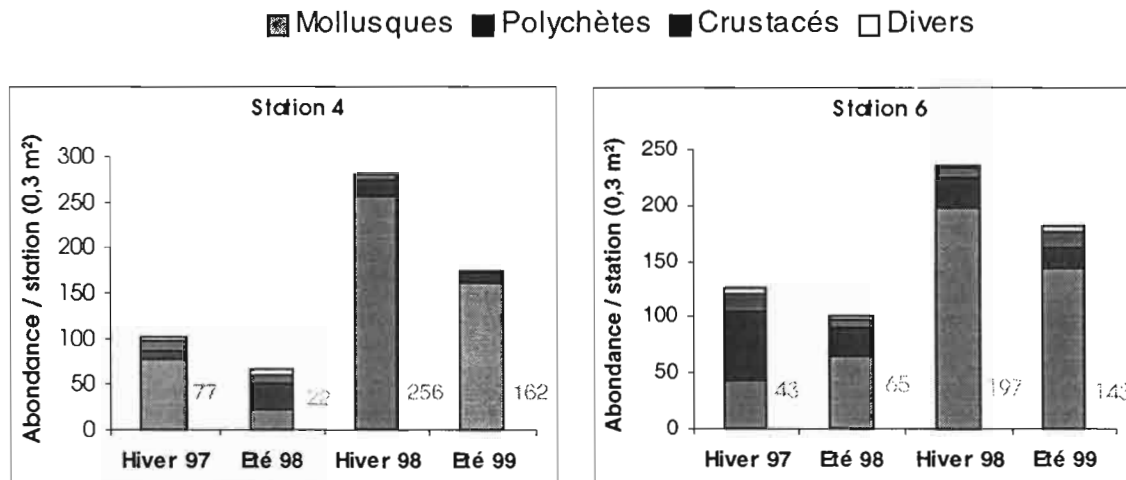


Figure 13. Evolution temporelle de l'abondance des groupes zoologiques aux stations 4 et 6.

De moindre importance, on note une diminution régulière des polychètes à la station 7 depuis le début du suivi, une augmentation de ce même groupe à la station 9 en été 98 et enfin une augmentation des mollusques à la station 12 avec accélération de cette tendance en été 99.

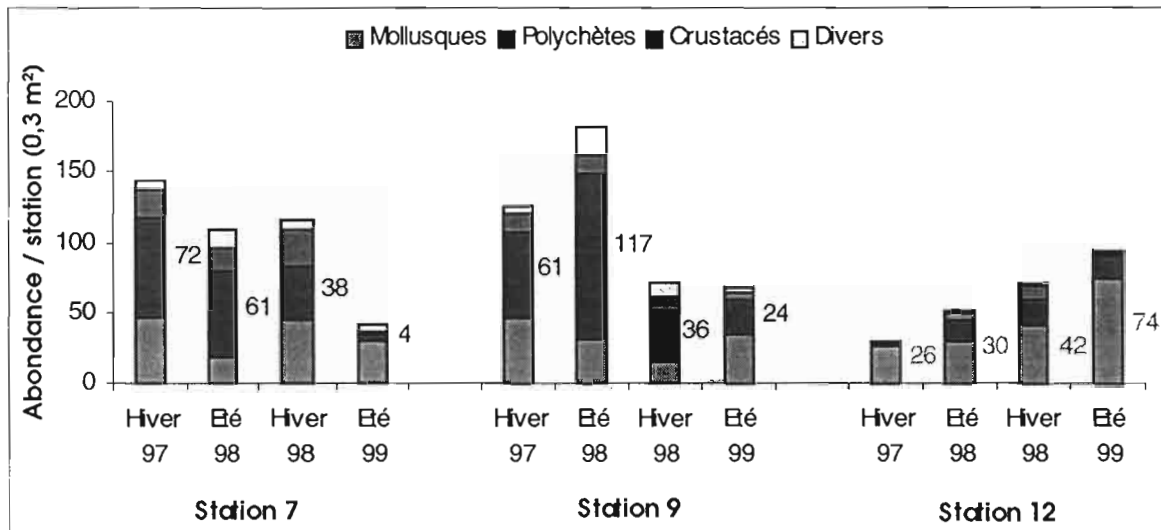


Figure 14. Evolution temporelle de l'abondance des groupes zoologiques aux stations 7, 9 et 12.

L'analyse des stations 4 et 6 permet d'identifier le responsable de l'augmentation de l'abondance de mollusques. C'est l'accroissement considérable d'une cérithie (*Cerithium* sp.) qui a provoqué cette évolution. L'abondance est passée de 11 à 244 individus et de 50 à 179 individus entre l'été 98 et l'hiver 98 aux stations 4 et 6 respectivement.

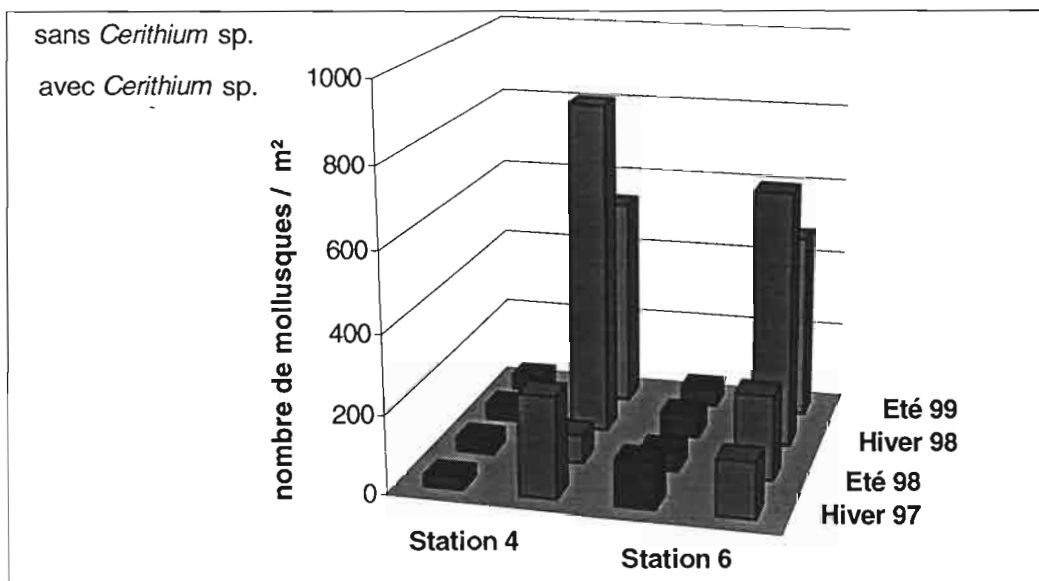


Figure 15. Evolution temporelle de la densité des mollusques (avec et sans *Cerithium* sp.) aux stations 4 et 6.

Composition trophique et évolution

Avec 1527 individus, le groupe trophique le mieux représenté dans la baie est celui des dépositores sélectifs. Il est suivi par celui des carnivores avec 750 individus puis par ceux des dépositores non sélectifs et des filtreurs avec respectivement 320 et 319 individus.

Les herbivores, les détritivores et les organismes dont le groupe trophique n'a pas pu être identifié sont présents en faible quantité et ne rassemblent à eux trois que 195 individus.

■ Car. ■ Sdf ■ Nsdf ■ Her. ■ Det. □ Fil. ■ Indet.

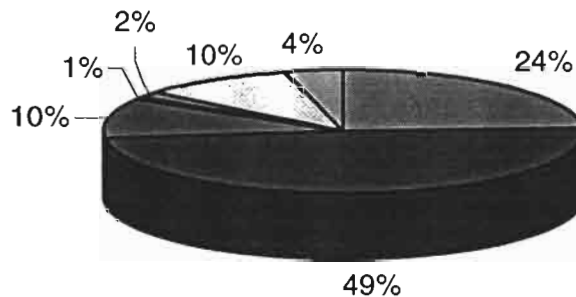


Figure 16. Abondance de chaque groupe trophique dans la baie (Car. : carnivores, Sdf : dépositivores sélectifs, Nsdf : dépositivores non-sélectifs, Her. : herbivores, Det. : détritivores, Fil. : filtreurs, Indet. : indéterminés).

