

N040-MIC-C

185276
19/11/95



études et analyses bactériologiques en milieu naturel

**COMPTE-RENDU DES ETUDES MENEES
SUR LE SITE AQUACOLE DE CAMARET**

Octobre 1994



Contrat IFREMER 93 2 45 040 3 DEL



INTRODUCTION

Une étude des paramètres physico-chimiques et biologiques a été menée durant l'année 1994 sur le site aquacole de Camaret (Sté Elsamer).

Ce rapport présente:

- le calendrier des suivis incluant les conditions de déroulement des campagnes de prélèvements,
- les résultats de chimie obtenus lors de ces suivis, ainsi que les caractéristiques des échantillons réalisés,
- les données et les analyses menées sur les peuplements benthiques (C. Le Guellec).

Comme il ne s'agit pas à proprement d'un rapport scientifique mais plutôt d'un compte-rendu technique, un certain nombre de points habituellement notés dans les cahiers de terrain sont également précisés.

Les échantillons issus des pièges à particules et ceux correspondant à la couche superficielle du sédiment ont été lyophilisés avant d'être transmis à l'IFREMER pour analyses.

Pour rappel, Micromer assure la mise en oeuvre des expérimentations et l'obtention des données de terrain, les mesures étant réalisées dans le cas des analyses chimiques par le laboratoire de P. Le Corre (UBO) et pour les analyses benthiques par C. Le Guellec (Ecosystem, UBO).

La société ELSAMER, par la mise à disposition du bateau "Fermor" et la disponibilité de T. Berneuil et C. Bauvineau a également collaboré étroitement à ces suivis.

In introduction

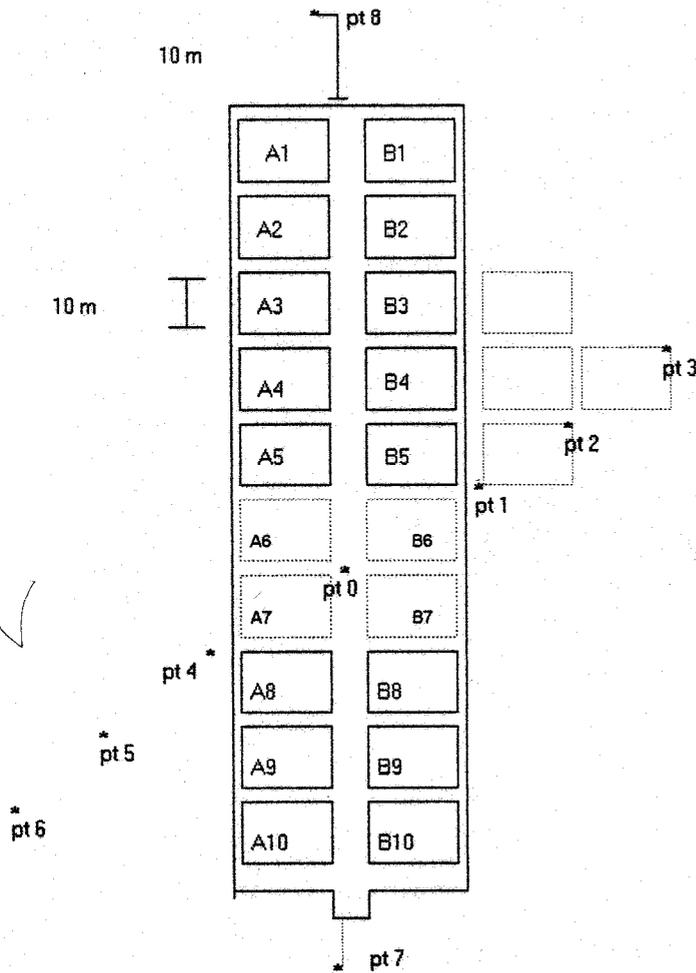
*Présentation = suivi hydrologique
suivi pour NH4
Benthos*

*Insérer p. à part.
sédiment*

*+ RSPH - REni
+ cloche à séd.*

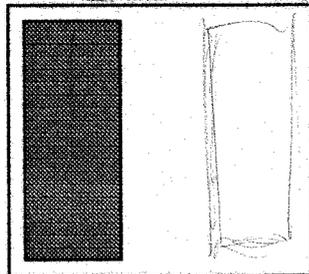
carte générale de
situation à
inclure

PRESENTATION GENERALE DU RADEAU



SCHEMA 1 : Schéma des cages dans une configuration complète
(cas seulement à partir du mois de mai, car en janvier et février les cages A1 et B1 n'étaient pas en place).

Par rapport à la concession dont le point central a les caractéristiques suivantes: 48°16'55" de latitude Nord et 4°34'36" de longitude Ouest, le premier radeau est situé à l'Ouest (C. Bauvineau). Il est à noter à partir du mois de juin, l'installation à l'est de la concession d'un nouveau radeau.



SCHEMA 2 : Positionnement du radeau à l'ouest de la concession.

SUVIS JOURNALIERS DES TENEURS EN NH₄

SUIVIS JOURNALIERS DES TENEURS EN NH4

L'objectif de ces suivis est de déterminer, dans le cycle d'excrétion ammoniacquée, l'influence respective de la marée et de l'horaire de nourrissage. Aussi deux suivis journaliers, à raison d'un échantillonnage toutes les heures de part et d'autre du radeau, ont été menés en situation hivernale et estivale. En effet, la température de l'eau pouvant influencer sur le cycle "nourrissage-excrétion" une comparaison de l'évolution du paramètre NH4 entre les mois de janvier et juillet doit permettre d'aborder les fluctuations annuelles. *salicornies*

Les prélèvements sont réalisés à -2m de façon à se situer à une profondeur voisine de celle du banc de poissons. Ils sont effectués à la verticale des pontons extérieurs au niveau des cages A3 et B3 en janvier et A5 et B5 en juillet. Le choix de ces positions s'explique par le taux de remplissage des cages (cf annexe 1).

SITUATION HIVERNALE -Janvier 1994

Les résultats sont présentés dans le tableau 1 et la figure 1.

Date du suivi		12/01/1994		
Conditions météorologiques		Vent fort de S-SW Situation dépressionnaire		
Conditions de marée	coef.	matin	91	
		soir	93	
	heures	Basse mer	11h26	
		Pleine mer	17h27	
Profondeur de prélèvement		- 2m		
Heures	Extérieur A3 NH4	Extérieur B3 NH4	A3 - B3 µatg/l	Remarques
8h15	0,89	0,92	-0,03	
9h00	0,94	2,25	-1,31	
10h00	0,93	1,95	-1,02	
10h35	0,95	2	-1,05	10h05-10h15 Nourrissage
11h00	0,99	1,9	-0,91	11h15-11h20 Nourrissage
11h50	1,07	2,04	-0,97	11h26 Basse mer
13h10	2,13	1,81	0,32	
14h00	1,76	0,97	0,79	
15h00	3,41	0,95	2,46	15h05-15h10 Nourrissage
16h00	3,71	1,05	2,66	16h10-16h15 Nourrissage
17h00	1,78	0,98	0,8	17h27 Pleine mer
18h00	1,45	1,29	0,16	
19h00	2,29	1,85	0,44	
19h00	2,29	1,85	0,44	

TABLEAU 1 : Suivi des rejets ammoniacqués de part et d'autre des cages aquacoles d'Elsamer à Camaret (12janvier 1994), les nourrissage indiqués ne concernent que les cages A3 et B3.

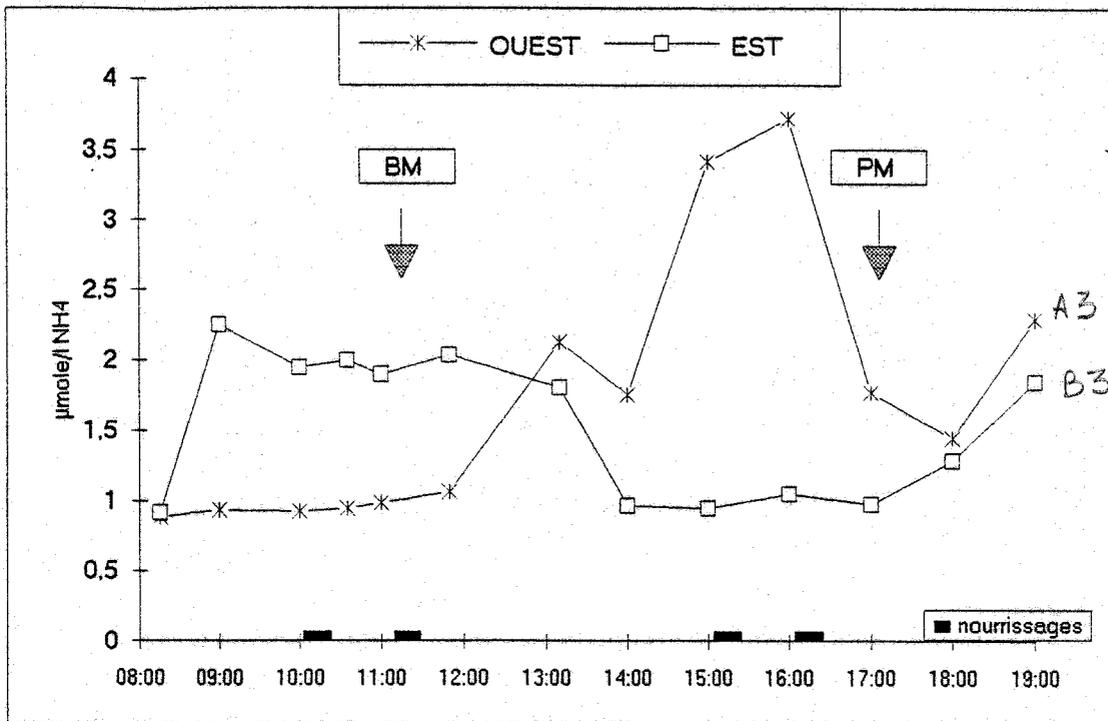


FIGURE 1 : Evolutions des teneurs en NH_4 de part et d'autre du radeau durant un suivi horaire réalisé le 12 janvier 1994 sur les cages d'Elsamer à Camaret

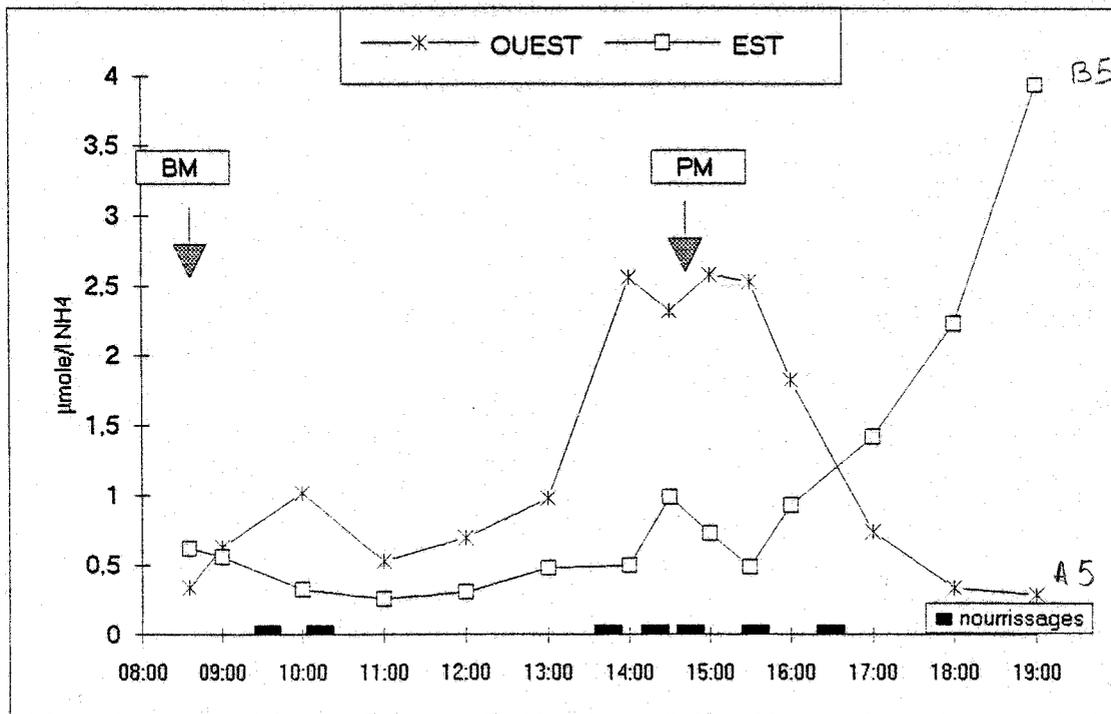


FIGURE 2 : Evolutions des teneurs en NH_4 de part et d'autre du radeau durant un suivi horaire réalisé le 4 juillet 1994 sur les cages d'Elsamer à Camaret

SITUATION ESTIVALE - juillet 1994

Les résultats sont présentés dans le tableau et la figure 2.

Date du suivi		04/07/1994		
Conditions météorologiques		Vent d'Ouest		
Conditions de marée		coef.	matin	41
			soir	44
		heures	Basse mer	8h35
			Pleine mer	14h47
Profondeur de prélèvement		- 2m		
Heures	Extérieur A5 NH4	Extérieur B5 NH4	A5 - B5 $\mu\text{atg/l}$	Remarques
8h35	0,34	0,62	-0,28	8h35 Basse mer
9h00	0,63	0,56	0,07	9h30 Nourrissage
10h00	1,02	0,33	0,69	10h10 Nourrissage
11h00	0,53	0,26	0,27	
12h00	0,70	0,31	0,39	
13h00	0,98	0,48	0,50	
14h00	2,56	0,50	2,06	13h50 Nourrissage
14h30	2,32	0,99	1,33	14h20 Nourrissage
15h00	2,58	0,73	1,85	14h45 Nourrissage
				14h47 Pleine mer
15h30	2,53	0,49	2,04	15h30 Nourrissage
16h00	1,82	0,93	0,89	16h40 Nourrissage
17h00	0,74	1,42	-0,68	
18h00	0,34	2,23	-1,89	
19h00	0,29	3,94	-3,65	

TABLEAU 2 : Suivi des rejets ammoniacés de part et d'autre des cages aquacoles d'Elsamer à Camaret (4 juillet 1994), les nourrissages indiqués ne concernent que les cages A5 et B5.

La figure 3 illustre les évolutions temporelles des teneurs en NH4 en janvier et juillet 1994. Elles sont exprimées par les différences de teneurs en ammonium enregistrées entre l'ouest et l'est du radeau. Il apparaît que les temps entre le début du nourrissage et le début de l'excrétion ammoniacée évolue approximativement de 5 heures en janvier à 4 heures et demie ou 4 heures en juillet, respectivement pour les nourrissages du matin et ceux de l'après-midi.

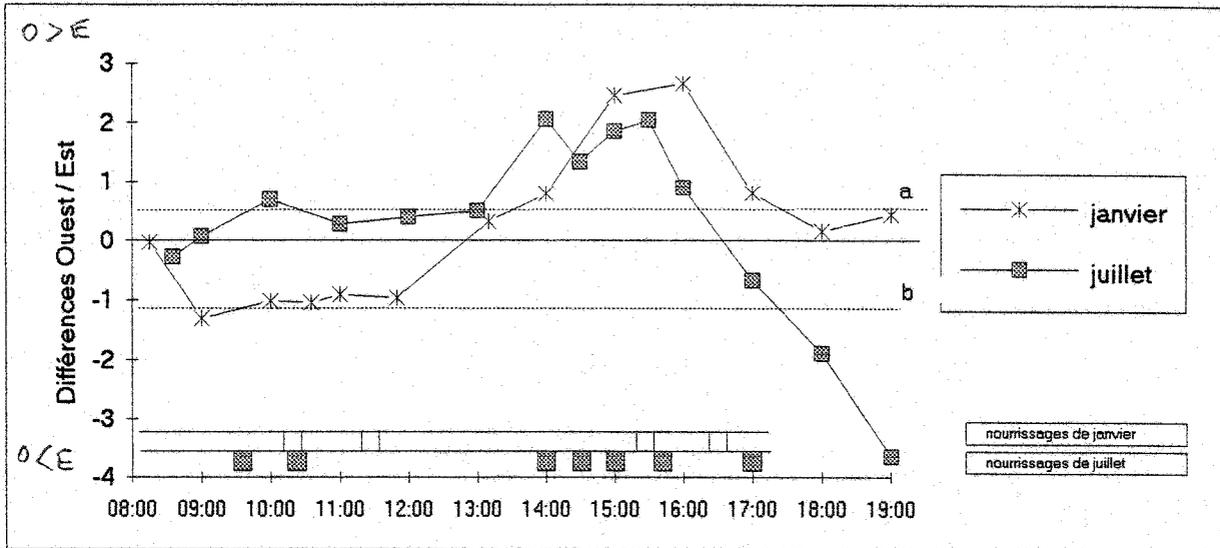


FIGURE 3 : Evolutions comparées des différences entre les teneurs en NH_4 observées à l'ouest du radeau et celles notées à l'est de celui-ci lors des suivis menés en janvier et juillet. (a et b représentent approximativement les lignes de base).