Cette composition de l'abondance par groupe trophique est relativement homogène dans l'ensemble de la baie pour les deux premiers échantillonnages. Par la suite, on note une forte augmentation de la quantité des dépositivores sélectifs qui passent de 40% de l'abondance totale de la baie en hiver 97 à 65% en été 99.

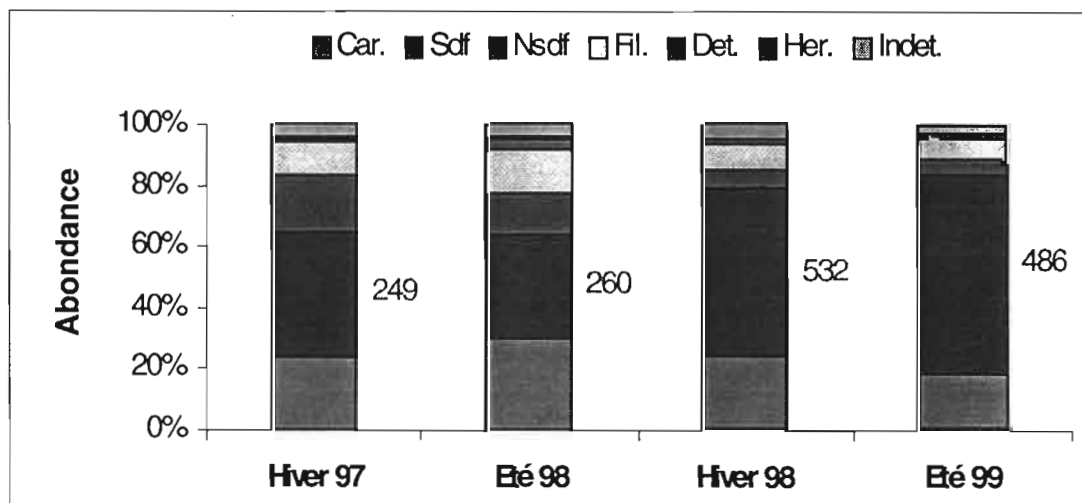


Figure 17. Evolution temporelle de l'abondance relative des groupes trophiques de la baie (les valeurs indiquées sont en nombre d'individus).

L'herbier est dominé par le groupe des dépositivores sélectifs qui représentent 34 à 76% de l'abondance. Par contre, au niveau du platier et du chenal, ce sont les carnivores qui sont les plus abondants (31 à 49%), les dépositivores sélectifs n'arrivent qu'en seconde position (10 à 50%).

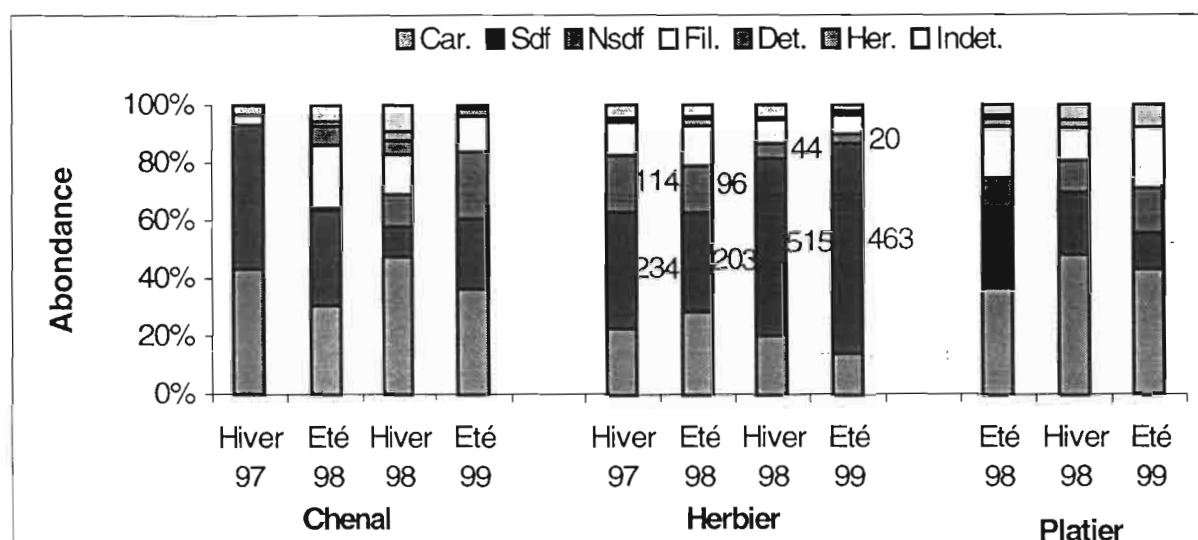


Figure 18. Evolution temporelle de l'abondance relative des groupes trophiques dans chaque écosystème (les valeurs indiquées sont en nombre d'individus).

La forte augmentation de dépositores sélectifs observée dans la baie se retrouve au niveau de l'herbier où leur abondance double entre l'hiver 97 (234 individus) et l'été 99 (463 individus). Parallèlement on assiste à une diminution progressive mais continue des dépositores non sélectifs qui passe de 114 individus en hiver 97 à 20 individus en été 99.

❖ Biomasse : distribution, compositions zoologique et trophique et évolutions

Distribution et évolution

La biomasse totale de la baie varie de 20,07 à 32,04 g PMSSC / m². La majeure partie, 94 à 97% de la biomasse totale, se trouve dans l'herbier. Les organismes du platier et du chenal ne représentent qu'une faible portion.

Tableau 7. Biomasse moyenne de la macrofaune en g PMSSC / m² (intervalle de confiance).

	Hiver 1997	Eté 1998	Hiver 1998	Eté 1999
Baie	30,70 (2,07)	32,04 (20,06)	21,55 (18,70)	20,07 (13,62)
Platier	-	0,52 (0,21)	1,34 (1,12)	0,43 (0,06)
Chenal	1,55 (1,41)	1,02 (0,83)	0,59 (0,54)	1,54 (0,98)
Herbier	42,80 (25,66)	47,63 (27,54)	31,90 (27,00)	29,52 (19,10)

Aucune évolution temporelle significative n'est relevée. On note simplement une diminution régulière de la biomasse dans l'herbier tout au long de notre échantillonnage.

Composition zoologique et évolution

Le groupe zoologique dominant est celui des mollusques ; il représente au minimum 95% de la biomasse des organismes récoltés quelle que soit la période d'échantillonnage. Le reste de la biomasse est équitablement réparti entre les autres groupes zoologiques.

La seule évolution temporelle consiste en une diminution de la biomasse des mollusques à partir de l'hiver 98.

Tableau 8. Répartition de la biomasse (g PMSSC / m²) par groupe zoologique et par saison pour l'ensemble de la baie.

	Hiver 1997	Eté 1998	Hiver 1998	Eté 1999
Mollusques	32,64 (20,14)	31,03 (20,02)	20,37 (18,52)	19,44 (13,63)
Polychètes	0,27 (0,11)	0,37 (0,15)	0,39 (0,21)	0,18 (0,06)
Crustacés	0,47 (0,24)	0,29 (0,14)	0,67 (0,44)	0,21 (0,13)
Divers	0,36 (0,23)	0,35 (0,18)	0,11 (0,12)	0,24 (0,19)

La répartition de la biomasse par groupe zoologique est différente dans chacun des écosystèmes. Dans l'herbier, les mollusques dominent largement ; ils constituent plus de 90% de la biomasse. Au niveau du platier, les polychètes sont les plus importants ; ils représentent avec environ 60% de la biomasse en été et hiver 98. Une légère diminution est cependant observée en été 99. Dans le chenal, aucun groupe ne se distingue au cours des deux premiers échantillonnages ; en été 99 les mollusques constituent le groupe zoologique le mieux représenté.

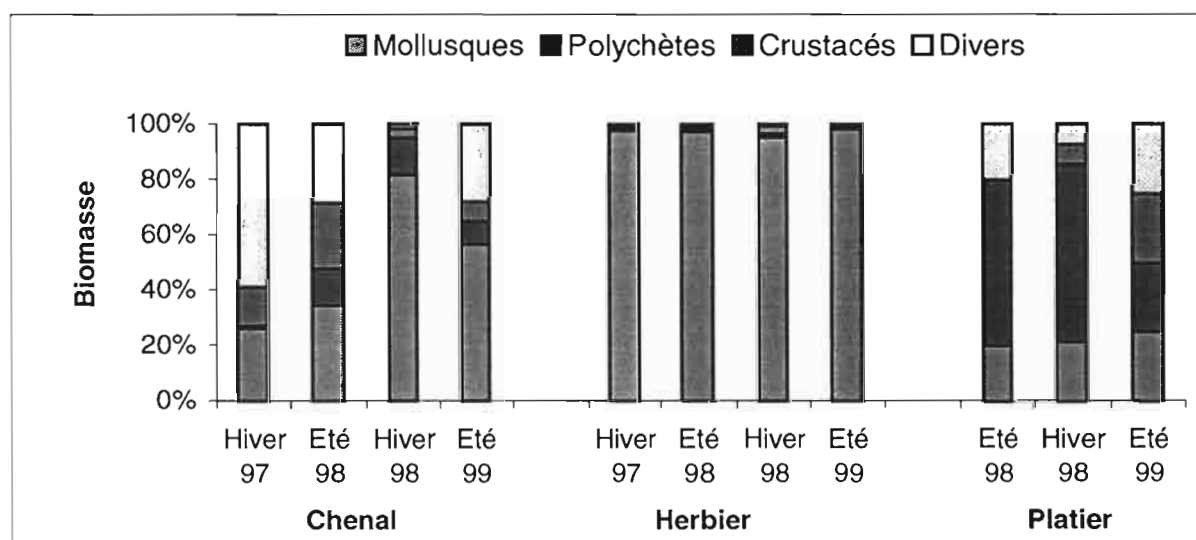


Figure 19. Evolution temporelle de la biomasse des groupes zoologiques dans chaque écosystème.

Comme on peut le voir dans le tableau 9, la biomasse varie peu dans le temps dans la majorité des groupes zoologiques. Seuls les mollusques montrent une importante diminution dans l'herbier entre l'été 98 et l'été 99.

Tableau 9. Répartition de la biomasse (g PMSSC / m²) par groupe zoologique et par saison dans chaque écosystème.

		Mollusques	Polychètes	Crustacés	Divers
Chenal	Hiver 97	0,64 (0,71)	0,02 (0,01)	0,35 (0,43)	1,45 (1,54)
	Eté 98	0,36 (0,48)	0,14 (0,10)	0,25 (0,22)	0,30 (0,49)
	Hiver 98	0,49 (0,53)	0,08 (0,05)	0,02 (0,02)	0,01 (0,01)
	Eté 99	1,43 (1,03)	0,21 (0,07)	0,18 (0,27)	0,71 (0,76)
Herbier	Hiver 97	41,82 (25,48)	0,33 (0,13)	0,39 (0,27)	0,25 (0,15)
	Eté 98	46,41 (27,56)	0,46 (0,21)	0,35 (0,18)	0,41 (0,21)
	Hiver 98	31,96 (27,45)	0,42 (0,28)	0,07 (0,60)	0,16 (0,18)
	Eté 99	28,98 (19,09)	0,19 (0,09)	0,23 (0,18)	0,11 (0,08)
Platier	Hiver 97	-	-	-	-
	Eté 98	0,01 (0,01)	0,03 (0,01)	0	0,01 (0,01)
	Hiver 98	0,03 (0,05)	0,09 (0,07)	0,01 (0,01)	0,01 (0,01)
	Eté 99	0,01 (0,01)	0,01 (0,01)	0,01 (0,01)	0,01 (0,01)

Composition trophique et évolution

En terme de biomasse, seuls trois groupes trophiques sont bien représentés dans la baie : les filtreurs avec 82 à 92% de la biomasse totale, les dépositivores sélectifs (6 à 15%) et par les carnivores (2 à 4%).

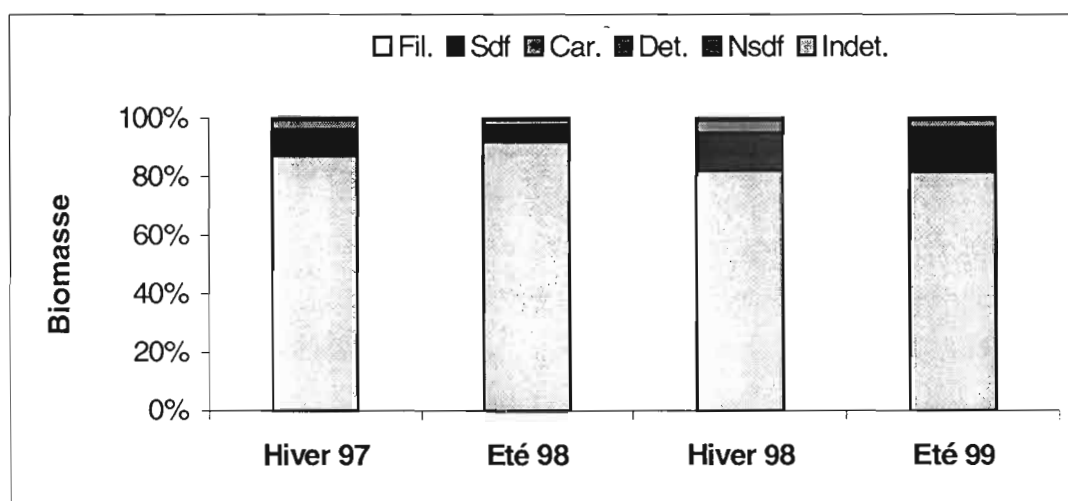


Figure 20. Evolution temporelle de la biomasse des groupes trophiques dans la baie.

Cette répartition se maintient au cours du temps même si on observe une légère diminution de la proportion de la biomasse des filtreurs au profit des dépositivores sélectifs au cours de l'hiver 98 et de l'été 99.

Cette dominance des filtreurs se retrouve dans l'herbier (83 à 93%) ; les dépositivores sélectifs arrivent en seconde position. Par contre, dans les deux autres écosystèmes, c'est le groupe des carnivores qui est le mieux représenté (42 à 58% pour le platier et 55 à 77% pour le chenal excepté en hiver 98) suivi par celui des dépositivores sélectifs.

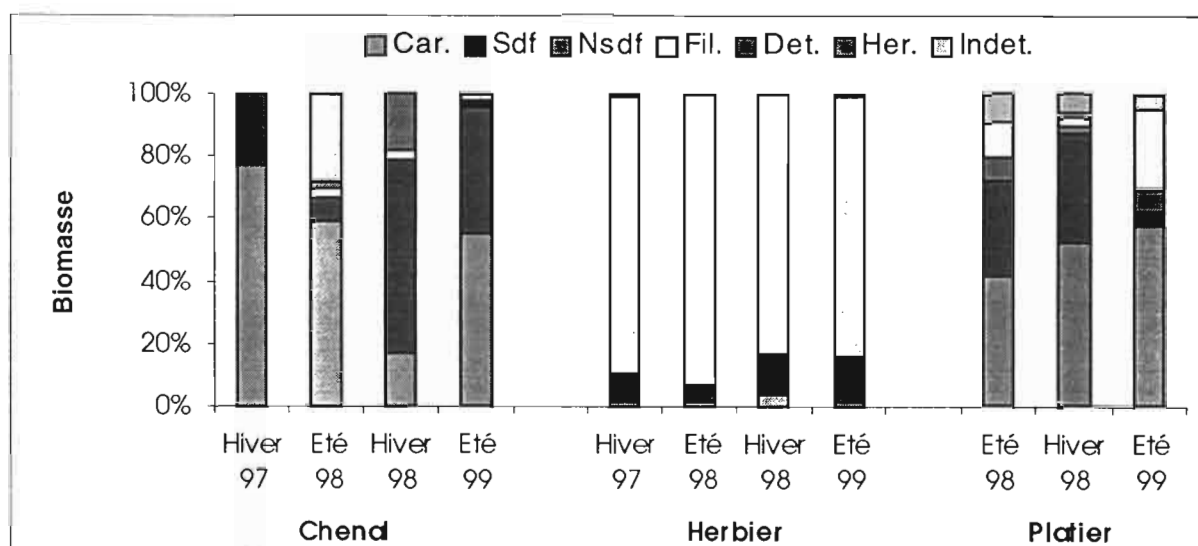


Figure 21. Evolution temporelle de la biomasse des groupes trophiques dans chaque écosystème.