- valeurs f. flot/pesant
 - W flot
 - E pesant
- ramener à stock présent
 - (à condition que mesuras → cages voisines)
 - TAC AB + BB ≈ 10 à 12 t en 21.34 radeau = 83 T
 - FARIO AS + BS ≈ 4 à 5 t en 07.34 radeau = 60 T
- malgré stock 1 peu voisin imp., réaction + imp
 - en juillet ~~est~~ en fin journée (nourissage + autres?)
 - DS la journée + imp. en fin.
 - intégrer Q NH_4 sur journée ? flux dépend dilution
 - Q nourriture connue? - cour. marée (+faible en 07)

SUIVIS HYDROLOGIQUES

SUIVIS HYDROLOGIQUES

L'objectif de ces suivis est de définir les principales caractéristiques physico-chimiques de l'eau de mer au voisinage des cages aquacoles.

* Les 6 premiers points sont positionnés le long d'une radiale s'étendant de part et d'autre du radeau (trois points nord-est (points 1 à 3) et trois points sud-ouest (points 4 à 6)), dans l'axe des courants dominants. Deux autres points situés à 10 mètres des extrémités nord et sud du radeau et un point central, sous les cages, complètent l'étude de la zone aquacole (cf figure 1, positionnement des points). La dimension des cages (soit 10 m) sert de repère au positionnement des points. Parallèlement un point témoin est défini ; il sera le même pour les suivis hydrologiques (à l'exception du mois de février), le suivi des pièges à particules et les prélèvements benthiques. Ce point est positionné de façon à se situer à proximité du point REMI, REPHY (il a pour alignement " le coin gauche de la chapelle par la balise verte d'entrée de port" et " le château d'eau dans l'extrémité de la petite falaise").

* Les prélèvements sont réalisés en surface -2m et au fond + 1m, à l'aide de bouteilles Niskin. La profondeur est mesurée par immersion d'un cordage marqué tous les mètres et lesté. Le point central de la radiale placé sous les cages a été positionné, en fonction de la biomasse, entre les cages A6, B6, A7 et B7.

* Les analyses réalisées sont les dosages d'ammonium sur les 9 points, de l'oxygène dissous, les sels nutritifs, la MOS, MEST et les mesures de salinité, température et "profondeur de Secchi" sur les points "centre du radeau" et témoin.

- Les réactifs ammonium et oxygène sont additionnés dès l'arrivée des échantillons en surface. Les échantillons NH_4 sont alors stockés à l'obscurité tandis que les flacons O_2 sont immergés en glacière.
- Les échantillons sels nutritifs sont maintenus au froid jusqu'au retour au laboratoire puis congelés.
- Les MEST et MOST sont déterminées à partir de la filtration d'1,5 litre d'eau de mer sur filtre G.F.F. Les MEST sont obtenues par pesée après 1 heure à 100°C, les MOST étant calculées par différence entre le poids du filtre après 1 heure à 100°C et le poids de ce filtre après 1 heure à 550°C.

SUIVI HIVERNAL - Février 1994

Dans le cas du suivi de février, le point témoin n'a pu être placé comme prévu à l'est du radeau en raison d'un manque total de visibilité à terre dans cette zone. Il a alors été réalisé à l'ouest avec comme repérage un alignement à terre entre "balise verte d'entrée de port et la tour de Camaret" dans l'axe sud-nord du radeau.

Les résultats sont présentés dans les tableaux 3 et 4.

		T°C °C	S‰ ‰	O ₂ d ml/l	NO ₂ + NO ₃ µM/l	PO ₄ µM/l	SiO ₂ µM/l	MEST mg/l	MOS mg/l
Point 0	Surface	9,3	34,34	6,33	25,5	0,68	7,3	27,28	7,1
	Fond	9,1	34,43	6,33	21,7	1,97	6,5	24,80	9,1
Point 9	Surface	9,1	34,38	6,38	25,5	0,58	7,6	22,86	7,6
	Fond	9,1	34,57	6,49	20,6	0,79	6,9	23,53	5,5

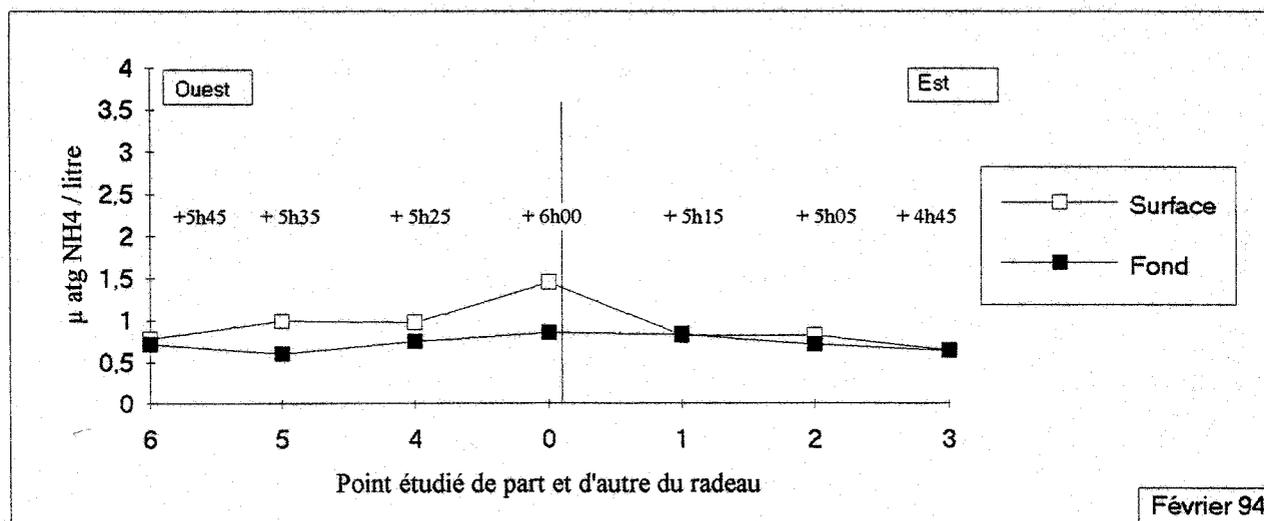
TABLEAU 3 : Suivi des caractéristiques hydrologiques de 2 points: centre du radeau Elsamer (0) et point témoin (9).

Date du suivi		10/02/1994			
Conditions météorologiques		Vent modéré Situation dépressionnaire			
Conditions de marée		coef.	matin	88	
			soir	91	
		heures	Basse mer	11h12	
			Pleine mer	17h11	
Profondeur de prélèvement		S-2m F+1m			
Point	Heures	NH4 ($\mu\text{atg/l}$)		profondeur (m)	Secchi (m)
		Surface	Fond		
3	14h30 (BM+3h20)	0,64	0,64	15,0	3,5
2	14h50 (BM+3h40)	0,82	0,71	15,5	3,0
1	15h00 (BM+3h50)	0,82	0,83	15,0	2,75
0	15h45 (BM+4h35)	1,45	0,85	16,0	2,0
4	15h10 (BM+4h00)	0,97	0,75	14,0	2,75
5	15h20 (BM+4h10)	0,99	0,60	14,0	2,75
6	15h30 (BM+4h20)	0,78	0,72	13,0	2,75
7	16h05 (BM+4h55)	0,75	ND	14,0	2,5
8	16h20 (BM+5h10)	0,80	0,74	17,5	3,0
9	16h40	0,70	0,71	22,0	2,75

sur flot

TABLEAU 4 : Suivi des teneurs en NH4 sur 8 points situés à proximité du radeau Elsamer (0-8) et d'un point témoin (9).

Les nourrissages ont été observés le matin, de 9h30 à 10h15 et de 11h00 à 11h45 environ ; la figure 4 présente les évolutions des teneurs en ammonium le long de la radiale, située de part et d'autre du radeau (point 0 à 6), en surface et en profondeur.



sur flot

FIGURE 4 : Evolutions spatiales des teneurs NH4 de part et d'autre du radeau en surface et au fond (Les heures notées correspondent au décalage entre l'heure du nourrissage et l'heure du prélèvement).

SUIVI PRINTANIER - MAI 1994

Les résultats sont présentés dans les tableaux 4 et 5.

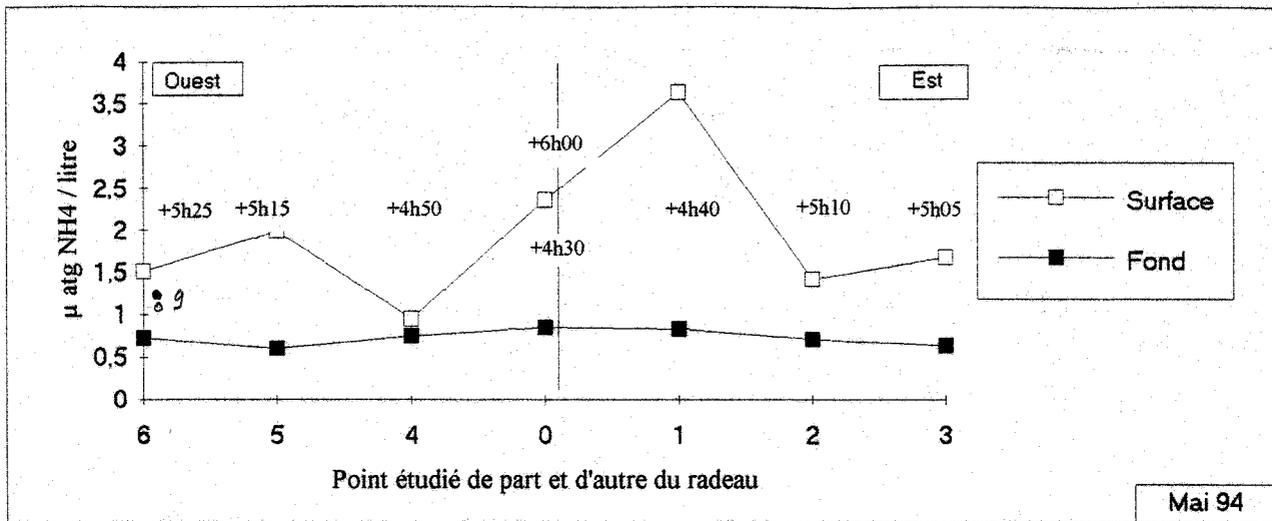
Date du suivi		10/05/1994			
Conditions météorologiques		Vent faible Situation pluvieuse Mer calme			
Conditions de marée		coef.	matin	78	
			soir	79	
		heures	Basse mer	11h57	
			Pleine mer	17h54	
Profondeur de prélèvement		S-2m F+1m			
Point	Heures	Surface NH4	Fond µatg/l	profondeur	Secchi
3	14h45 (BM+2h45)	1,68	1,18	15,0	8,5
2	14h50 (BM+2h50)	1,42		15,0	8,5
1	14h20 (BM+2h20)	3,64	1,04		
0	14h10 (BM+2h10)	2,37	0,89	13,0	6,0
(*)	15h40 (BM+3h40)	2,47	1,31		
4	14h30 (BM+2h30)	0,95	1,05		
5	14h55 (BM+2h55)	1,99	1,49	13,0	7,0
6	15h05 (BM+3h05)	1,51	1,47	12,5	8,5
7	15h10 (BM+3h10)	2,04	1,31	12,5	7,0
8	15h20 (BM+3h20)	1,18	1,24	16,0	6,5
9	15h30 (BM+3h30)	1,13	1,27	16,0	8,5

TABLEAU 5 : Suivi des teneurs en NH4 sur 8 points situés à proximité du radeau Elsamer (0-8) et en un point témoin (9). (*) afin de mesurer l'évolution dans le temps des teneurs, deux prélèvements ont été réalisés au point 0, en début et en fin de suivi.

		T°C °C	S‰ ‰	O ₂ d ml/l	NO ₂ + NO ₃ µM/l	PO ₄ µM/l	SiO ₂ µM/l	MEST mg/l	MOS mg/l
Point 0	Surface	12,5	34,86	5,82	3,2	0,27	1,0	21,4	5,7
	Fond	12,5	34,99	6,39	2,5	0,04	1,0	22,3	6,4
Point 9	Surface	12,0	34,95	6,52	3,0	0,24	0,7	22,9	6,4
	Fond	12,0	35,02	6,45	3,0	0,11	0,8	21,8	5,4

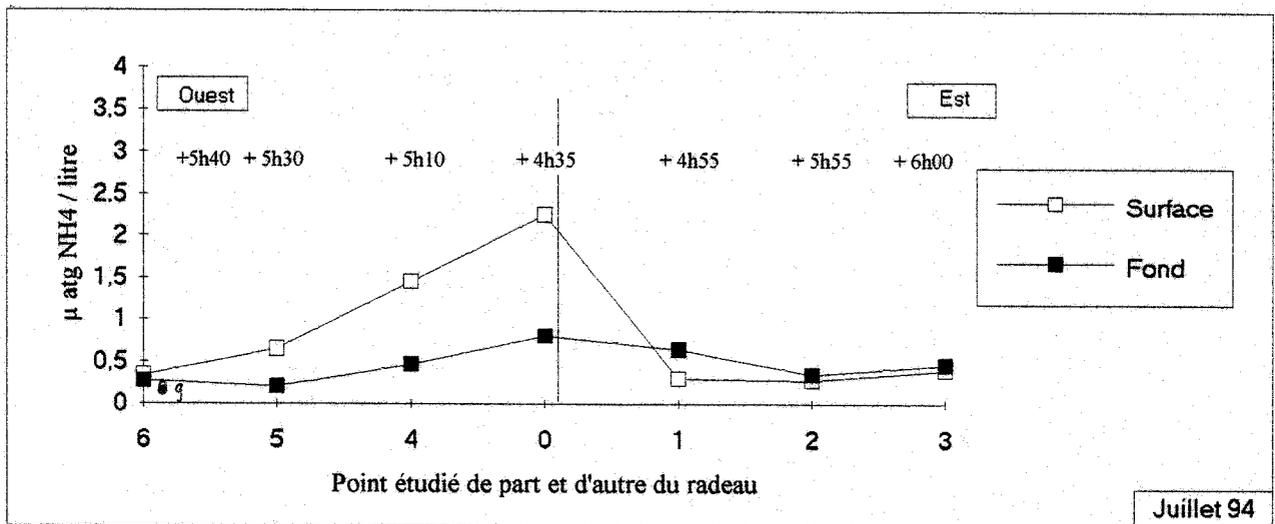
TABLEAU 6 : Suivi des caractéristiques hydrologiques sur 2 points: centre du radeau Elsamer (0) et au point témoin (9).

Les nourrissages ont été observés le matin, de 9h40 à 10h15 et de 11h15 à 12h00 environ, et l'après midi de 14h00 à 14h40 et de 15h15 à 16h00. Ils ont tous été menés des cages A10 et B10 vers les cages A1 et B1.



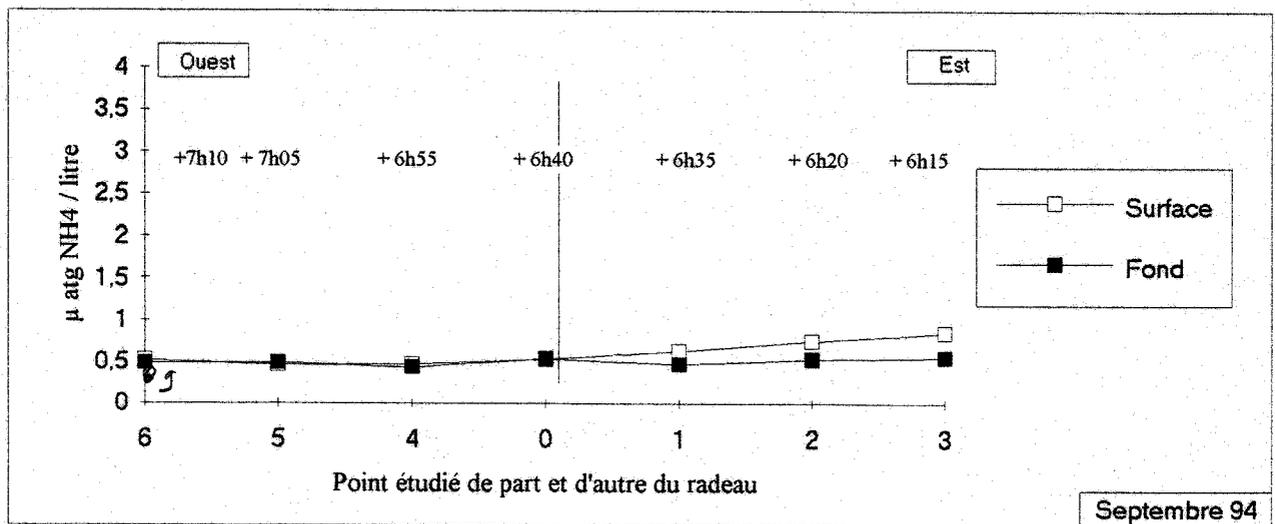
flot

FIGURE 5 : Evolutions spatiales des teneurs NH4 de part et d'autre du radeau en surface et au fond (Les heures notées correspondent au décalage entre l'heure du nourrissage et l'heure du prélèvement).