D'un point de vue temporel, la biomasse varie peu au sein des groupes trophiques. Les seules évolutions importantes se situent dans l'herbier où une forte diminution des filtreurs accompagnée d'une augmentation des dépositivores sélectifs est observée à partir de l'hiver 98 (tableau 10).

Tableau 10. Biomasse moyenne des groupes trophiques par saison dans chaque écosystème (g PMSSC / m²).
(Car. : carnivores, Sdf : dépositivores sélectifs, Fil. : filtreurs, Nsdf : dépositivores non sélectifs, Dét. : détritivores, Her. : herbivores, Indet. : indéterminés).

	Car.	Sdf	Fil.	Nsdf	Dét.	Her.	Indet.
Chenal							
Hiver 97	1,88 (1,94)	0,57 (0,67)	0	0	0	0	0
Eté 98	0,60 (0,66)	0,08 (0,08)	0,03 (0,04)	0	0,02 (0,03)	0	0,29 (0,51)
Hiver 98	0,10 (0,04)	0,37 (0,58)	0,02 (0,04)	0	0,11 (0,10)	0	0
Eté 99	1,11 (0,70)	0,81 (0,74)	0,01 (0)	0,02 (0,02)	0,02 (0,03)	0	0,04 (0,03)
Herbier							
Hiver 97	0,70 (0,46)	3,53 (1,67)	35,95 (24,89)	0,02 (0,02)	0,11 (0,14)	0	0,11 (0,06)
Eté 98	0,55 (0,23)	2,73 (1,39)	44,15 (27,70)	0,05 (0,02)	0,09 (0,05)	0	0,06 (0,03)
Hiver 98	1,27 (0,61)	4,00 (2,92)	26,53 (24,56)	0,01 (0,01)	0,05 (0,05)	0	0,04 (0,03)
Eté 99	0,38 (0,19)	4,31 (1,54)	24,69 (19,26)	0,01 (0,01)	0,04 (0,03)	0	0,09 (0,09)
Platier							
Hiver 97	-	-	-	-	-	0	-
Eté 98	0,22 (0,04)	0,16 (0,13)	0,06 (0,06)	0,04 (0,02)	0	0	0,05 (0,04)
Hiver 98	0,70 (0,63)	0,47 (0,68)	0,04 (0,08)	0,03 (0,03)	0	0,02 (0,03)	0,08 (0,10)
Eté 99	0,25 (0,05)	0,02 (0,02)	0,11 (0,03)	0,03 (0,04)	0	0	0,02 (0,03)

CONCLUSIONS ET PROSPECTIVES

• Conclusions

L'étude entreprise sur l'environnement benthique de la baie de Chambeyron a permis de mettre en évidence l'existence de trois écosystèmes dans la baie :

- des fonds de vase dans le chenal d'évacuation de la baie,
- un platier partiellement mort au sud-est de l'îlot Ras et
- un herbier de phanérogame couvrant la majeure partie de la baie.

En terme de diversité taxonomique, le groupe zoologique le mieux représenté dans la baie est celui des mollusques et celui des carnivores pour les groupes trophiques.

Au cours des deux premiers échantillonnages, de l'hiver 97 à l'été 98 aucun changement notable n'est apparu au sein de la baie à l'exception d'une augmentation de la biomasse végétale dès l'hiver 97 à la station 6 située près de la zone de pompage de la ferme aquacole.

A partir de l'hiver 98, on assiste à une réduction de la diversité dans l'ensemble de la baie et en été 99 seul un tiers des espèces identifiées sont présentes. Cette importante diminution qui se retrouve dans chaque écosystème reste à expliquer.

Parallèlement, des changements importants ont pu être observés dans la composition et la structure de la macrofaune de l'herbier :

- augmentation du nombre de mollusques du à un accroissement des *Cerithium* sp. aux stations 4 et 6 à partir de l'hiver 98 ;
- en parallèle une augmentation de l'abondance et de la biomasse des dépositivores sélectifs auxquels appartiennent ces cérithes ;
- une diminution de la biomasse des filtreurs pouvant être liée à la diminution de la biomasse de mollusques bivalves ;

On assiste donc à une transformation de la structure de la communauté benthique des petits fonds de l'herbier qui se traduit par une disparition des mollusques bivalves filtreurs au profit du développement de petits mollusques gastéropodes appartenant aux dépositivores sélectifs.

Toutefois, aucun lien entre ces changements et les rejets de la ferme aquacole n'a pu être mis en évidence jusqu'à maintenant. Ces phénomènes pourraient être dus aux conditions climatiques particulières des derniers mois : hiver inexistant en 1998 et abondance des précipitations les mois précédents les deux derniers échantillonnages.

• Prospectives

Dans le cadre d'une éventuelle continuation de cette étude nous proposons :

- de poursuivre le suivi du benthos en se limitant à l'étude des mollusques (diversité, abondance et biomasse), en particulier les gros bivalves d'intérêt économique (*Anadara* sp. et *Gafrarium* sp.) et les petits gastéropodes (*Cerithium* sp.) ;
- de limiter le nombre de stations visitées aux deux stations où des changements ont été observés (4 et 6) plus deux stations de référence (par exemple les stations 7 et 9 du centre de la baie) ;
- de suivre plus précisément les facteurs climatiques susceptibles d'influencer l'évolution des peuplements benthiques (température, précipitations, vents).

BIBLIOGRAPHIE

- Asseline J. 1995. Impact des rejets des bassins d'aquaculture de crevettes sur l'environnement (volet benthos). In : Rapport de stage, approche de la biologie marine. Polyc.
- Chevillon C. 1999. Influence des rejets d'une ferme aquacole sur l'environnement littoral "La Pénéide de Ouano". Sédimentologie. Rapport Final. Nouméa : IRD. *Conventions : Sci. Mer ; Biol. Mar.* ; 24 : 26p.
- Chevillon C. 1990. Biosédimentologie du grand lagon nord de Nouvelle-Calédonie. Thèse Doct., Univ.Aix-Marseille II ; 255p.
- Garrigue C. 1998. Biomass and distribution of microphytes measured as benthic chlorophyll *a* in a tropical lagoon (New Caledonia, South Pacific). *Hydrobiologia*, 385 : 1-10.
- Garrigue C., Bach C. et Lemonnier H. 1999. Prawn farm impact on a coastal ecosystem : the example of the macrozoobenthos of the Chambeyron bay, New Caledonia. World Aquaculture Society Conference, Sydney, May 1999.
- Garrigue C. et Bour W. 1997. Impact of a prawn farm on a coastal ecosystem, a case study : the seagrass meadows of the Chambeyron Bay, New Caledonia. Marine Benthic Habitats Conference, November 1997; Noumea.
- Lemonnier H. et Brizard R. 1997. Impact d'un premier élevage de crevettes pénéides sur le fond du bassin. DRV/RA/RST/97-18 ; 31p.
- Lorenzen C.J. 1967. Determination of chlorophyll and pheo-pigments : spectrophotometric equations. *Limnology and Oceanography* 12 : 343-346.

LISTE DES FIGURES

1 : Photographie aérienne de la baie de Chambeyron.....	6
2 : Densité de l'herbier de phanérogames.....	12
3 : Biomasse de l'herbier de phanérogames.....	12
4 : Biométrie des phanérogames.....	13
5 : Evolution temporelle de la diversité zoologique de la baie (% taxa).....	14
6 : Composition zoologique de chaque écosystème, tous prélèvements confondus (% taxa).....	15
7 : Evolution temporelle de la composition zoologique dans quelques stations d'herbier (nombre de taxa).....	15
8 : Composition trophique de la baie en % de taxa.....	16
9 : Evolution temporelle de la composition trophique de la baie (% de taxa).....	16
10 : Evolution temporelle de la composition trophique de chacun des écosystèmes (nombre de taxa).....	17
11 : Evolution temporelle de l'abondance relative des groupes zoologiques dans la baie.....	18
12 : Evolution temporelle de l'abondance relative des groupes zoologiques de chacun des écosystèmes	19
13 : Evolution temporelle de l'abondance des groupes zoologiques aux stations 4 et 6.....	19
14 : Evolution temporelle de l'abondance des groupes zoologiques aux stations 7, 9 et 12.....	20
15 : Evolution temporelle de la densité des mollusques (avec et sans <i>Cerithium</i> sp.) aux stations 4 et 6.....	20
16 : Abondance de chaque groupe trophique dans la baie.....	21
17 : Evolution temporelle de l'abondance relative des groupes trophiques de la baie.....	21
18 : Evolution temporelle de l'abondance relative des groupes trophiques dans chaque écosystème.....	22
19 : Evolution temporelle de la biomasse des groupes zoologiques dans chaque écosystème.....	23
20 : Evolution temporelle de la biomasse des groupes trophiques dans la baie.....	24
21 : Evolution temporelle de la biomasse des groupes trophiques dans chaque écosystème.....	25

LISTE DES TABLEAUX

1 : Apport journalier des rejets dans la baie.....	4
2 : Liste des stations, profondeurs et coordonnées GPS.....	6
3 : Calendrier des échantillonnages.....	7
4 : Evolution de la richesse taxonomique dans la baie de Chambeyron.....	14
5 : Densité des organismes de la macrofaune benthique pour chaque écosystème.....	17
6 : Abondance absolue de la macrofaune benthique dans la baie, pour chaque écosystème et par saison.....	18
7 : Biomasse moyenne de la macrofaune en g PMSSC / m ²	22
8 : Répartition de la biomasse (g PMSSC / m ²) par groupe zoologique et par saison pour l'ensemble de la baie.....	23
9 : Répartition de la biomasse (g PMSSC / m ²) par groupe zoologique et par saison dans chaque écosystème.....	24
10 : Biomasse moyenne des groupes trophiques par saison dans chaque écosystème.....	25

ANNEXE 1

Liste des organismes benthiques

A - Mégafaune

Spongiaires

Spherospongia vagabunda
Dendrilla sp.
Haliclona cf. communis
 indet. 1 (cf. *Dysidea*)
 indet. 2
 indet. 3
 indet. 4

Cnidaïres

Classe des Anthozoaires
 Ordre des Pennatulacea
 indet.

Echinodermes

Classe des Echinides
Mespilia globulus
 Classe des Astérides
Pentaceraster alveolatus

Classe des Holothurides

Bohadschia similis
Holothuria scabra

Mollusques

Classe des Lamellibranches

Ostrea malleus

Classe des Gastéropodes

Cerithidae :
 indet.

Arthropodes

Classe des Crustacés

Ordre des Décapodes Brachyours
 Portunidae :
 indet.
 Xanthidae :
 indet.

B - Macrofaune

Chaetognathes

indet. 1

Cnidaïres

Classe des hydrozoaires

Hydromedusae :
 indet.

Classe des anthozoaires

Ordre des Zoanthaires
 Actiniaires :
 indet.
 Ordre des Cerianthipathaires
 Cerianthaires :
 indet.

Classe des Scyphozoaires

indet. 2

Sipunculiens

indet.

Némathelminthes

Nematode sp.

Annélides polychètes

Ampharetidae :
 indet. 1
 indet. 2
 indet. 3

indet. 4

Isolda pulchella

Amphinomidae :

Eurythoe sp.

Hipponoa agulhana

Aphroditidae :

indet. 1

indet. 2

indet. 3

indet. 4

Capitellidae :

indet. 1

indet. 2

indet. 3

Cirratulidae :

indet. 1

indet. 2

indet. 3

indet. 4

Eunicidae :

Arabella iricolor

Nematonereis sp.

Oenone sp.

Marphysa sp.

Glyceridae :

indet. 1

Glycera sp. 1

Glycera sp. 2

*Glycera tessellata**Gonadia* sp.

Maldanidae :

indet. 1

indet. 2

indet. 3

Nereidae :

indet. 1

indet. 2

indet. 3

indet. 4

indet. 5

Opheliidae :

indet. 1

indet. 2

Phyllodocidae :

indet.

Pilargidae :

indet.

Sabellidae :

indet. 1

indet. 2

Spionidae :

*Malacoceros indica**Prionospio ehlersi**Prionospio* sp. 2*Prionospio saldanha**Spiophanes bombyx*

indet. 1

indet. 2

indet. 3

indet. 4

indet. 5

Sternaspidae :

Sternaspis scutata

Syllidae :

Syllis gracilis

indet. 2

indet. 3

Terebellidae :

Terebellides stroemi

indet. 2

+ 9 espèces de polychètes de familles indéterminées.

Lophophoriens

Classe des Brachiopodes

Lingula rostrum

Classe des Phoronidiens

Phoronis sp.

Echinodermes

Classe des Ophiurides

Ophiocentrus sp. 1*Ophiocentrus* sp. 2

Mollusques

Classe des Scaphopodes

Dentalidae :

indet.

Classe des Polyplacophores

indet.

Classe des Lamellibranches

Arcidae :

*Arcopsis deliciosa**Anadara antiquata**Anadara* sp.*Anadara passa*

Corbulidae :

Corbula sp.

Laternulidae :

Laternula attenuata

Lucinidae :

Anodontia sp. 1*Anodontia pili**Codakia* sp. 1*Ctena bella*

Mytilidae :

*Modiolus hanleyi**Musculus* sp.

Pectinidae :

Parvamussium pauciliratum

Tellinidae :

*Macalia bruguieri**Macoma dispar**Tellina* sp. 1*Tellina diluta**Tellina* cf. *chloroleoca**Tellina scalpellum**Tellina narutoensis**Tellina piratica**Tellina rastellum**Tellina* sp. 2*Tellina robusta*

Teredinidae :

indet.

Ungulinidae :

Galeomma cf. *granulifera**Scintillona* cf. *cryptozoica*

Veneridae :

indet.

*Gafrarium menkei**Gafrarium pectinatum**Pitar* sp. 1*Pitar* sp. 2

+ 5 espèces de mollusques lamellibranches de familles indéterminées.

Classe des Gastéropodes

Acteonidae :
Pupa solidula
 Atyidae :
Atys cylindricus
Atys sp. 1
 Buccinidae :
Buccinum sp. 1
 indet. 1
 indet. 2
 Cancellariidae :
Scalptia bicolor
Trigonostoma sp. 2
 Cerithidae :
 indet.
 Columbelloidea :
Mitrella semiconversa
Columbella sp.
 Costellariidae :
Vexillum sp. 1
Vexillum sp. 2
Vexillum michauxi
Vexillum semifasciatum
Vexillum sulense
 Epitoniidae :
Epitonium sp. 1
Epitonium pyramidale
 Eulimidae :
 indet.
 Fasciolaridae :
 indet. 1
 indet. 2
Latirus sp.
 Mitridae :
Mitra sp. 1
Mitra sp. 2
Mitra sp. 3
 Nassariidae :
 indet. 1
Nassarius sp. 1
Nassarius sp. 2
Nassarius pullus
Nassarius vitensis
Nassarius sp. 2
Nassarius sp. 3
Nassarius sp. 4
Nassarius sp. 5
 Naticidae :
Natica gualteriana
Natica onca
 Neritidae :
Nerita polita

Theodoxus oualaniensis

Pyramidellidae :
Pyramidella sulcata
 ? *Pyramidella* sp. 1
 ? *Pyramidella* sp. 2
 Rissoinidae :
Rissoina gemmea
 Trochidae :
 indet.
 Turridae :
 indet. 1
Eucithara sp. 1
Eucithara sp. 2
Eucithara sp. 3
Inella ? *maxillaris*
 Turritellidae :
 indet.
 Volutidae :
 indet.

+ 12 espèces de mollusques gastéropodes de familles indéterminées.

Arthropodes

Classe des Crustacés

Ordre des Isopodes

Flabellifera sp.

Ordre des Amphipodes

Anthuridae :
Mesanthura sp.
 Caprellidae :
Caprella sp.
 Gammaridae :
 indet.

Ordre des Stomatopodes

« Squille » indet.

Ordre des Tanaidacés

indet.