*début
juillet*

FIGURE 6 : Evolutions spatiales des teneurs NH4 de part et d'autre du radeau en surface et au fond (Les heures notées correspondent au décalage entre l'heure du nourrissage et l'heure du prélèvement).



*fin
juillet
vent fort*

FIGURE 7 : Evolutions spatiales des teneurs NH4 de part et d'autre du radeau en surface et au fond (Les heures notées correspondent au décalage entre l'heure du nourrissage et l'heure du prélèvement).

SUIVI ESTIVAL - Juillet 1994

Les résultats sont présentés dans les tableaux 7 et 8.

Date du suivi		04/07/1994			
Conditions météorologiques		Vent faible Mer calme			
Conditions de marée		coef.	matin	41	
			soir	44	
		heures	Basse mer	8h35	
			Pleine mer	14h47	
Profondeur de prélèvement		S-2m F+1m			
Point	Heures	Surface NH4	Fond µatg/l	profondeur	Secchi
3	15h15 (PM+0h30)	0,40	0,46	16,0	7,5
2	15h10 (PM+0h25)	0,28	0,35	15,5	7,0
1	14h10 (BM+5h35)	0,30	0,64	15,5	7,5
0	13h50 (BM+5h15)	2,25	0,80	15,5	6,0
4	14h25 (BM+5h50)	1,45	0,47	15,5	6,0
5	14h45 (PM)	0,65	0,20	15,5	7,0
6	14h55 (PM+0h10)	0,34	0,27	15,5	7,0
7	15h05 (PM+0h20)	0,28	0,67	12,0	7,0
8	15h20 (PM+0h35)	(*)	(*)	16,5	7,0
9	15h25 (PM+0h40)	0,27	0,33	16,5	7,5

TABLEAU 7 : Suivi des teneurs en NH4 sur 8 points situés à proximité du radeau Elsamer (0-8) et en un point témoin (9) ; (*) les échantillons ont été égarés lors de l'analyse.

Des mesures de température de la surface au fond ont été réalisées (cf paragraphe suivant) ; bien qu'elles n'aient pas mises en évidence de thermocline très nette, des prélèvements pour la détermination de la salinité ont été refaits en fin de suivi au centre du radeau: en surface, fond ainsi qu'à 8 et 10m. Ces profondeurs sont celles auxquelles semblaient apparaître une légère discontinuité thermique.

		T°C °C	S‰ ‰	O ₂ d ml/l	NO ₂ + NO ₃ µM/l	PO ₄ µM/l	Si(OH) ₄ µM/l	MEST mg/l	MOS mg/l
Point 0	Surface	17,0	34,99	5,99	0,8	0,04	0,2	17,8	6,1
	Fond	16,5	34,86	6,10					
	Surface		35,01						
	Fond		35,06						
	8m		35,01						
10m		35,01							
Point 9	Surface	17,0	34,87	6,18	0,1	0,13	0,4	20,5	6,1
	Fond	16,5	35,00	6,34	0,3	0,09	0,4	18,8	7,9

TABLEAU 8 : Suivi des caractéristiques hydrologiques sur 2 points: centre du radeau Elsamer (0) et au point témoin (9).

Les horaires nourrissages ont été notés durant toute la journée (tableau 9).

Cages	A10-B10	A9	B6	A5-B5	A4	B3	A1
Heures de nourrissage (matin)	9h15	9h30	9h30	9h30		9h35	9h35
	10h20		10h15	10h10	10h05	10h05	10h05
	11h00	11h00	11h05		11h05	11h05	11h10 11h35
Heures de nourrissage après-midi	14h10	14h10	14h10	13h50	13h50		
	16h35			14h20	14h45	14h45	14h45
			16h40	14h45			
				15h30			
				16h40			

TABLEAU 9 : Horaires de nourrissages des différentes cages durant la journée du 4 juillet 1994.

L'heure prise en compte pour l'établissement du temps de décalage entre nourrissage et prélèvement hydrologique est 9h15 ; la figure 6 présente ce paramètre associé à l'évolution de la teneur en NH₄ le long de la radiale principale.

SUIVI AUTOMNAL -Septembre 1994

Les résultats sont présentés dans les tableaux 10 et 11.

Date du suivi		12/09/1994			
Conditions météorologiques		Vent fort Situation pluvieuse			
Conditions de marée		coef.	matin	63	
			soir	56	
		heures	Basse mer	16h59	
			Pleine mer	10h29	
Profondeur de prélèvement		S-2m		F+1m	
Point	Heures	Surface NH ₄	Fond µatg/l	profondeur	Secchi
3	15h30 (PM+5h00)	0,85	0,55	14,5	6,5
2	15h35 (PM+5h05)	0,75	0,53	13,5	6,0
1	15h50 (PM+5h20)	0,63	0,47	13,5	6,0
0	16h55 (PM+6h25)	0,53	0,54	12,0	5,5
4	16h10 (PM+5h40)	0,47	0,44	12,5	5,0
5	16h20 (PM+5h50)	0,46	0,49		5,5
6	16h25 (PM+5h55)	0,52	0,48	10,5	5,5
7	16h30 (PM+6h00)	0,41	0,42	12,0	6,0
8	16h35 (PM+6h05)	0,38	0,45	13,0	5,5
9	15h20 (PM+4h50)	0,38	0,49	14,0	7,0

TABLEAU 10 : Suivi des teneurs en NH₄ sur 8 points situés à proximité du radeau Elsamer (0-8) et en un point témoin (9).

		T°C °C	S‰ ‰	O ₂ d ml/l	NO ₂ + NO ₃ μM/l	PO ₄ μM/l	SiO ₂ μM/l	MEST mg/l	MOS mg/l
Point 0	Surface	17,8	35,23	5,61	0,75	0,14	2,3	19,00	*
	Fond	17,8	35,26	5,51	0,67	0,10	2,4	20,25	*
Point 9	Surface	17,8	35,27	5,63	0,65	0,32	2,2	18,55	*
	Fond	17,6	35,27	5,63	0,65	0,07	2,1	21,73	*

TABLEAU 11 : Suivi des caractéristiques hydrologiques sur 2 points: centre du radeau Elsamer (0) et au point témoin (9).

(*) Les MOS n'ont pu être déterminées en raison d'un dysfonctionnement du four qui a surchauffé jusqu'à carboniser les échantillons.

Afin de préciser sur la figure 7 le décalage entre le début du nourrissage et le moment du prélèvement sur les différents points de la radiale principale, l'heure de début de nourrissage a été estimée à 9h15 d'après les remarques du personnel d'Elsamer.

L'horaire tardif, comparativement aux autres campagnes et surtout aux nourrissages matinaux, s'explique par les impératifs de travail du personnel d'Elsamer et les conditions d'immersion des pièges à particules, dépendantes des nourrissages de l'après-midi.

Ce décalage s'est traduit par l'absence d'un maximum dans les teneurs en ammonium lors du suivi de la radiale, les prélèvements ayant probablement été réalisés trop tardivement par rapport à la phase d'excrétion azotée.

ETABLISSEMENTS DES PROFILS THERMIQUES - Juillet et septembre 1994

Les figures 8 à 10 présentent les profils verticaux des températures sur les points 0 et 9 lors des suivis de juillet et septembre. Ces derniers ont été établis lors de la campagne benthos (26 septembre) et non pas les 12 ou 13 septembre, lors du suivi hydrologique. En effet, la sonde prêtée par M Pennec différait de celle utilisée en juillet et la vitesse d'immersion pratiquée le 12 et 13 septembre s'est avérée insatisfaisante. Le 26 septembre, les profils ont été établis en augmentant la profondeur d'immersion de la sonde à raison de 50 cm toutes 3 minutes ; aussi au point 9, le bateau n'ayant pas la possibilité de rester au point fixe, seules les températures des premiers mètres ont pu être mesurées.

max : niveau haute position
peu influence au fond

rapide diffusion : p₀ 1 et 6 S ≈ F
sauf aux printemps

O₂ + faible au 0 mètres (mais % sat ?)
peu Δ signif des autres paramètres

échant

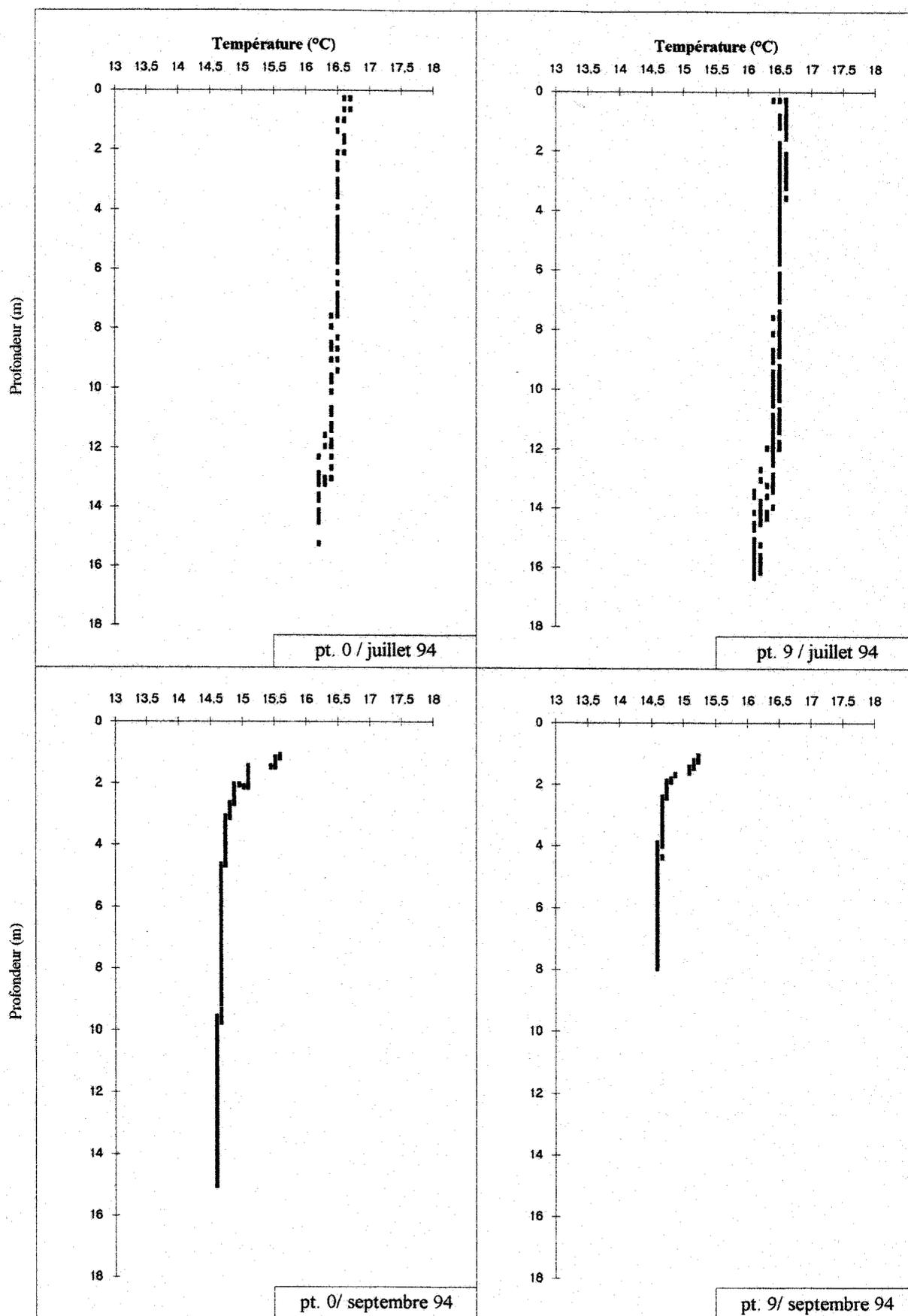


FIGURE 8: Présentations des profils verticaux de température aux points 0 et 9, lors des suivis menés en juillet et septembre 1994

PIEGES A PARTICULES

IMMERSION DES PIÈGES A PARTICULES

Schéma de pesées

L'objectif de cette étude est la mesure du flux de particules de la surface au fond sur 5 points. Il s'agit des points 0, 1, 4, 5 et 9. Les pièges à particules (IFREMER, DEL) sont immergés avant le premier nourrissage du matin et relevés après 24 heures toujours avant le premier nourrissage. Les prélèvements sont réalisés, pour chaque piège, à partir de 6 carottes. Un échantillon unique est obtenu par mise en commun de ces 6 sous-échantillons, puis congelé avant lyophilisation et pesé.

Le personnel d'Elsamer a toujours accepté de retarder le nourrissage des cages de façon à ce que les relevages des différents pièges puissent se dérouler dans les mêmes conditions, comparativement aux cycles d'alimentation.

Des déplacements notables (de l'ordre de 10 à 15 mètres) entre l'immersion et l'émersion des pièges ont été observés dans le positionnement des cages par rapport aux pièges à particules. Aussi la figure 9 présente les caractéristiques et l'éventuelle modification des vents lors des 24 heures durant lesquelles les pièges ont été immergés, ceci pour les suivis de mai, juillet et septembre (les données brutes sont présentées en annexe 2).

SITUATION PRINTANIERE -Mai 1994

Les immersions des pièges se sont déroulées le 10 mai au matin tandis que les relevages ont été effectués le 11 mai également au matin. Les résultats des pesées sont présentés dans le tableau 12, tandis que les taux de remplissage des cages et le positionnement des pièges sont précisés dans le schéma 3.

	4,8
2,5	6,3
6,0	
8,1	4,4
0,9	1,6
1,1	2,5
6,4	3,6
7,1	3,1
4,5	7,9
1,3	1,8
0,8	
4,8	1,3
	2,1

POINTS	Heure d'immersion	Heure d'émersion	Poids échantillon en g	Remarque
0	9h10	9h15	3,7135	-
1	9h20	9h35	1,5624	Couché
4	9h15	9h40	3,0300	" 5/6 carottes "
5	9h35	9h45	1,7130	-
9	9h50	10h10	0,2816	-

TABLEAU 12 : Résultats issus de l'immersion de pièges à particules (Mai 94)

SCHEMA 3 : Plan du radeau et état du stock dans les cages (biomasses exprimées en tonnes, annexe 1) (position des pièges 0, 1 et 4).