Ordre des Décapodes – Brachyours :

Hymenosomatidae :
Elamenopsis lineata
Micas falcipes
 Leucosidae :
Cryptocnenus sp.
Nucia sp.
 Ocypodidae :
Macrophthalmus latreillei
 Parthenopidae :
Parthenope sp.
Parthenope pelagicus
 Portunidae :
Charybdis anisodon
Libystes sp.
Thalamita chaptali

Thalamita poissonni
Thalamitoides stidens

Larve mégalope de

Thalamita

Ordre des décapodes - Macroures

Alpheidae

indet.

« Crevette » indet. 1

« Crevette » indet. 2

« Crevette » indet. 3

« Crevette » indet. 4

« Crevette » indet. 5

« Crevette » indet. 6

« Crevette » indet. 7

Prochordés

Classe des Ascidiaceae

« ascidies coloniales » indet.

« ascidie solitaire » indet.

Vertébrés

Classe des poissons

Gobiidae :

indet. 1

indet. 2

indet. 3

indet. 4

Muraenidae

Gymnothorax sp.

Percophidae

indet.

C - Macroflore

Angiospermophyta

Ordre des Potamogetonales

Posidoniaceae

Cymodocea serrulata

Cymodocea rotundata

Halodule uninervis

Syringodium isoetifolium

Ordre des Hydrocharitales

Hydrocharitaceae

Halophila ovalis

Halophila decipiens

Thalassia hemprichii

Chlorophyta

Classe des Chlorophyceae

Ordre des Siphonocladales

Valoniaceae

Dictyosphaeria sp.

Ordre des Caulerpales

Codiaceae

Halimeda macroloba

Halimeda opuntia

Rhodophyta

Classe des Florideophyceae

Ordre des Ceramiales

Rhodomelaceae

Acanthophora spicifera

Laurencia sp.

Tolypocladia sp.

ANNEXE 2

Biomasse de la mégafaune

Les abréviations utilisées dans les tableaux¹ sont : spong : spongiaire, cnid : cnidaire, alc : alcyonaire, mol : mollusque, biv : bivalve, gast : gastéropode, crust : crustacé, ech : échinoderme, ast : asteride, echi : echinide, hol : holothuride, fil : filtreur, nsdf : dépositore non sélectif, sdf : dépositore sélectif, her : herbivore, car : carnivore, det : détritivore, indet : indéterminés.

Tableau 11. Biomasse de la mégafaune récoltée dans la baie en hiver 97.

A par taxon, B par station.

A

Stations	Espèces	Groupes zoologiques	Groupes trophiques	gPMS/m ²	gPMSSC/m ²
7	<i>Holothuria scabra</i>	ech/hol	nsdf	0.482	0.243
11	<i>Pennatulidae</i> indet.	cnid/penn	fil	0.005	0.002
11	Spongiaire indet.	spong	fil	0.050	0.008
11	<i>Ostrea malleus</i>	mol/biv	fil	0.954	0.047

B

Stations	gPMS/m ²	gPMSSC/m ²
7	0.482	0.243
11	1.010	0.056

Tableau 12. Biomasse de la mégafaune récoltée dans la baie en hiver 98.

A par taxon, B par station.

A

Stations	Espèces	Groupes zoologiques	Groupes trophiques	gPMS/m ²	gPMSSC/m ²
6	<i>Dysidea herbacea</i>	Spong	fil	0.761	0.318
8	<i>Dysidea herbacea</i>	Spong	fil	0.379	0.150
9	<i>Protoreaster nodusus</i>	ech/ast	car	0.083	0.013
9	<i>Mespilia globulus</i>	ech/ech	her	0.131	0.018
10	<i>Dysidea arenaria</i>	spong	fil	1.095	0.194
10	<i>Dysidea herbacea</i>	spong	fil	0.198	0.140
10	<i>Callyspongia communis</i>	spong	fil	1.234	0.140
10	Spongiaire indet.	spong	fil	0.804	0.301
10	Stomatopode indet.	crust	car	0.002	0.001
10	<i>Chama</i> sp.	mol/biv	fil	5.534	0.148
10	Neritidae indet.	mol/gast		0.016	0.002

B

Stations	gPMS/m ²	gPMSSC/m ²
6	0.761	0.318
8	0.379	0.150
9	0.214	0.031
10	8.884	0.926

¹ Aucun organisme de la mégafaune n'a été récolté lors de l'échantillonnage de l'été 98.

Tableau 13. Biomasse de la mégafaune récoltée dans la baie en été 99.
A par taxon, B par station.

A

Stations	Espèces	Groupes zoologiques	Groupes trophiques	gPMS/m ²	gPMSSC/m ²
4	Bivalve indet.1	mol/biv	fil	0.141	0.028
4	<i>Callyspongia communis</i>	spong	fil	0.091	0.067
4	Spongiaire indet.1	spong	fil	0.175	0.082
4	Spongiaire indet.2	spong	fil	0.164	0.080
4	Bivalve indet.2	mol/biv	fil	0.349	0.021
8	<i>Holothuria scabra</i>	ech/hol	Nsdf	0.228	0.098
10	<i>Callyspongia communis</i>	spong	fil	0.040	0.007
10	Dendrilla sp.1	spong	fil	0.272	0.116
10	Dendrilla sp.2	spong	fil	0.399	0.116
10	Spongiaire indet.1	spong	fil	0.024	0.007
10	Spongiaire indet.3	spong	fil	0.409	0.085
10	Cymatiidae indet.	mol/gast	indet	0.022	0.003
10	<i>Gelliodes carnosa</i>	spong	fil	0.567	0.070
10	<i>Haliclona tyria</i>	spong	fil	3.922	2.358
10	<i>Ircinia</i> sp.	spong	fil	0.127	0.013
10	<i>Mespilia globulus</i>	ech/echi	her	0.086	0.010
10	Bivalve indet.3	mol/biv	fil	0.046	0.004
10	<i>Hypselodoris doscura</i>	mol/gast	car	0.003	0.002
10	Paguridaea indet.	crust	det	0.008	0.004
11	Dendronephthidae	cnid/alc	fil	0.025	0.008
13	<i>Callyspongia pseudoreticulata</i>	spong	fil	0.042	0.026
13	<i>Polypsectana kefersteini</i>	ech/hol	nsdf	0.525	0.221

B

Stations	gPMS/m ²	gPMSSC/m ²
4	0.920	0.278
8	0.228	0.098
10	5.925	2.796
11	0.025	0.008
13	0.567	0.247

ANNEXE 3

Mesures complémentaires

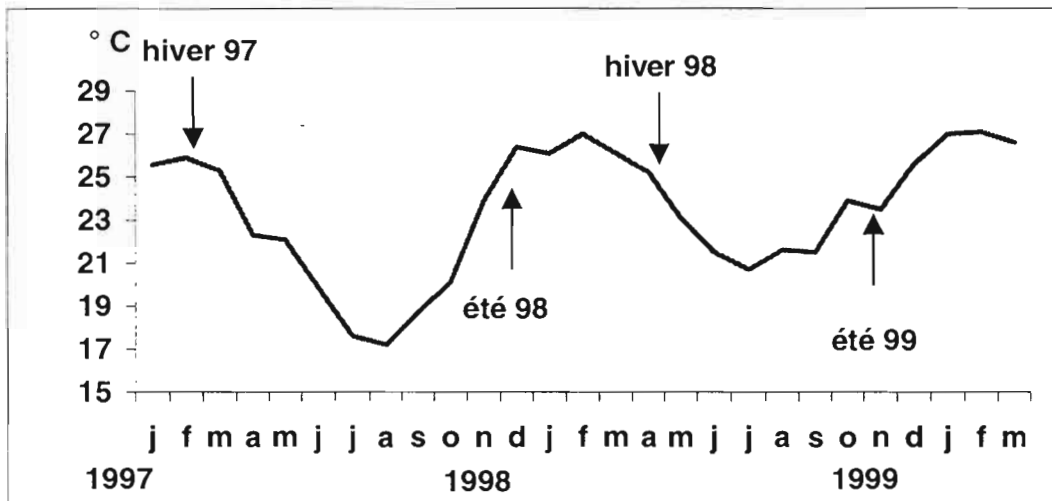


Figure 22. Température de l'air relevée par Météo-France à La Foa.

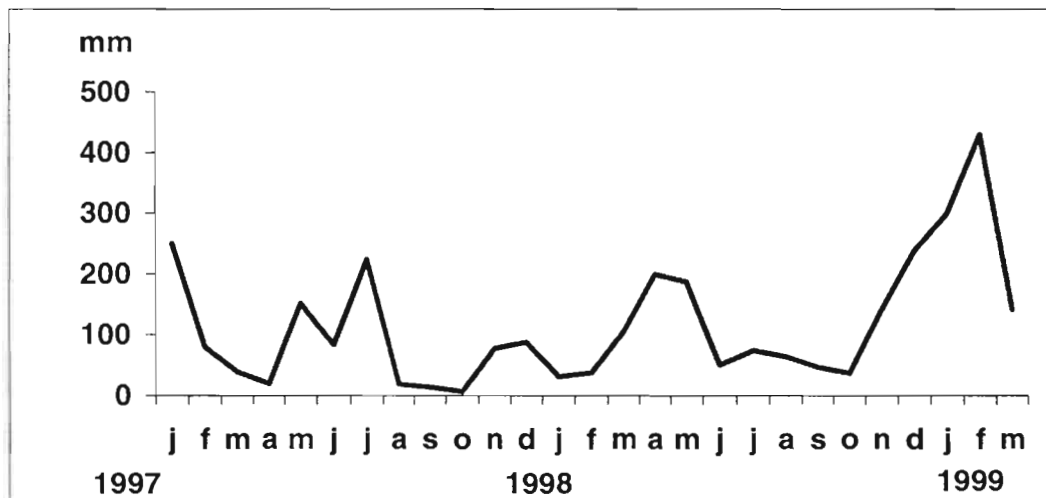


Figure 23. Précipitations relevées par Météo-France.

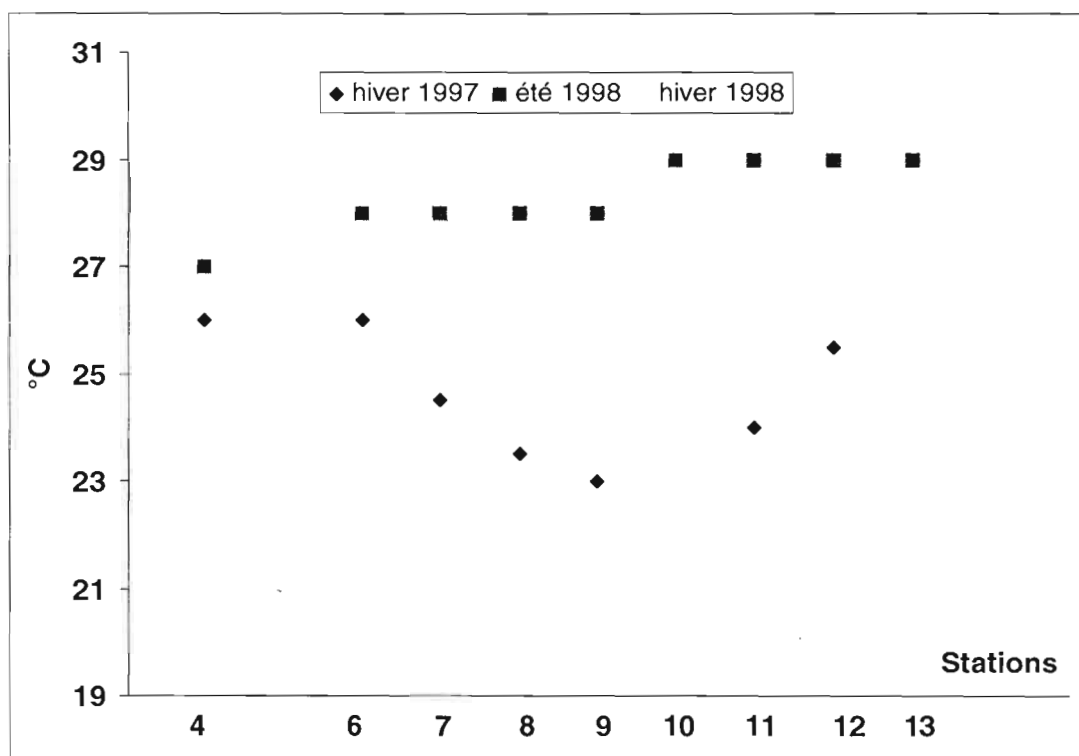


Figure 24. Température de l'eau de mer relevée lors des échantillonnages.

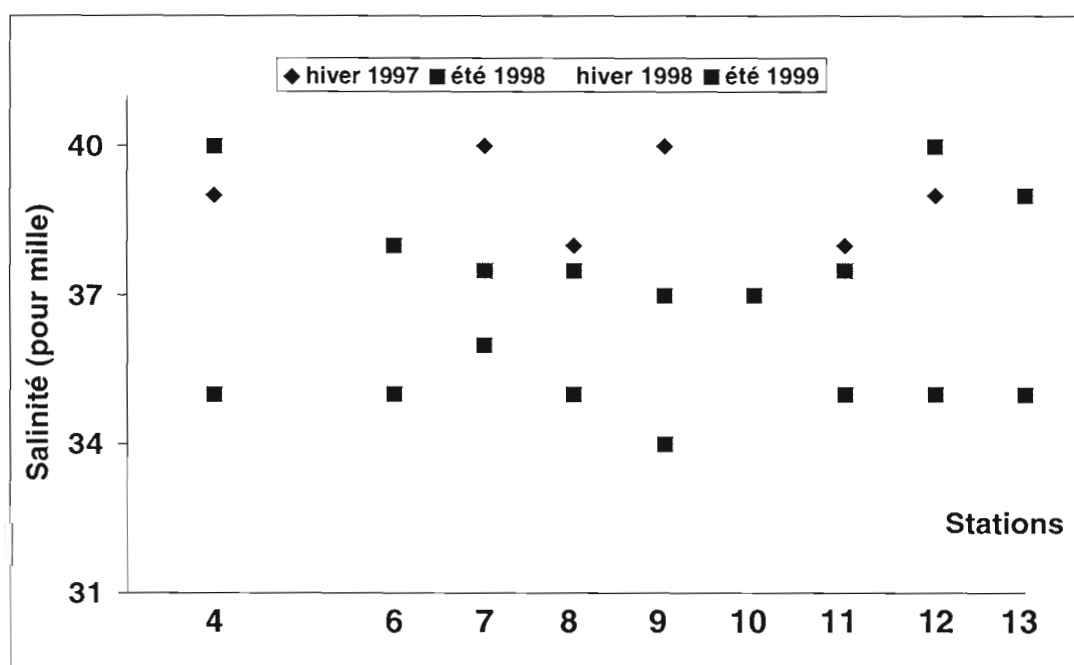


Figure 25. Salinité mesurée lors des échantillonnages.

ANNEXE 4

Communications à des congrès

Impact of a prawn farm on a coastal ecosystem a case study : the seagrass meadows of the Chambeyron bay, New Caledonia

Claire GARRIGUE and Willy BOUR
ORSTOM BP A5 Noumea, New Caledonia

INTRODUCTION. A prawn farm was built at Ouano peninsula, New Caledonia. The exploitation began in March 1995. It contains eight pools to grow the species *Penaeus stylirostris*.

At the same time a study of the benthic ecosystem of the baie of Chambeyron began in order to evaluate the impact of the farm on the coastal environment. The first survey occurred in May 1995. The second that occurred in May 1997 permits a preliminary evaluation of the impact.

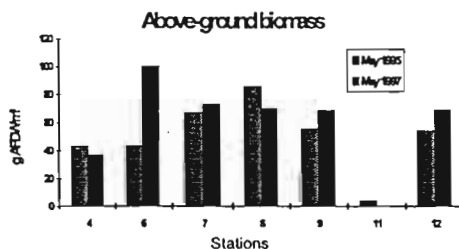


BIOMASS. The rates between the dry weight and the ash-free dry weight have been calculated for each species as well as the rates between above-ground and below-ground biomasses.