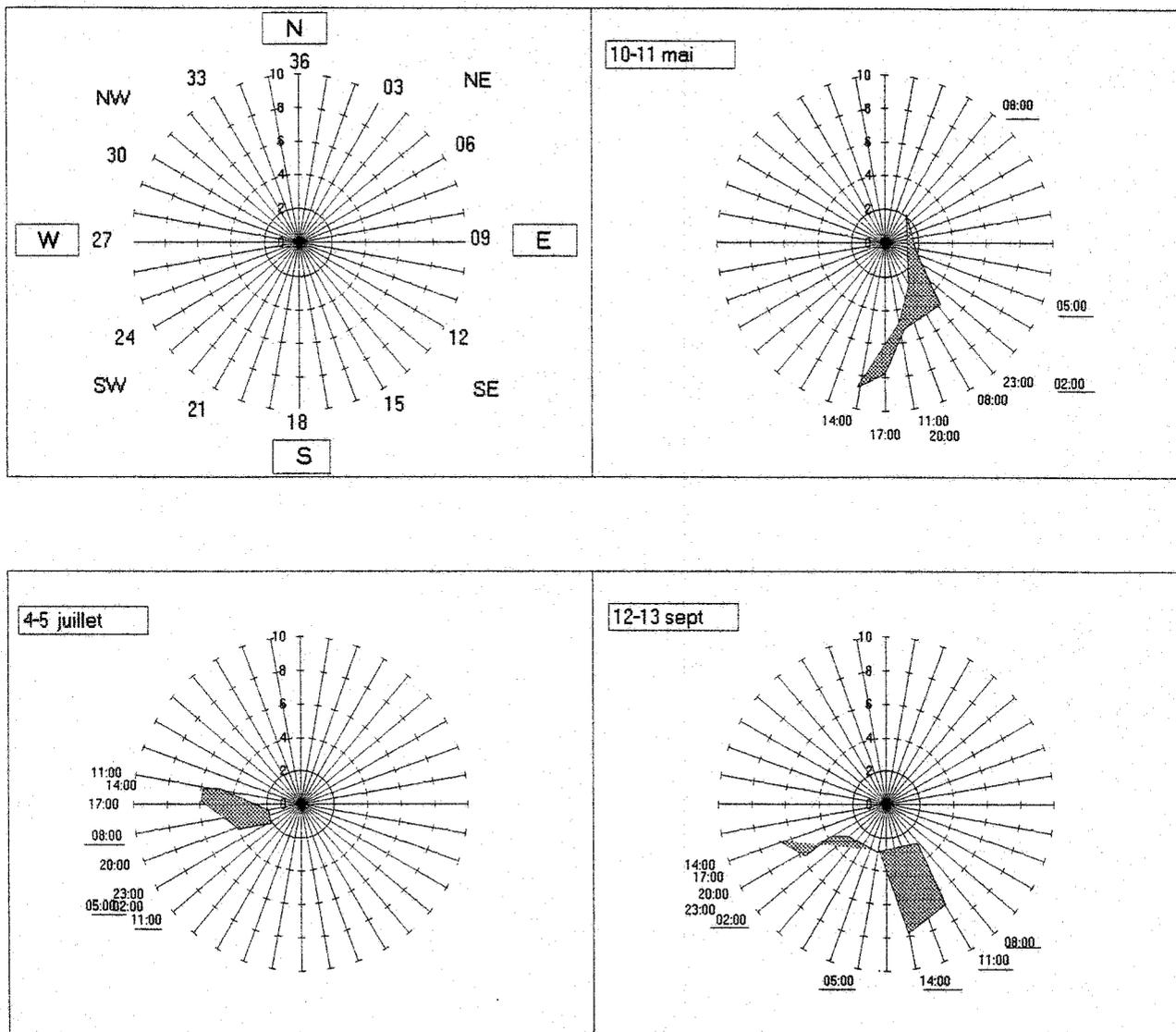


FIGURE 9: Evolutions moyennées sur 3 heures des données de vent durant les phases d'immersion des pièges à particules (les données de vitesse sont exprimées en m/s tandis que les directions sont données en rose de 36).

Une modification importante du positionnement des cages a été notée en septembre ; aussi, dans ce cas, les données plus détaillées, heure par heure sont données dans le tableau 13.

Heure	12/9	21h	22h	23h	24h	13/9	01h	02h	03h	04h
Direction	25	26	25	25	25	25	24	23	23	21
vitesses	8	5	5	5	4	4	3	3	3	4
Heures	05h	06h	07h	08h	09h	10h	11h	12h	12h	13h
Direction	21	20	18	16	15	15	16	17	17	17
vitesses	4	3	4	3	4	5	7	10	10	10

TABLEAU 13: Caractéristiques horaires des vents entre le 12 et 13 septembre, données centrées sur la période d'évolution observée (les données de vitesse sont exprimées en m/s tandis que les directions sont données en rose de 36).

Ce schéma présente les déplacements du radeau consécutifs à un changement important dans la direction des vents. En effet, le passage d'un vent d'Ouest à un vent de Sud-Est (cf figure 9) s'est traduit par un positionnement décalé des pièges à particules.

POINTS	Heure d'immersion	Heure d'émersion	Poids échantillon/g	Remarque
0	14h40	14h30	2,1106	-
1	14h43	14h35	2,3039	-
4	14h45	14h40	3,2296	
5	14h50	14h45	2,7070	-
9	15h15	15h17	0,6511	-

→ B d F ?

TABLEAU 15 : Résultats issus de l'immersion de pièges à particules (Juillet 94)

← signification des chiffres : bleu / 24 h
si caractéristique des pièges -
particules : nature? (échantillons?)
à comparer avec composants de la nourriture?

ETUDE DES SEDIMENTS SUPERFICIELS

COUCHE SUPERFICIELLE DU SEDIMENT

L'objectif de cette étude est de permettre l'analyse chimique de la couche superficielle du sédiment sur 7 des 9 points considérés. Les prélèvements ont été réalisés par un carottier de type "Rouvillois", de façon à pouvoir utiliser des carottes en PVC. Les carottages ont été réalisés prioritairement aux bennes destinées à l'analyse biologique du sédiment de façon à ne pas travailler sur un fond perturbé.

Toutes les carottes qui sont remontées en surface avec une couche d'eau insuffisante au dessus du sédiment (c'est-à-dire environ 20-25 cm) n'ont pas été utilisées. Les prélèvements sont effectués dès la remontée en surface de la carotte, sans perturbation de celle-ci, à l'aide d'une spatule en plastique.

L'échantillon correspond à la réunion de deux sous-échantillons obtenus à partir de deux carottages. Il est maintenu au froid jusqu'au retour au laboratoire, puis congelé et lyophilisé.

PRELEVEMENT DU MOIS DE JUIN 1994

Les résultats qui correspondent au descriptif des conditions de prélèvement sont présentés dans le tableau 16.

Date du suivi		07/06/1994	
Conditions météorologiques		Vent modéré Mer calme	
Conditions de marée	coef.	matin	63
		soir	66
	heures	Basse mer	10h52
		Pleine mer	16h54
Conditions de prélèvement		Carottier Rouvillois 1er cm de surface	
Point	Heures	Profondeur (sondeur)	Couche oxydée (observation visuelle)
3 (*)	16h00	16 m	ND
2	15h20	15 m	3-4 cm très irrégulière
1	14h40	15 m	4 cm très irrégulière
4	10h10	10 m	1,0 cm
5	11h10	10 m	1,5 cm
6	12h00	10 m	4,0 cm
9	13h40	13 m	3,5 cm

TABLEAU 16 : Conditions de prélèvements de la couche superficielle du sédiment à proximité du radeau Elsamer (0-6) et d'un point témoin (9).

(*) le point 3 a été prélevé deux fois. En effet, lors du suivi du 7 juin, le carottier Rouvillois est resté au fond sur ce dernier point. Par sécurité, un prélèvement a été réalisé à partir de la benne Smith, tout en sachant qu'il est alors beaucoup plus délicat d'assurer un prélèvement dans le premier centimètre de surface, et que le risque de lessivage est important.

Lors de la récupération du carottier (le 14 juin), un échantillon a été refait au point 3 à partir d'une carotte prélevée par plongeur (Ech 3 bis).

PRELEVEMENT DU MOIS DE SEPTEMBRE 1994

Les résultats qui correspondent au descriptif des conditions de prélèvement sont présentés dans le tableau 17. Seuls les points 0 et 9 ont été échantillonnés le 26 septembre entre 10 et 12 heures.

Date du suivi	26/09/1994		
Conditions météorologiques	Vent modéré		Mer calme
Conditions de marée	coef.	matin	49
		soir	54
	heures	Basse mer	14h42
		Pleine mer	08h07
Conditions de prélèvement	Carottier Rouvillois		1er cm

TABLEAU 17 : Conditions de prélèvements de la couche superficielle du sédiment au centre du radeau Elsamer (0) et au point témoin (9).

SITUATION DES VENTS LORS DE CES DEUX ECHANTILLONNAGES

Le déplacement éventuel du radeau par rapport à son point d'ancrage peut se traduire par un mauvais positionnement des différents points suivis les uns par rapport aux autres. Aussi, la figure 10 présente les caractéristiques du vent, vitesse et direction, lors des deux campagnes concernant les prélèvements de sédiment.

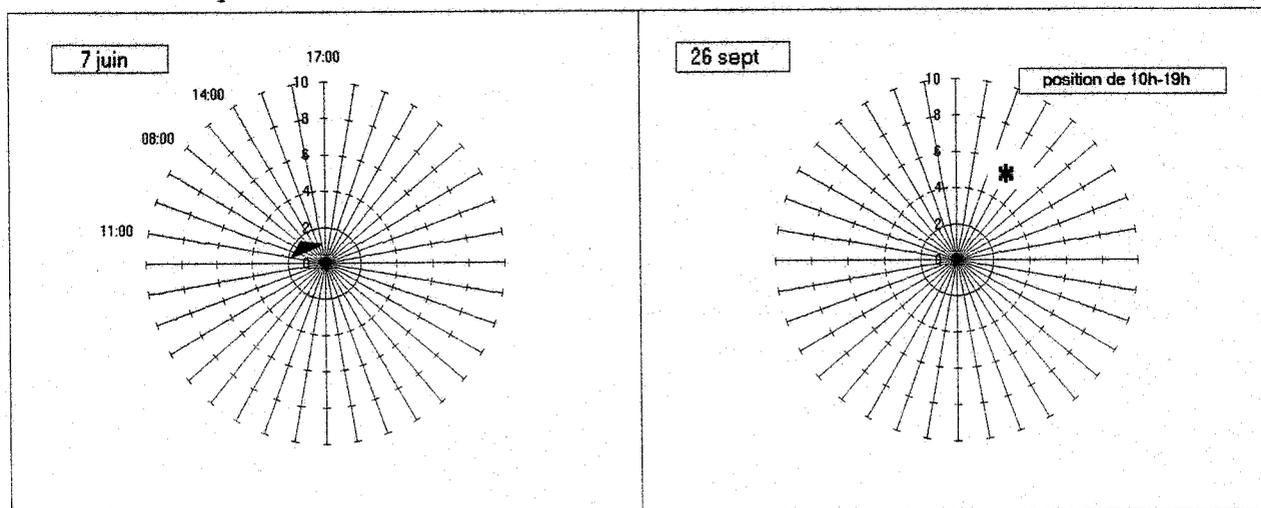


FIGURE 10 : Caractéristiques moyennées sur 3 heures des données de vent durant les périodes de prélèvements de sédiment.

ETAT DES SEDIMENTS ET DES COMMUNAUTES BENTHIQUES

Impact écologique d'un élevage de salmonidés

en rade de Brest

?

INTRODUCTION

Cette étude s'inscrit dans le cadre d'un programme de l'IFREMER destiné à préciser l'état de santé des fonds marins à proximité de l'élevage de Salmonidés ELSAMER, situé à Camaret. L'objet de ce travail est l'étude des caractéristiques biosédimentaires du site après quatre années de fonctionnement de l'élevage, et les résultats pourront être comparés à ceux de l'étude réalisée en mai 1990 par le Laboratoire d'Océanographie Biologique de l'UBO, avant la mise en place de l'élevage.

Nous nous sommes plus particulièrement intéressés aux organismes vivant dans et sur le fond (macrofaune benthique), dont l'une des propriétés est d'intégrer les conditions du milieu, et d'être par conséquent un bon indicateur des conditions environnementales.

L'étude s'articule en trois parties. La première concerne la méthodologie utilisée. La seconde rapporte les caractéristiques sédimentaires des stations échantillonnées. Enfin, la troisième partie rassemble les résultats sur les caractéristiques structurales et faunistiques des peuplements présents.

METHODOLOGIE

ECHANTILLONNAGE

Un premier échantillonnage des sept stations a été effectué le 07 juin 1994 à bord d'un coquiller de Camaret, le "Chantal Karine" de M. F. Féchant. Une seconde série de prélèvements a été réalisée le 26 septembre 1994 à bord du même bateau, mais uniquement aux stations 4 (directement soumise à l'influence de l'élevage) et 9 (station témoin), et ceci dans le but de préciser les variations saisonnières des paramètres biologiques.

Les échantillons sont prélevés à l'aide de la benne Smith-McIntyre, échantillonneur quantitatif prélevant une surface de $1/10 \text{ m}^2$ sur une profondeur variant avec la compaction des sédiments (5 à 10 cm). A chaque station et pour chaque prélèvement, est noté l'aspect du sédiment (compact, meuble, oxydé, réduit, envasé ou non, fin, grossier ou coquiller...). Ces notes permettront par la suite une meilleure interprétation des analyses sédimentaires.

A chacune des sept stations, quatre prélèvements de sédiment ont été réalisés, les deux premiers pour les analyses biologiques et les deux autres pour les analyses sédimentaires. Pour les deux premiers, le sédiment est tamisé sur un tamis cubique de maille carrée de 1 mm de côté. Le refus du tamis renfermant la fraction du sédiment supérieure au millimètre est formolé (formaldéhyde à environ 7 %). Le troisième prélèvement sert pour l'analyse granulométrique, le quatrième pour les mesures des teneurs en matière organique totale. Ce dernier échantillon est congelé jusqu'à son traitement au laboratoire.

D'autre part, des carottes de sédiments ont été remontées à chaque station à l'aide du carrotier Rouvillois afin d'effectuer des mesures de potentiel redox.

TRAITEMENT DES ECHANTILLONS

* Analyses sédimentaires

Les analyses ne concernent que la partie supérieure des sédiments (5 à 10 cm pour la granulométrie, 2 à 4 cm pour les teneurs en matière organique).

- Granulométrie

Les échantillons de sédiment sont séchés à l'étuve pendant au moins 72 heures à 80°C. Une fraction de poids connue (100 g en général) est lavée à l'eau douce sur un tamis de 63 µm. Le refus sec est ensuite passé sur une colonne de 14 tamis allant de 63 µm à 10 mm de maille. Le taux de pélites (fraction < 63 µm perdue par lavage) est égal à la différence entre les 100 g de départ et le poids total de sédiment retenu sur les quatorze tamis. Les pourcentages cumulés des différentes fractions obtenues permettent de tracer les courbes granulométriques. Pour chaque station, la médiane, qui est la taille des grains correspondant à 50 % du poids total du sédiment est également précisée.

Les analyses granulométriques permettent de déterminer différents types sédimentaires, selon la classification de Chassé & Glémarec (1976). Ces auteurs reconnaissent quatre fractions granulométriques, écologiquement efficaces :

- les pélites : fraction < 63 µm
- les sables fins et moyens : entre 63 et 500 µm
- les sables grossiers : de 500 à 2000 µm
- les graviers : fraction > 2000 µm

- Matière organique totale

Les teneurs sont mesurées par la méthode de la perte au feu. Une fraction de sédiment de poids connu est incinérée pendant 4 heures à 450°C. La différence entre le poids avant et après incinération correspond à la perte de matière organique, exprimée en pourcentage du poids de la prise de départ. La charge en matière organique estimée ainsi correspond aux bactéries, au microphytobenthos, au méiobenthos, aux débris végétaux contenus dans le sédiment et aux composés organiques adsorbés sur les particules sédimentaires. Trois mesures par station sont effectuées.

- Potentiel d'oxydo-réduction

L'oxygénation du sédiment peut être évaluée visuellement par l'épaisseur de la couche claire, car il existe un gradient d'oxygénation décroissant de la couche claire de surface vers la zone sombre, réduite, en profondeur. Si cette méthode a le mérite d'être simple et pratique, elle est cependant moins précise que la mesure du potentiel d'oxydo-réduction (Eh exprimé en millivolts), qui témoigne des phénomènes de dégradation de la matière organique dans les sédiments. Ce potentiel tient compte des proportions des composés oxydés et réduits présents dans le sédiment, et il permet de donner un état des conditions physiques et chimiques du milieu.

La limite séparant le système réducteur du système oxydé correspond à la "discontinuité du potentiel redox" (R.P.D.) qui est le zéro du potentiel redox.

L'électrode Redox utilisée ici est composée d'une électrode de platine et d'une électrode de référence Ag/AgCl. Une correction est ensuite apportée aux valeurs mesurées afin d'obtenir les résultats par rapport à une électrode standard de référence (électrode à hydrogène).

* Analyses biologiques

Au laboratoire, les échantillons sont traités par tri hydraulique permettant de séparer les fractions les plus légères (débris végétaux, petites Polychètes, Amphipodes...) des fractions les plus grossières (sable, graviers, coquilles et gros Invertébrés). Les animaux sont ensuite triés, déterminés et comptés à la loupe binoculaire. Tous les organismes récupérés sont ensuite conservés dans l'éthanol à 70 %.

La somme des densités de chaque espèce constitue l'abondance du prélèvement. La richesse spécifique correspond au nombre de taxons récoltés sur la surface de référence ($2/10 \text{ m}^2$). La biomasse est estimée par le poids humide essoré et est donnée en grammes pour $2/10 \text{ m}^2$.