Relation between the below-ground (BG) and the above-ground (AG) biomasses: $UG = a \times AG$				
Species	a	r ²	N	
<i>Cymodocea rotundata</i>	1.53	0.99	5	
<i>Cymodocea serrulata</i>	2.38	0.85	6	
<i>Halodule uninervis</i>	5.30	0.81	7	
<i>Thalassia hemprichii</i>	2.63	0.55	7	

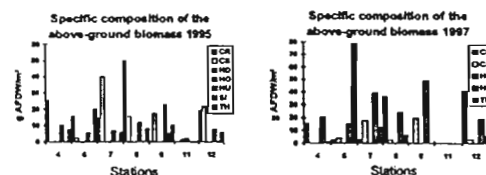
Relation between the dry weight (DW) and the ash-free dry weight (AFDW): $DW = a \times AFDW$				
Species	a	r ²	N	
Above-ground biomass:				
<i>Cymodocea rotundata</i>	0.735	0.998	18	
<i>Cymodocea serrulata</i>	0.792	0.996	17	
<i>Halodule uninervis</i>	0.770	0.999	23	
<i>Thalassia hemprichii</i>	0.642	0.993	19	
<i>Halophila decipiens</i>	0.393	0.964	16	
<i>Halophila ovalis</i>	0.503	0.989	15	
Below-ground biomass:				
<i>Cymodocea rotundata</i>	0.802	0.985	8	
<i>Cymodocea serrulata</i>	0.784	0.999	7	
<i>Halophila uninervis</i>	0.824	0.998	8	
<i>Thalassia hemprichii</i>	0.578	0.971	7	

Concerning the whole bay the average of the above-ground biomasses, all species together, are not statistically different between 1995 and 1997 (1995: 50.61 ± 18.76 g AFDW/m²; 1997: 60.12 ± 23.82 g AFDW/m²).

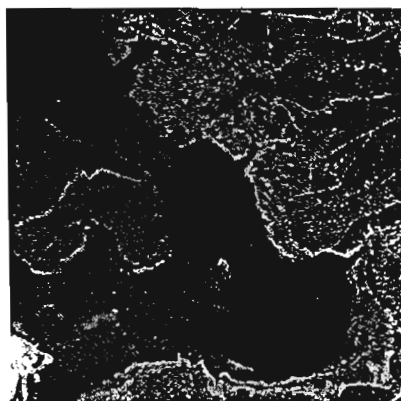
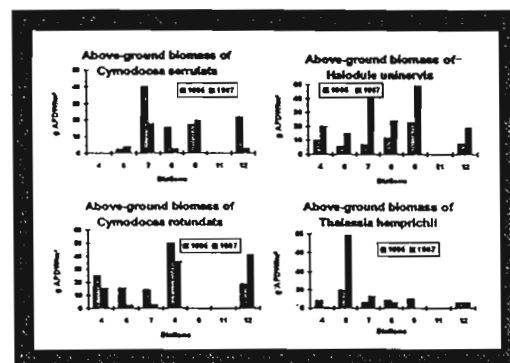


THE SPECIFIC COMPOSITION OF THE MACROPHYTES COMMUNITIES. Seagrass meadows grow on the soft bottom of the bay. The main species are *Halodule uninervis*, *Cymodocea serrulata*, *Cymodocea rotundata*, and *Thalassia hemprichii*. The secondary ones are *Syringodium isoetifolium*, *Halophila ovalis* and *Halophila decipiens*.

The specific composition has not changed between 1995 and 1997 but the relative importance of each species has been modified in terms of biomass. The *Cymodocea* genera dominant in 1995 has been replaced by *Halodule* and *Thalassia*.



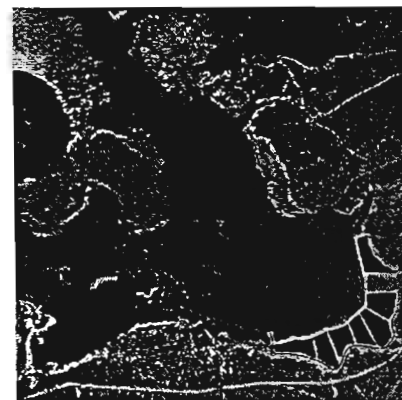
The above-ground biomass of *Halodule uninervis* shows an increase that is statistically significant between the two surveys from 9.24 ± 4.86 g AFDW/m² in 1995 to 24.05 ± 11.22 g AFDW/m² in 1997.



1993 : Before the prawn farm

USE OF AERIAL IMAGERIE TO ESTIMATE THE BIOMASS OF THE BAY. Aerial imagery was used to evaluate the total above-ground biomass of the bay. Each station was characterised by a number of pixels that permit to estimate the surface occupied by each station. This method increase the accuracy of the computing by giving a weigh to each station. The weighted biomass is slightly higher than the unweighted biomass : 106.4 to 102.6 t AFDW for the whole bay in 1995 and 148.7 to 135.0 t AFDW for the whole bay in 1997.

Station	Surface of the station using aerial imagery (ha)	
	1995	1997
4	35.6	29.7
6	44.4	35.0
7	41.5	51.3
8	25.8	18.8
9	29.5	62.3
11	18.0	15.5
12	7.9	11.9
Total	202.7	224.5



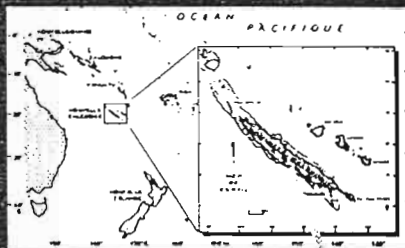
1997 : during the second survey

Prawn farm impact on a coastal ecosystem : the example of the macrozoobenthos of the Chambeyron bay, New Caledonia

Claire GARRIGUE¹, Carole BACH¹, Hugues LEMONNIER²

¹ IRD BPA5 Nouméa, New Caledonia

² IFREMER BP 2059 Nouméa, New Caledonia



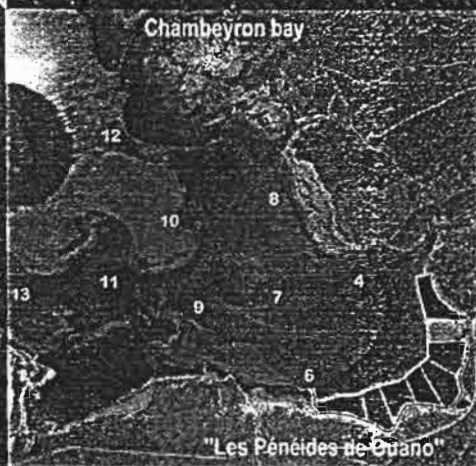
Three benthic communities

- a channel with muddy bottoms (stations 11 and 13);
- a reef flat (station 10);
- a seagrass meadow (stations 4, 6, 7, 8, 9, 12).

Abundance and trophic structure

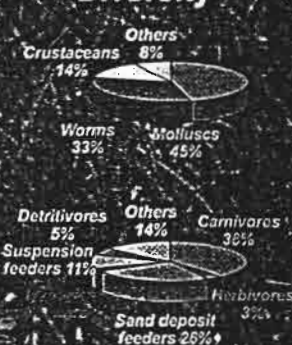
Worms are most abundant in the reef flat and channel communities, while molluscs dominate the seagrass meadow community. The trophic structure reflects this tendency with a dominance of carnivores in the channel and reef flat and an abundance of surface deposit feeders in the seagrass meadow.

This pattern of abundance was even more pronounced during the last two sampling periods. The abundance of molluscs reached 69% and 79% respectively in June and December 1998 that are mainly due to the massive increase of the gastropod *Cerithium* sp. at stations 4 and 6.



The diversity (S = number of taxa) and the abundance (A = number of individuals) of the macrofauna have been studied. The data have been analyzed in terms of zoological and trophic groups.

Diversity



The diversity of the whole bay is 217 taxa. The main group is Molluscs followed by Worm (mainly Polycheta) then Crustaceans. The trophic structure is dominated by carnivores in diversity. This pattern is constant over the 3 communities.

Conclusions

The only significant evolution of the macrobenthos in the bay during the survey was the increase of *Cerithium* sp. at the two stations closest to the farm.

These could be due to either the strong rains that occurred during the months preceding the surveys (>140mm), or to the change in hydrodynamism which is mainly due to the quantity of water (45 000 m³/day or 1% of the bay) used by the prawn farm.