TRAITEMENT DES DONNEES

Pour chaque station, on dispose donc :

- de deux listes faunistiques comportant les densités des espèces
- de deux valeurs d'abondance (nombre d'individus par unité de surface)
- de deux valeurs de biomasse
- d'une analyse granulométrique
- d'une valeur moyenne de la charge organique du sédiment (moyenne sur trois mesures).
- d'une courbe du potentiel d'oxydo-réduction en fonction de la profondeur

Les données biologiques et sédimentaires sont stockées sur support informatique en vue de leur traitement. Celui-ci est réalisé à partir d'une chaîne de programmes informatiques effectuant les calculs, les graphiques (courbes et histogrammes) et diverses analyses couramment employées en écologie.

LES SEDIMENTS

GRANULOMETRIE

Les résultats des analyses granulométriques effectuées aux sept stations échantillonnées sont reportés dans l'annexe 3a, et la part des différentes fractions granulométriques est représentée sur la figure 11 (pour les stations 4 et 9, moyenne des valeurs de juin et de septembre). Les courbes granulométriques sont tracées à l'aide des pourcentages cumulés de ces différentes fractions sédimentaires (figure 12).

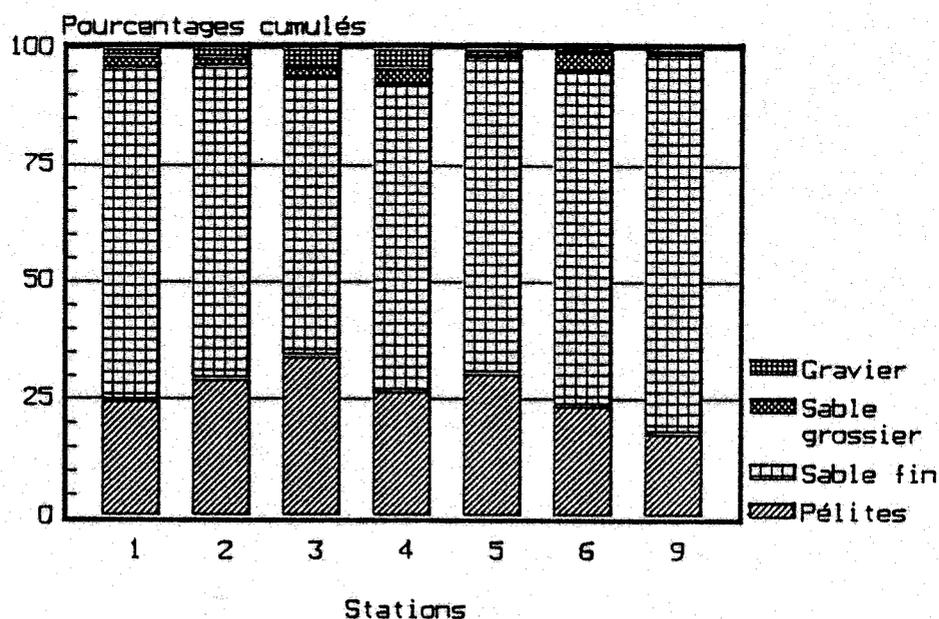


FIGURE 11: Pourcentages cumulés des différentes fractions sédimentaires

A toutes les stations, les taux de pélites sont élevés (18 % à la station 9, entre 23 et 33 % aux autres). La fraction sable fin représente entre 65 et 70 % aux stations 1 à 6 et atteint 80 % à la station 9.

Les principales caractéristiques granulométriques sont regroupées dans le tableau 18 et permettent de classer les stations dans la même catégorie sédimentaire : celle des sables fins envasés dont la médiane est ici d'environ 80 μm .

Si l'on compare ces résultats avec ceux de l'étude réalisée en mai 1990 sur la même zone (Le Guellec, 1990), on retrouve les sables fins envasés des stations 1, 2 et 3 de 90, tout en notant un léger affinement du sédiment : moins de sable fin et plus de pélites en 94, ainsi qu'une médiane sensiblement plus faible.

On peut d'autre part remarquer que la granulométrie aux stations 4 et 9 ne varie pas significativement entre juin et septembre.

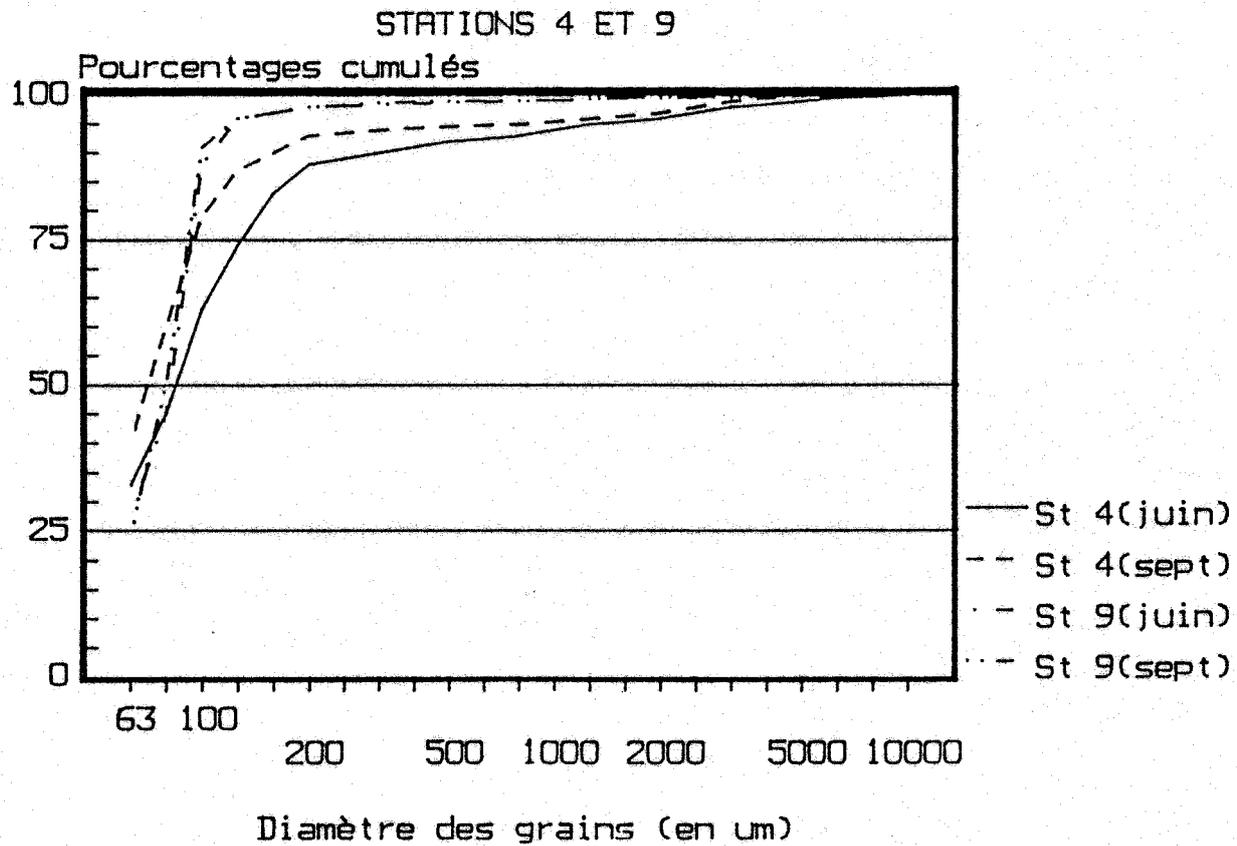
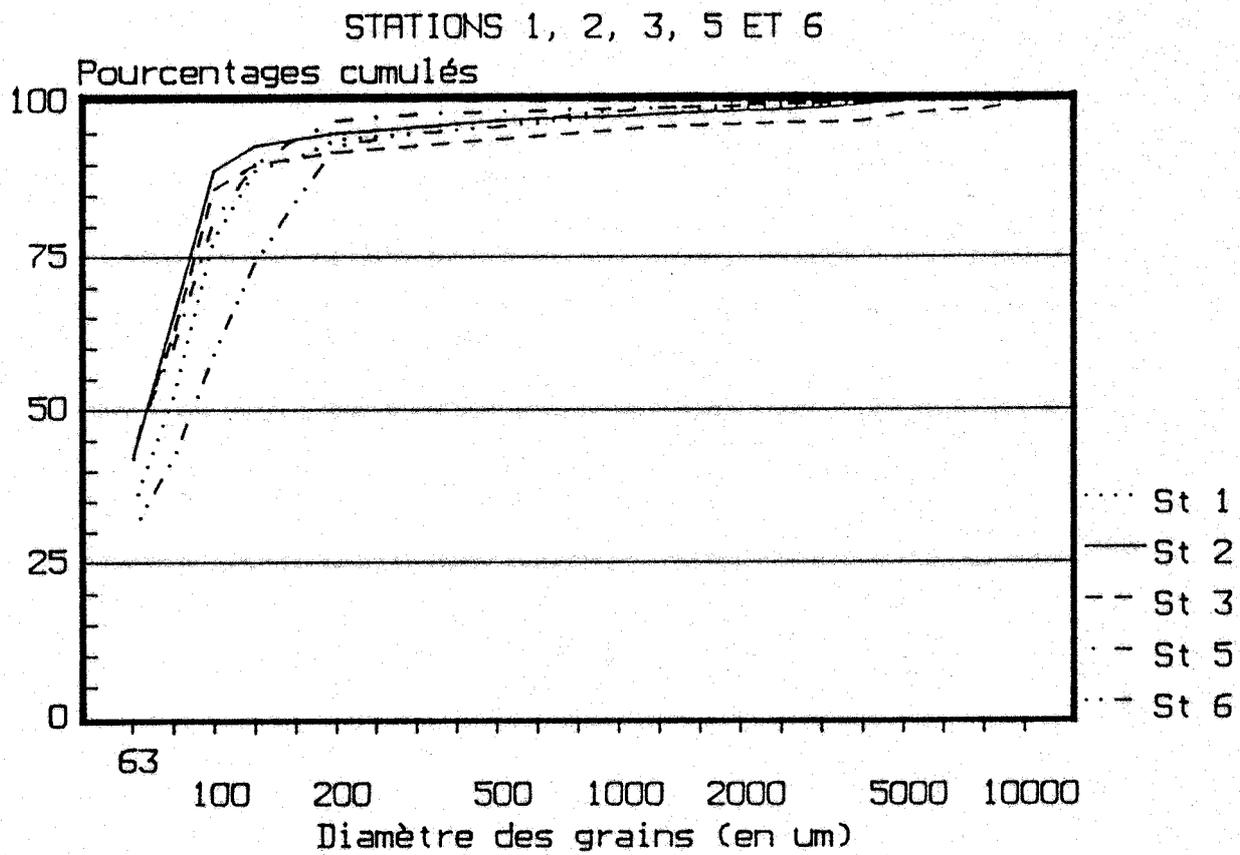


FIGURE 12: Courbes granulométriques

Stations	% Pélites < 63 μ m	% Sables fins à moyens < 500 μ m	% Sables grossiers < 2 mm	% Graviers < 10 mm	Médiane Granulométrique (μ m)	Catégorie sédimentaire
1	24.39	70.97	2.75	1.89	75	Sables fins envasés (FV)
2	29.10	66.76	1.98	2.16	70	
3	33.95	59.47	2.31	4.27	70	
4	26.50	65.45	3.66	4.39	80	
5	30.33	67.20	1.22	1.25	70	
6	23.44	71.50	4.18	0.88	90	
9	17.65	80.48	1.11	0.76	80	

TABLEAU 18: Caractéristiques granulométriques aux sept stations

MATIERE ORGANIQUE TOTALE (M.O.T.)

Les valeurs de matière organique totale obtenues par la méthode de la perte au feu sont reportées sur la figure 13. La moyenne et l'écart-type des trois mesures effectuées (cf. annexe 3b) y sont reproduits.

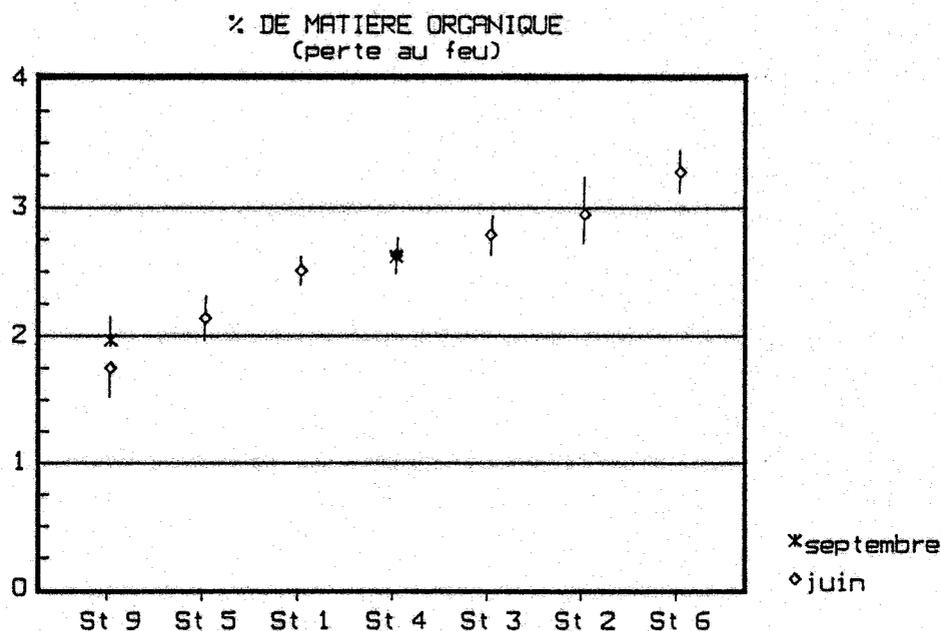


FIGURE 13: Taux de matière organique totale dans les sédiments (moyenne et erreur standard des trois mesures effectuées)

Les valeurs moyennes sont comprises entre 2,12 et 3,26 % aux stations 1 à 6 ; à la station 9, la teneur moyenne en M.O.T. est significativement plus faible (1,73 % en juin, 1,95 % en septembre). Compte tenu des taux de pélites élevés, ces valeurs ne semblent pas témoigner de charges organiques anormales.

Les valeurs de matière organique totale sont en effet dépendantes de la granulométrie des sédiments ainsi que de l'hydrodynamisme. Elles sont ordinairement élevées dans les zones de faible courant où le matériel détritique s'accumule et où les teneurs en particules fines sont élevées.

A titre indicatif, dans de précédentes études réalisées en rade de Brest (Le Guellec, 1990 ; Dugué, 1993), les valeurs vont jusqu'à 20 % dans des vases à 90 % de pélites et jusqu'à 17 % dans des sédiments biogènes envasés. Dans l'étude effectuée en 1990 sur le site, les teneurs en M.O.T. étaient d'environ 2 % dans les sables fins envasés.

Par ailleurs, les variations saisonnières relevées ici aux stations 4 et 9 sont très faibles : teneur identique à la station 4 (2,60 %), un peu plus élevée en septembre à la station 9 (1,95 contre 1,73 % en juin).

POTENTIEL D'OXYDO-REDUCTION

Les valeurs du potentiel redox mesurées aux différentes stations sont reproduites sur la figure 14.

La hauteur de sédiment prélevé par le carottier d'une part, et la longueur de l'électrode de mesure d'autre part, n'ont pas permis d'avoir des valeurs au-delà de 5 cm de profondeur, ce qui explique que l'on ait rarement atteint la profondeur de discontinuité redox (= 0 mV, par rapport à une électrode à hydrogène).

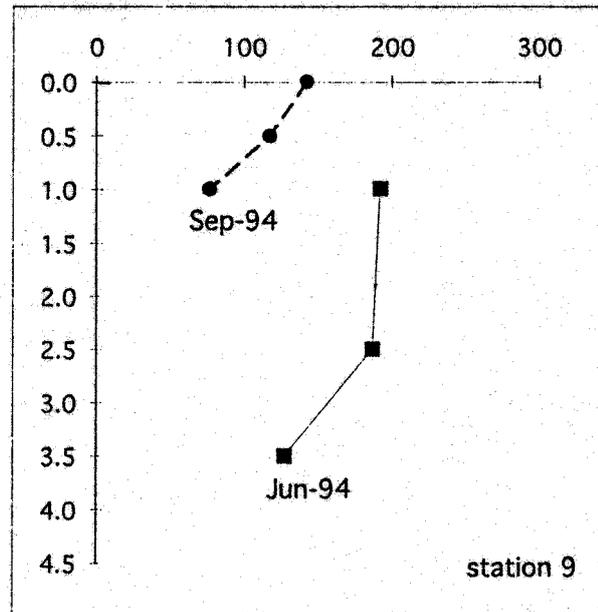
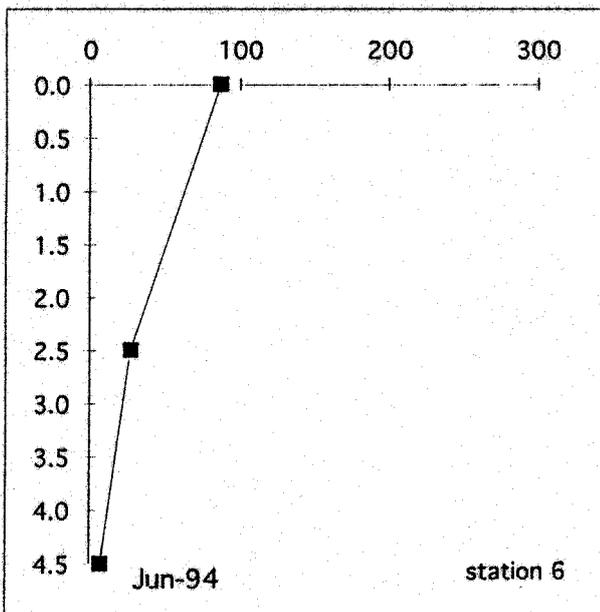
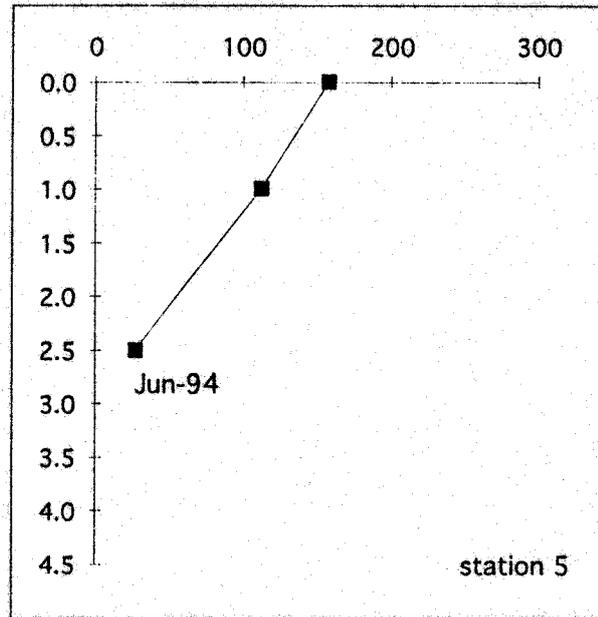
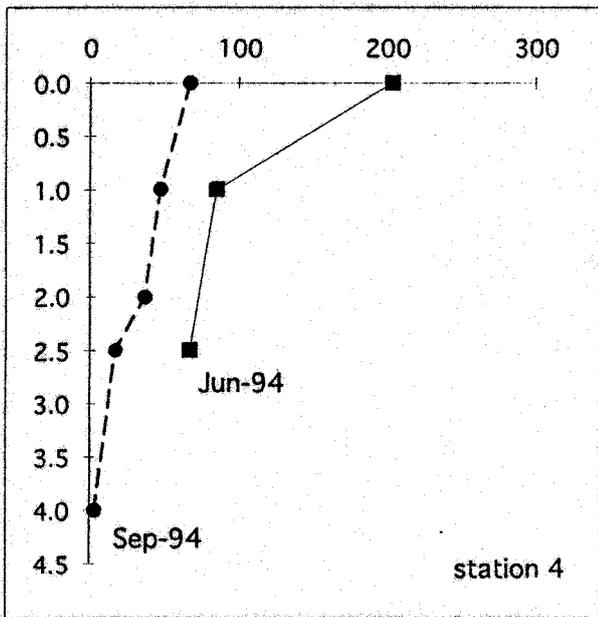
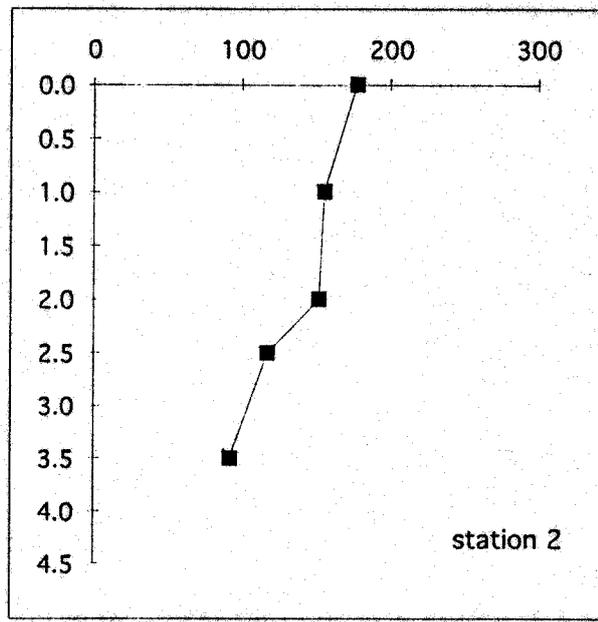
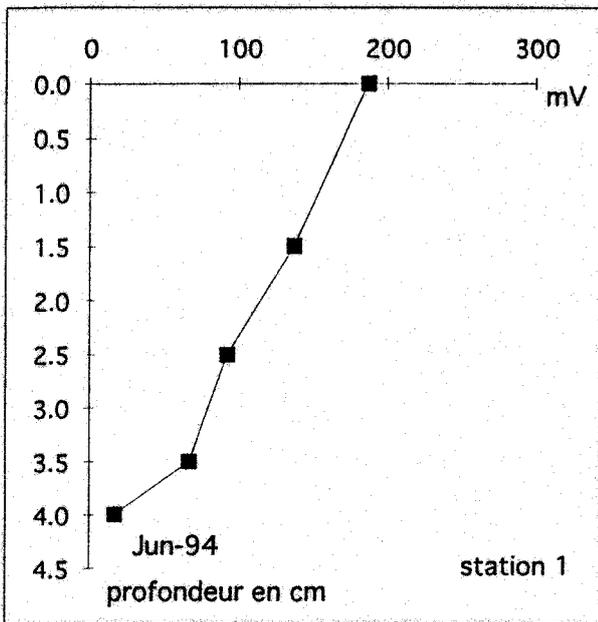


FIGURE 14: Courbes de potentiel d'oxydo-réduction

LES COMMUNAUTES BENTHIQUES

GROUPES ZOOLOGIQUES RECENSES

Les résultats des tris, déterminations et comptages des prélèvements sont reportés dans l'annexe 3c.

111 espèces ou taxons différents ont été recensés dans les prélèvements ; 56 ont été trouvés à la fois en juin et en septembre, 47 uniquement en juin et 8 seulement en septembre. Ils se répartissent en plusieurs grands groupes zoologiques. Sur le plan qualitatif, les Annélides Polychètes (vers marins) sont les mieux représentés (environ 52 % des espèces recensées) ; viennent ensuite les Crustacés (Amphipodes, Décapodes, Isopodes...) et les Mollusques (Bivalves, Gastéropodes...).

STRUCTURE DES PEUPEMENTS

Les données concernant la richesse spécifique, l'abondance et la biomasse sont regroupées dans les tableaux 19 et 20.

Stations (2/10 m ²)	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 9
Richesse spécifique = nbre d'espèces	12	33	61	12	35	59	57
Abondance = nbre d'individus	3932	3651	1457	3595	7807	716	207
Biomasse en g de poids frais	21,26	68,75	36,04	19,81	57,9	33,45	6,09

TABLEAU 19: Paramètres structuraux des peuplements le 7 juin 1994

Stations (2/10 m ²)	St 4	St 9
Richesse spécifique = nbre d'espèces	32	54
Abondance = nbre d'individus	1849	348
Biomasse en g de poids frais	65,42	9,51

TABLEAU 20: Paramètres structuraux des peuplements le 26 septembre 1994

* Richesse spécifique

Elle correspond au nombre d'espèces recensées pour une surface de $2/10 \text{ m}^2$. On remarque que les variations de ce paramètre sont symétriques de chaque côté des cages. En effet, le nombre d'espèces augmente lorsque l'on s'éloigne des cages. On a ainsi recensé 12 espèces aux pied des cages (St. 1 et 4), 34 espèces à 10 mètres (St. 2 et 5) et 60 espèces à 20 mètres (St. 3 et 6). A la station témoin (St. 9), 57 espèces ont été trouvées en juin et 54 en septembre.

On peut par ailleurs noter qu'à la station 4, le nombre d'espèces déterminées en septembre est plus élevé qu'en juin (34 contre 12).

* Abondance. Biomasse

Ces deux paramètres permettent de préciser la dimension structurale quantitative des peuplements benthiques. A l'inverse du nombre d'espèces, l'abondance diminue lorsque l'on s'éloigne des cages (exception faite de la station 5 où l'abondance des Oligochètes donne une densité totale d'environ $40\,000 \text{ ind./m}^2$). Ainsi, au pied des cages, l'abondance est d'environ $20\,000 \text{ ind./m}^2$ contre seulement $5\,000$ en moyenne à 20 mètres. A la station 9, la densité totale n'est que de $1\,000 \text{ ind./m}^2$ en juin et $1\,700$ en septembre.

Quant à la biomasse, mesurée en poids frais, elle est d'environ 100 g au pied des cages (St. 1 et 4), augmente à 10 mètres (environ 300 g) puis diminue à 20 mètres (170 g). A la station 9, la biomasse humide est beaucoup plus faible (entre 30 et 50 g).

* Diversité et régularité

Ces deux indices rendent compte de la distribution des individus entre les différentes espèces d'un peuplement, et leurs variations traduisent des modifications de structure des peuplements. Une diversité faible caractérise un peuplement jeune à haut pouvoir de multiplication avec dominance d'une ou d'un petit nombre d'espèces, alors qu'une diversité élevée traduit la maturité et la stabilité d'un peuplement.

Les valeurs de la diversité et de la régularité calculées pour les sept stations sont regroupées dans le tableau 21.

	07 juin 94							26 septembre 94	
	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 9	St 4	St 9
H (diversité)	1.75	2.28	3.26	1.44	1.75	4.16	4.80	2.68	4.63
J (régularité)	0.49	0.45	0.55	0.40	0.34	0.71	0.82	0.54	0.80

TABLEAU 21: Valeurs de la diversité (H) et de la régularité (J).

Comme les valeurs des paramètres S, A et B, celles de la diversité varient avec la distance par rapport aux cages. Les valeurs sont faibles aux stations 1 et 4, témoignant de la dominance d'un petit nombre d'espèces et d'une faible richesse spécifique, puis augmentent lorsque l'on s'éloigne des cages ($3,26$ à la st. 3 et $4,16$ à la st. 6). La régularité J, qui relativise la diversité par rapport au nombre d'espèces, est faible aux stations 1 à 5 ($< 0,5$). A l'inverse, les valeurs élevées des deux indices à la station 9 témoignent d'un degré d'organisation interne élevé.

CARACTERISTIQUES FAUNISTIQUES DES PEUPELEMENTS

Chaque prélèvement est identifié par un nombre défini d'espèces, avec, pour chacune d'elle, une densité donnée. A chaque station, correspond une liste faunistique représentant les espèces échantillonnées dans les deux prélèvements et leurs densités moyennes au 1/10 m².

- Stations 1 à 5 : le peuplement est dominé par un petit nombre d'espèces, dont certaines sont très abondantes. Ce sont essentiellement des Annélides : Polychètes Capitellidae (*Capitomastus minimus*, *Capitella capitata*), Spionidae (*Scolelepis fuliginosa*), et Cirratulidae (*Chaetozone setosa*), des Oligochètes et un bivalve (*Abra alba*).

- Station 6 : on retrouve sensiblement le même peuplement que dans les stations précédentes, mais les Polychètes *Capitomastus minimus* et *Chaetozone setosa* sont accompagnées par plusieurs Spionidae (*Notomastus latericeus*, *Heteromastus filiformis*).

- Station 9: le peuplement est dominé par tout un cortège de Polychètes mais dont aucune n'apparaît en densité importante (*Chaetozone setosa*, *Paradoneis armata*, *Heterocirrus bioculatus*, *Magelona papillicornis*, *Prionospio malmgreni*) et par le Bivalve *Abra alba*.

Si l'on compare ces peuplements avec ceux qui avaient été trouvés sur le site en mai 1990, on note la quasi absence en 90 des espèces dominantes actuelles, notamment les Polychètes *Capitomastus minimus*, *Capitella capitata*, *Scolelepis fuliginosa* ainsi que les Oligochètes. Ces espèces n'étaient alors présentes - et en faible densité - qu'aux stations les moins profondes et proches de l'émissaire de la station d'épuration. Les peuplements décrits en 90 dans la zone d'étude étaient dominés par les Polychètes Maldanidae *Clymene oerstedii* et *Leiochone clypeata*, actuellement faiblement représentées ; on y trouvait également *Chaetozone setosa*, *Notomastus latericeus* et *Abra alba*, bien représentées en 94.

On peut noter également que sur les 16 espèces de bivalves déterminées en 90 dans les stations de sables fins envasés, seulement 9 sont présentes en 94 ; de même, sur les 21 espèces de Crustacés Amphipodes recensées en 90, 8 seulement l'ont été en 94.

BILAN DE SANTE DU MILIEU

L'utilisation de la faune benthique comme indicateur des modifications du milieu est aujourd'hui une pratique courante dans les programmes de surveillance écologique. Les changements structuraux des communautés benthiques reflètent en effet significativement les variations physico-chimiques du milieu, car les organismes vivants possèdent la propriété d'intégrer les conditions du milieu environnant.

De nombreuses études ont été menées ces dernières années sur le littoral breton pour tenter de préciser l'impact des activités humaines (rejets industriels, urbains et agricoles) et des pollutions accidentelles (marées noires...) sur les écosystèmes marins côtiers. Ces études ont permis la mise au point d'indices biotiques, la définition de groupes d'espèces bioindicatrices, la modélisation des phénomènes de succession écologiques découlant des perturbations et la description des dynamiques de (re)colonisation des peuplements (Glémarec & Hily, 1981 ; Le Moal, 1981 ; Hily, 1984 ; Le Bris, 1988).

On reconnaît en effet, au sein de la macrofaune, des groupes écologiques corrélables à la surcharge en matière organique, composés d'espèces à polluo-sensibilité comparable, c'est-à-dire qui présentent une réponse identique vis-à-vis du degré d'enrichissement en matière organique. La dominance de l'un ou l'autre de ces groupes définit une étape de dégradation du peuplement le long d'un gradient d'altération du milieu (figure 15).

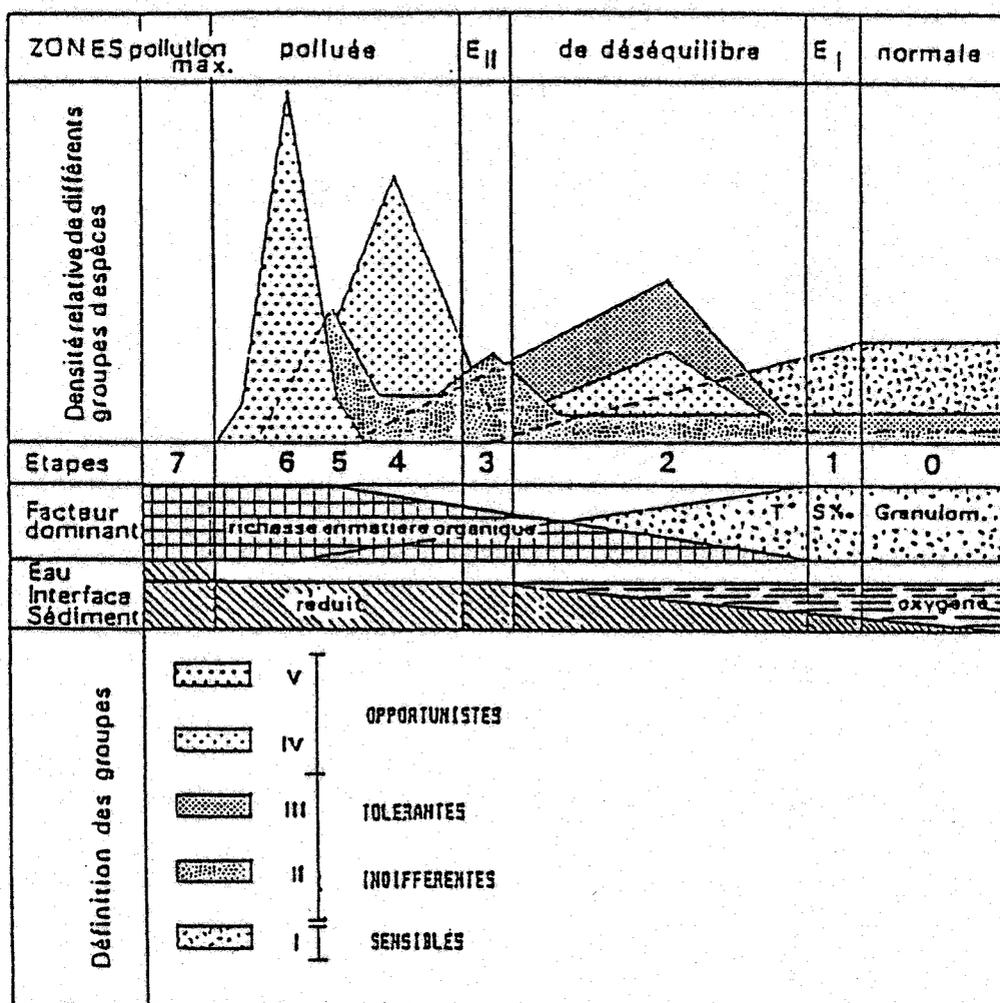


FIGURE 15: Succession écologique en fonction d'un gradient d'enrichissement en matière organique (d'après Glémarec & Hily, 1981).

L'analyse des communautés benthiques en place permet, grâce au degré de polluo-sensibilité connu des organismes qui les constituent, de connaître l'état de santé de la communauté et, par extrapolation, la qualité du milieu.

On définit ainsi quatre groupes d'espèces : les espèces sensibles (Groupe I), qui disparaissent en premier en cas de pollution et qui réapparaissent en dernier lors de la restauration d'un peuplement ; les espèces indifférentes (Gr. II) ou tolérantes (Gr. III) à une surcharge en matière organique, et, enfin, les espèces opportunistes (Gr. IV et V), indicatrices de pollution, qui prolifèrent en présence d'un déséquilibre du milieu (surcharge en matière organique, par exemple). Un tel déséquilibre peut avoir diverses origines naturelles ou accidentelles (pollutions, apports en matières organiques, compétitions, prédation, mortalité...) pas toujours aisées à mettre en évidence.

Ces espèces opportunistes sont, pour la plupart, des Annélides Polychètes de petite taille, ayant une stratégie de reproduction adaptée aux conditions particulières du milieu (cycle de reproduction très court) qui leur permet de proliférer rapidement en l'absence des espèces sensibles, normalement présentes. En l'absence de surcharge organique, ces espèces demeurent dans les sédiments à l'état cryptique. D'autre part, on distingue parmi ces espèces les opportunistes de premier ordre (Gr. V ; Capitellidae), présents en cas de forte pollution, et les opportunistes de second ordre (Gr. IV ; Cirratulidae, Spionidae) dans les zones de pollution modérée.

Les figures 16 et 17 reproduisent l'évolution des parts absolues ($N/0.1\text{ m}^2$) et relatives (%) de ces différents groupes écologiques dans les sept stations de prélèvement.

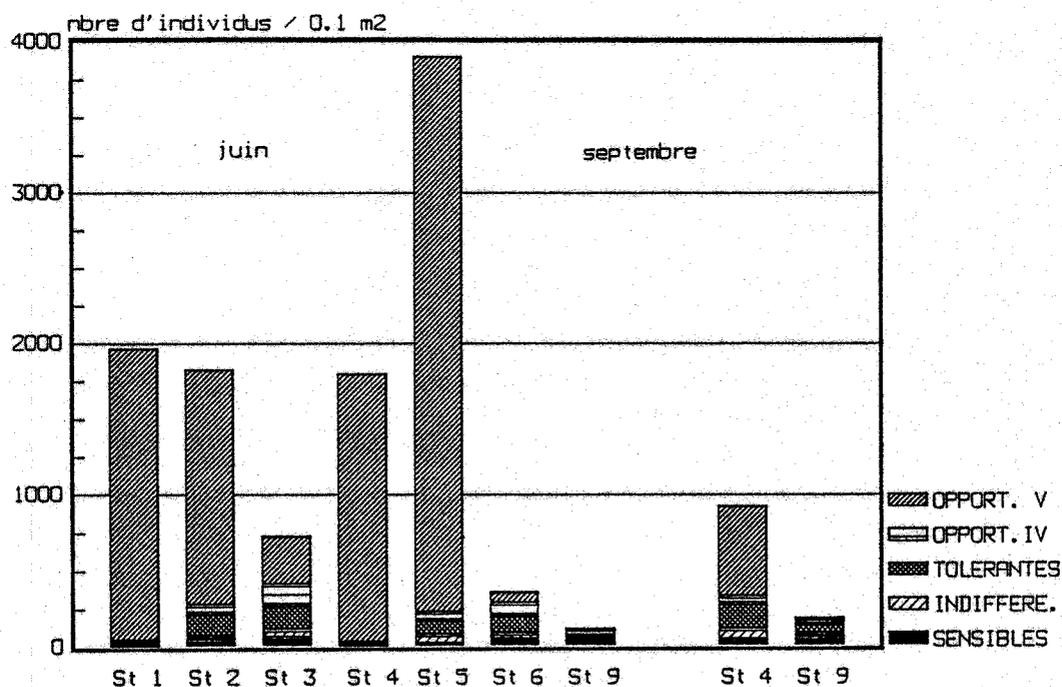


FIGURE 16: Densités des différents groupes écologiques aux stations échantillonnées (m^2)

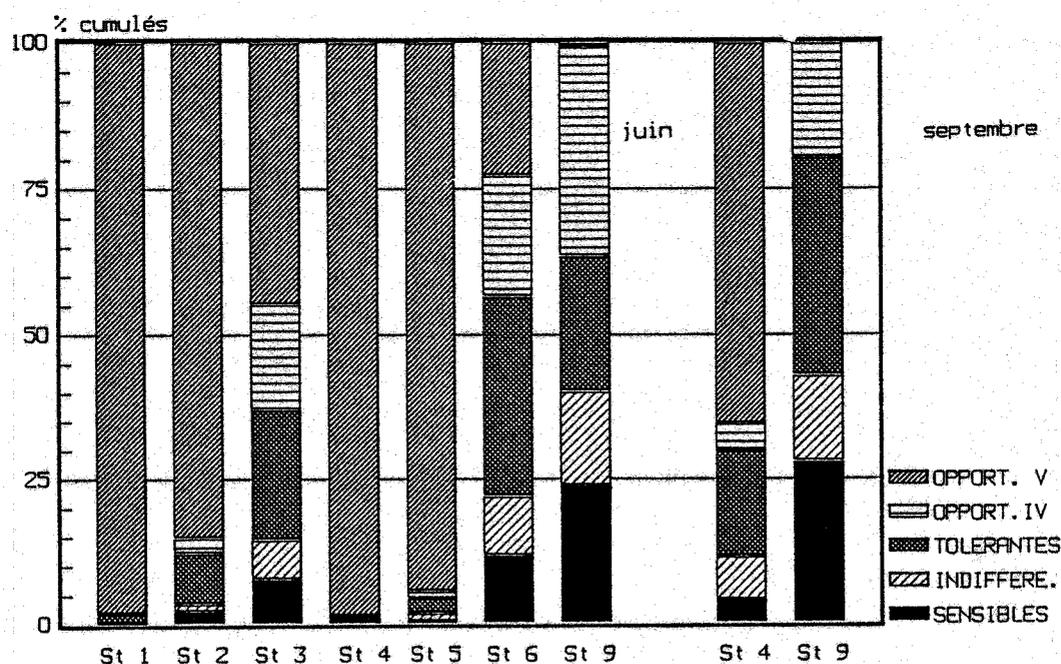


FIGURE 17: Importance relative des différents groupes écologiques.

On peut tout d'abord noter l'importance des espèces opportunistes à toutes les stations : entre 20 (St. 9) et 99 % du peuplement (St. 4)

Si l'on considère les six stations autour des cages (St. 1 à 6), on retrouve la symétrie notée dans les valeurs des paramètres structuraux de part et d'autre de l'élevage. Les stations 1 et 4 sont en effet composées presque exclusivement d'espèces opportunistes de premier ordre (98 %) ; aux stations 2 et 5, la part du groupe V est un peu plus faible (85-95 %), ceci au profit des groupes III et IV. Compte tenu des valeurs des paramètres structuraux (abondance élevée, richesse spécifique faible), ces caractéristiques permettent de classer ces quatre stations sur l'échelle de dégradation des peuplements définie sur la figure 14: étape 6 (zone polluée).

Aux stations 3 et 6, le groupe V ne représente plus que 45 et 23 % respectivement. A ces deux stations, les espèces sensibles sont présentes (environ 10 %) et les espèces tolérantes sont bien représentées (20-30 %). La composition des peuplements, complétée des valeurs de paramètres structuraux permet de classer la station 3 en zone polluée (étape 6) et la station 6 en zone écotonale 5.

Enfin, à la station 9, le groupe V est quasi-inexistant (moins de 1 %) et tous les autres groupes sont équitablement représentés : 25 % d'espèces sensibles, 15 % d'indifférentes, 20 à 35 % de tolérantes et 20 à 35 % d'opportunistes du groupe IV. La densité totale du peuplement étant anormalement faible, on peut donc situer cette station en zone écotonale, entre la zone de déséquilibre et la zone polluée (étape 3 de la figure 14).

L'étude des variations saisonnières aux stations 4 et 9 montre une modification dans les parts relatives des différents groupes, notamment à la station 4, où la quasi dominance du groupe V en juin est nettement diminuée en septembre (66 %). Ceci permet la présence d'espèces indifférentes et tolérantes.

RESUME - CONCLUSION

Cette étude apporte une connaissance détaillée des fonds sédimentaires dans la zone échantillonnée, à proximité des cages.

Ces fonds sont constitués de sables fins envasés dans lesquels les taux de pélites sont d'environ 30 % et la médiane de l'ordre de 70-80 μm . A la station témoin (St. 9), située plus au large, la teneur en pélites est un peu plus faible (18 %).

Les taux de matière organique totale dans la zone autour des cages sont compris entre 2 et 3%, ce qui, compte tenu des teneurs en particules fines, n'indique pas de charge organique anormale du milieu. A la station témoin, la teneur en M.O.T. est plus faible (1,8 %).

La majorité des organismes benthiques vivant dans ces sédiments sont des Polychètes, des Crustacés et des Mollusques. L'analyse des paramètres structuraux des peuplements (richesse spécifique, abondance, biomasse, diversité) met en évidence un gradient dans les valeurs de ces paramètres, gradient symétrique de part et d'autre des cages.

D'autre part, lorsque l'on classe les espèces en groupes écologiques, selon leur réponse à un gradient d'enrichissement organique du milieu, on note que les espèces opportunistes, témoins des biotopes perturbés, dominent dans la plupart des stations.

- Sous les cages (Stations 1 et 4) :

Il y a peu d'espèces (12), mais certaines sont présentes en grande quantité d'où une abondance élevée (environ 20 000 ind./m²). Les valeurs de diversité sont faibles ($H = 1,60$ en moyenne) et le peuplement est composé presque exclusivement d'espèces opportunistes du groupe V (98%). Ceci permet de classer ces deux stations en zone polluée (étape 6 du modèle de Glémarec et Hily) ;

- A 10 mètres des cages (Stations 2 et 5) :

Le peuplement est plus diversifié (34 espèces) et l'abondance demeure élevée (18 000 ind/m² à la st. 2, 39 000 à la st. 5). Les valeurs de diversité restent faibles ($H = 2,00$) et les espèces opportunistes du groupe V dominent largement (90 %), ce qui place également ces deux stations en zone polluée (étape 6).

- A 20 mètres des cages (Stations 3 et 6) :

Le peuplement se rapproche de celui qui est normalement présent sur la zone (cf. station 9). Le nombre d'espèces est élevé et identique à celui de la station témoin (environ 60 espèces). En revanche, l'abondance diminue lorsque l'on s'éloigne des cages, puisqu'il n'y a plus ici la prolifération de certaines espèces opportunistes (7 000 ind./m² à la st. 3 et seulement 3 500 à la st. 6). Les valeurs de diversité sont plus élevées que dans les deux zones précédentes mais restent néanmoins inférieures à celles du témoin.

A la station 3, les espèces opportunistes des groupes IV et V dominent mais le groupe III (espèces tolérantes) est présent, d'où le classement de cette station en zone polluée (étape 6-4, étape 6 tendant vers 4).

A la station 6, le groupe III domine, suivi des groupes V et IV, et l'abondance, faible, permet de situer le peuplement en zone écotonale (étape 5 de la zone polluée). On peut par ailleurs noter à cette station le paradoxe entre les valeurs de matière organique totale, légèrement plus élevées que dans le reste de la zone étudiée, et l'état de santé du peuplement qui s'avère meilleur qu'aux autres stations.

- Station témoin (St. 9) :

L'état de santé du peuplement s'avère médiocre : en effet, l'importance relative des espèces sensibles et tolérantes ainsi que les valeurs des paramètres structuraux (richesse spécifique et diversité) indiquent un déséquilibre moins sévère qu'aux stations proches des cages, mais la présence des espèces opportunistes du groupe IV et la faible valeur d'abondance ne permettent de classer cette station que dans la zone de transition entre zone de déséquilibre et zone polluée (écotone 3).

Pour conclure, on peut faire plusieurs remarques :

Tout d'abord, les teneurs en matière organique totale, plutôt faibles compte tenu des taux de pélites mesurés, ne peuvent expliquer à eux seuls le mauvais état de santé des peuplements. Des mesures plus précises de la charge organique du milieu (en particulier carbone et surtout azote organique) permettraient peut être de mieux situer le déséquilibre des communautés benthiques.

On peut également noter que le sens des courants dominants sur la zone (NE-SO) ne semble pas influencer sur les caractéristiques biosédimentaires. En effet, ni les teneurs en M.O.T., ni la composition des peuplements n'indiquent que l'impact de l'élevage soit plus marqué aux stations 4, 5 et 6. Ceci s'explique également par le fait que l'emplacement des cages ne soit pas fixe, et que l'influence des courants de marée est toujours importante en zone côtière peu profonde.

Enfin, si l'impact direct de l'élevage sur le milieu semble relativement limité dans l'espace (les peuplements benthiques situés à seulement 20 mètres des cages étant déjà en "meilleur état" que ceux qui en sont plus proches), l'importance du changement opéré sur ces communautés en quatre ans souligne l'intérêt d'un suivi du site, ceci d'autant plus que l'état de santé des fonds dans la zone d'étude (cf. station témoin et étude de 1990) n'est déjà pas excellent. Dans ces biotopes en déséquilibre, très fragilisés, tout apport de polluants organiques ou autres conduit rapidement à une aggravation de la qualité du milieu.

ANNEXES

Annexe 1 : Etat des stocks dans les cages d'Elsamer

Annexe 2 : Caractéristiques météorologiques sur les périodes de prélèvements

Annexe 3: Elements de caractérisation des peuplements benthiques

ELSAMER

S.A. au capital de 500.000 F.

B.P. 42 - 29570 CAMARET

Tel. : 98 27 87 91

Fax : 98 27 88 05

ANNEXE 1: Etat des stocks dans les cages d'Elsamer

ETAT DU STOCK AU 01/01/94

Cage	Espèce Origine	Effectif	Poids moyen en Gr	Biomasse en Kg
A2	TAC	1509	1600	2414
A4	FARIO	4775	1375	6565
A5N	FARIO	6618	95	629
A5S	FARIO	8048	87	700
A6	FARIO	3276	1550	5078
A7	FARIO	3257	1780	5797
A8	FARIO	2415	1500	3622
A9N	FARIO	10629	70	744
A9S	FARIO	5513	88	485
A10	FARIO	7575	1050	7953
B2	TAC	7510	600	4506
B4	SALAR	523 1573	1150	4295
B5W	SALAR	1525	900	1372
B5E	FARIO	6046	285	1723
B6	FARIO	2433	1025	2494
B8	FARIO	3575	1900	6792
B9	FARIO	4067	1925	7829
B10N	FARIO	11840	70	829
B10S	FARIO	9968	145	1445
A3	TAC	5007	1200	6008
B3	TAC	5362	1250	6702

ELSAMER

S.A. au capital de 500.000 F.

B.P. 42 - 29570 CAMARET

Tél. : 98 27 87 91

Fax : 98 27 88 05

ETAT DU STOCK AU 01/02/94

Cage	Espèce Origine	Effectif	Poids moyen en Gr	Biomasse en Kg
A2	TAC	1491	1511	2253
A4	FARIO	4608	1623	7479
A5N	FARIO	6584	117	770
A5S	FARIO	7999	106	848
A6	FARIO	3260	1777	5793
A7	FARIO	3238	2012	6515
A8	FARIO	2406	1717	4131
A9N	FARIO	10607	94	997
A9S	FARIO	5507	116	639
A10	FARIO	7498	1213	9095
B2	TAC	7435	735	5465
B5E	FARIO	5960	395	2354
B6	FARIO	2407	1352	3254
B7	FARIO	1532	2069	3169
B8	FARIO	3138	2213	6944
B9	FARIO	1019	2615	2665
B10N	FARIO	11828	85	1005
B10S	FARIO	9861	191	1883
A3	TAC	4513	1400	6878
B3	TAC	2987	1350	4032
B4	SALAR	2579	1400	3611
BSW	SALAR	1525	920	1454

ELSAMER

S.A. au capital de 500.000 F.

B.P. 42 - 29570 CAMARET

Tél. : 98 27 87 91

Fax : 98 27 88 05

ETAT DU STOCK AU 01/03/94

Cage	Espèce Origine	Effectif	Poids moyen en Gr	Biomasse en Kg
A2	TAC	1454	1750	2544
A4	FARIO	4541	1795	8151
A5N	FARIO	6521	145	945
A5S	FARIO	7952	135	1073
A6	FARIO	3239	1960	6348
A7	FARIO	3218	2220	7144
A8	FARIO	2394	1900	4549
A9N	FARIO	10588	125	1323
A9S	FARIO	5460	145	792
A10	FARIO	3632	1320	4794
B1	FARIO	3646	1320	4813
B2	TAC	7415	850	6303
B5E	FARIO	5682	450	2557
B6	FARIO	2384	1510	3600
B7	FARIO	1353	2270	3071
B8	FARIO	3273	2430	7930
B9	FARIO	620	2800	1736
B10N	FARIO	11804	110	1298
B10S	FARIO	9382	225	2111
A3	TAC	3730	1600	5968
B4	SALAR	2579	1700	4384
B5W	SALAR	1513	1050	1584

ETAT DU STOCK AU 01/04/94

Cage	Espèce Origine	Effectif	Poids moyen en Gr	Biomasse en Kg
A1	FARIO	2241	2210	4952
A2	TAC	1383	1950	2697
A5N	FARIO	6415	234	1501
A5S	FARIO	7848	217	1703
A6	FARIO	3217	2398	7714
A7	FARIO	3197	2684	8580
A8	FARIO	2375	2324	5519
A9N	FARIO	10582	194	2052
A9S	FARIO	5376	233	1252
A10	FARIO	3273	1701	5567
B1	FARIO	3487	1701	5931
B3	FARIO	2241	2210	4952
B5E	FARIO	4936	637	3144
B6	FARIO	2914	1875	5463
B7	FARIO	1317	2752	3624
BS	FARIO	2559	3000	7677
B10N	FARIO	11780	182	2143
B10S	FARIO	8493	347	2947
B10S				
TOTAL				777418

≡ ELSAMER ≡

S.A. au capital de 500.000 F.

B.P. 42 - 29570 CAMARET

Tél. : 98 27 87 91

Fax : 98 27 88 05

ETAT DU STOCK AU 01/05/94

Cage	Espèce Origine	Effectif	Poids moyen en Gr	Biomasse en Kg
A1	FARIO	2236	2550	5702
A2	TAC	1378	2600	3583
A4	FARIO	4896	785	3843
A5N	FARIO	6404	255	1633
C1	FARIO	7805	260	2029
B5SE	FARIO	5327	75	399
A6	FARIO	3204	2750	8811
A7	FARIO	3190	3050	9729
A8	FARIO	2365	2670	6314
A9N	FARIO	10578	230	2433
A10	FARIO	3000	1980	5940
B3	FARIO	2232	2550	5692
B5EN	FARIO	6344	140	888
B6	FARIO	2907	2180	6337
B7	FARIO	1316	3130	4119
B9	FARIO	8460	325	2749
B10N	FARIO	11762	237	2787
B10SW	FARIO	563	1120	630
D1	FARIO	5363	277	1485
TOTAL				751103

≡ ELSAMER ≡

S.A. au capital de 500.000 F.

B.P. 42 - 29570 CAMARET

Tél. : 98 27 87 91

Fax : 98 27 88 05

ETAT DU STOCK AU 01/06/94

Cage	Espèce Origine	Effectif	Poids moyen en Gr	Biomasse en Kg
A1	FARIO	2215	2900	6423
A2	TAC	1324	2900	3840
A4	FARIO	4886	960	4690
C2	FARIO	6390	350	2236
C1	FARIO	7799	355	2768
B5SE	FARIO	5305	120	637
A5S	FARIO	15425	110	1696
A6	FARIO	3204	3160	10125
A7	FARIO	2241	3500	7843
AS	FARIO	2361	3070	7248
A9N	FARIO	10557	321	3389
A9S	FARIO	12639	108	1365
A10	FARIO	2500	2300	5750
B2	FARIO	6279	90	565
B3	FARIO	2199	2900	6377
B5E	FARIO	6331	200	1266
B6	FARIO	2891	2530	7314
B7	FARIO	1311	3580	4693
B9	FARIO	8428	400	3371
D2	FARIO	11737	330	3873
F10N	FARIO	562	1350	759
D1	FARIO	5357	379	2030
TOTAL				88258

≡ ELSAMER ≡
 S.A. au capital de 500 000 F.
 B.P. 42 - 29570 CAMARET
 Tél. : 98 27 87 91
 Fax : 98 27 88 05

ETAT DU STOCK AU 01/07/94

ELSAMER
 S.A. au capital de 500.000 F.
 B.P. 42 - 29570 CAMARET
 Tél.: 98 27 87 91
 Fax.: 98 27 88 05

Cage	Espèce Origine	Effectif	Poids moyen en Gr	Biomasse en Kg
A1	FARIO	2177	3350	7293
A4	FARIO	4861	1220	5930
A5N	FARIO	5258	165	867
A5S	FARIO	15325	154	2360
A6	FARIO	3180	3620	11511
A9N	FARIO	6189	120	743
A9S	FARIO	12581	143	1799
A10	FARIO	2756	2690	7414
B3	FARIO	2146	3350	7189
B5E	FARIO	6292	242	1523
B6	FARIO	2752	2900	7981
B8	FARIO	2336	3500	8176
B10N	FARIO	560	1400	784
C1	FARIO	7790	466	3630
C2	FARIO	6384	450	2873
C3	FARIO	8355	523	4370
D1	FARIO	5347	546	2919
D2	FARIO	11725	395	4631
D3	FARIO	10525	391	4115
B5W	SALAR	1503	2100	3156
A2	TAC	500	3000	1500
B10SW	SALAR	3582	80	286
B10SE	SALAR	4390	100	439

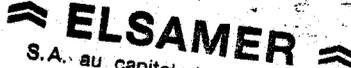
ETAT DU STOCK AU 01/08/94

Cage	Espèce Origine	Effectif	Poids moyen en Gr	Biomasse en Kg
A1	FARIO	2130	3500	7455
A5N	FARIO	5021	250	1255
A5S	FARIO	6225	220	1369
A7	FARIO	15110	235	3550
A9N	FARIO	5906	190	1122
A9S	FARIO	6249	220	1375
A10	FARIO	1347	3100	4207
B1	FARIO	1056	3500	3696
B2	FARIO	1052	3500	3682
B3	FARIO	2419	1530	3701
B4	FARIO	2408	1530	3684
B5E	FARIO	6220	350	2177
B6	FARIO	2662	2900	7719
B8	FARIO	2303	3750	8636
B9	FARIO	1353	3100	4194
B10N	FARIO	557	1500	835
C1	FARIO	7751	635	4922
C2	FARIO	6363	615	3913
C3	FARIO	8317	705	5863
D1	FARIO	5298	733	3883
D2	FARIO	11713	547	6407
D3	FARIO	10519	540	5680
B5W	SALAR	1497	2100	3143
B10SW	SALAR	2693	150	404

BIOSE	SALAR	3182	170	541
TOTAL				93413

8 bis

ETAT DU STOCK AU 01/09/94



 S.A. au capital de 500.000 F.

 B.P. 42 - 29570 CAMARET

 Tél. : 98 27 87 91

 Fax : 98 27 88 05

Cage	Espèce Origine	Effectif	Poids moyen en Gr	Biomasse en Kg
A5N	FARIO	4915	310	1524
A5S	FARIO	6111	290	1772
A7	FARIO	14936	280	4182
A9N	FARIO	5651	250	1413
A9S	FARIO	6184	290	1793
A10	FARIO	1325	3200	4240
B1	FARIO	1023	3600	3683
B2	FARIO	1008	3600	3629
B3	FARIO	2412	1800	4342
B4	FARIO	2404	1800	4327
B5E	FARIO	6192	460	2848
B6	FARIO	2300	3000	6900
B9	FARIO	1269	3200	4061
B10N	FARIO	553	1500	829
C1	FARIO	7718	790	6097
C2	FARIO	6352	770	4891

966

ETAT DU STOCK AU 01/09/94

C3	FARIO	8294	870	7216
D1	FARIO	5272	900	4745
D2	FARIO	11705	690	8076
D3	FARIO	10502	680	7141
B5W	SALAR	1477	2100	3102
B10SW	SALAR	2350	200	470
B10SE	SALAR	2340	235	550
		TOTAL		87831

ANNEXE 2: Caractéristiques météorologiques sur les périodes de prélèvements



Station : BREST GUIPAVAS	Latitude : 48°27'0 V	Mois : Mai
Commune : GUIPAVAS	Longitude : 04°25'0 V	Année : 1994
Lieu dit : AEROPORT	Altitude : 96.0 m	Indicatif : 29075001
Département : FINISTERE		TCM stations MN
Observation permanente		Page : 16

DATE	VENT : DIRECTION en rose de 16 - VITESSE en mètres par secondes										Maximales												
	Tri-heures																						
	00 UTC	03 UTC	06 UTC	09 UTC	12 UTC	15 UTC	18 UTC	21 UTC	Moy	Moy sur 10 mn	Instantané												
Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Heure	Dir Vit	Heure											
L 94	17	3	20	2	18	3	23	3	23	3	26	4	28	3	11	2	2.9	23	5	0950	26	3	1359
M 104	18	2	16	4	16	3	18	5	20	9	19	8	18	5	15	5	5.1	20	10	1206	20	13	1037
Décl		2.5		3.0		3.0		4.0		6.0		6.0		4.0		3.5	4.0						
M 111	15	3	12	2	05	2	20	2	08	2	26	5	24	2	22	2	2.5	15	6	0140	26	9	1443
Décl		3.0		2.0		2.0		2.0		2.0		5.0		2.0		2.0	2.5						
MoyH		2.7		2.7		2.7		3.3		4.7		5.7		3.3		3.0	3.5						

Edition du 17/10/1994

- Heure légale = heure UTC + 2
- Les moyennes sont calculées avec une décimale supplémentaire.
- Hauteur de l'anémomètre au-dessus du sol : 11.6 m.



Station : BREST GUIPAVAS	Latitude : 48°27'0 V	Mois : Juin
Commune : GUIPAVAS	Longitude : 04°25'0 V	Année : 1994
Lieu dit : AEROPORT	Altitude : 96.0 m	Indicatif : 29075001
Département : FINISTERE		TCM stations MN
Observation permanente		Page : 16

DATE	VENT : DIRECTION en rose de 16 - VITESSE en mètres par secondes										Maximales												
	Tri-heures																						
	00 UTC	03 UTC	06 UTC	09 UTC	12 UTC	15 UTC	18 UTC	21 UTC	Moy	Moy sur 10 mn	Instantané												
Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Heure	Dir Vit	Heure											
L 64	25	5	26	5	26	4	24	4	25	3	22	4	23	4	27	3	4.0	26	6	0021	24	9	0021
M 77	30	3	29	2	32	2	29	2	34	1	01	1	01	4	01	4	2.4	36	5	1624	02	7	1621
Décl		4.0		3.5		3.0		3.0		2.0		2.5		4.0		3.5	3.2						
MoyH		4.0		3.5		3.0		3.0		2.0		2.5		4.0		3.5	3.2						

Edition du 17/10/1994

- Heure légale = heure UTC + 2
- Les moyennes sont calculées avec une décimale supplémentaire.
- Hauteur de l'anémomètre au-dessus du sol : 11.6 m.



Station : BREST GUIPAVAS	Latitude : 48°27'0 V	Mois : Juillet
Commune : GUIPAVAS	Longitude : 04°25'0 V	Année : 1994
Lieu dit : AEROPORT	Altitude : 96.0 m	Indicatif : 29075001
Département : FINISTERE		TCM stations MN
Observation permanente		Page : 16

DATE	VENT : DIRECTION en rose de 16 - VITESSE en mètres par secondes										Maximales												
	Tri-heures																						
	00 UTC	03 UTC	06 UTC	09 UTC	12 UTC	15 UTC	18 UTC	21 UTC	Moy	Moy sur 10 mn	Instantané												
Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Dir Vit	Heure	Dir Vit	Heure											
L 38	16	1	15	2	16	2	19	3	20	5	21	6	20	4	18	3	3.3	21	6	1457	20	9	1315
L 44	18	5	20	7	22	4	29	6	29	5	28	6	26	4	25	3	5.0	22	8	0426	22	14	0421
M 54	25	2	25	2	27	2	24	3	25	4	23	5	23	6	21	4	3.5	22	7	1414	23	10	1408
Décl		2.7		3.7		2.7		4.0		4.7		5.7		4.7		3.3	3.9						
MoyH		2.7		3.7		2.7		4.0		4.7		5.7		4.7		3.3	3.9						

Edition du 17/10/1994

- Heure légale = heure UTC + 2
- Les moyennes sont calculées avec une décimale supplémentaire.
- Hauteur de l'anémomètre au-dessus du sol : 11.6 m.



Station : BREST GUIPAVAS
Commune : GUIPAVAS
Lieu dit : AEROPORT
Département : FINISTERE
Observation permanente

Latitude : 48°27'0 N
Longitude : 04°25'0 W
Altitude : 96.0 m

Mois : Septembre
Année : 1994
Indicatif : 29075001
TCM stations MN
Page : 16

DATE	VENT : DIRECTION en rose de 36 - VITESSE en mètres par secondes														Maximales								
	Tri-horaires												Moy	Moy sur 10 mn		Instantané							
	00 UTC Dir Vit	03 UTC Dir Vit	06 UTC Dir Vit	09 UTC Dir Vit	12 UTC Dir Vit	15 UTC Dir Vit	18 UTC Dir Vit	21 UTC Dir Vit	Dir	Vit	Dir	Vit		Dir	Vit	Heure	Dir	Vit	Heure				
D 11	22	6	24	5	25	2	21	5	21	7	19	7	19	9	23	9	6.3	23	10	2022	23	19	2152
L 12	22	8	28	5	26	3	27	7	26	7	26	7	25	6	25	4	5.9	22	9	0018	26	15	1310
M 13	24	3	20	3	15	3	16	7	18	8	15	7	18	6	08	2	4.9	20	11	1112	21	19	1104
Déc2		5.7		4.3		2.7		6.3		7.3		7.0		7.0		5.0	5.7						
MoyM		5.7		4.3		2.7		6.3		7.3		7.0		7.0		5.0	5.7						

Edition du 17/10/1994

- Heure légale = heure UTC + 2 jusqu'au 24 et UTC + 1 à partir du 25
- Les moyennes sont calculées avec une décimale supplémentaire.
- Hauteur de l'anémomètre au-dessus du sol : 11.6 m.



Station : BREST GUIPAVAS
Commune : GUIPAVAS
Lieu dit : AEROPORT
Département : FINISTERE
Observation permanente

Latitude : 48°27'0 N
Longitude : 04°25'0 W
Altitude : 96.0 m

Mois : Septembre
Année : 1994
Indicatif : 29075001
TCM stations MN
Page : 16

DATE	VENT : DIRECTION en rose de 36 - VITESSE en mètres par secondes														Maximales								
	Tri-horaires												Moy	Moy sur 10 mn		Instantané							
	00 UTC Dir Vit	03 UTC Dir Vit	06 UTC Dir Vit	09 UTC Dir Vit	12 UTC Dir Vit	15 UTC Dir Vit	18 UTC Dir Vit	21 UTC Dir Vit	Dir	Vit	Dir	Vit		Dir	Vit	Heure	Dir	Vit	Heure				
D 25	12	9	11	8	09	5	09	5	12	6	09	5	08	4	07	4	5.8	12	9	0014	14	17	0013
L 26	05	3	06	4	03	4	03	6	03	6	03	6	03	5	01	5	4.9	03	8	1249	03	14	1132
Déc3		6.0		6.0		4.5		5.5		6.0		5.5		4.5		4.5	5.4						
MoyM		6.0		6.0		4.5		5.5		6.0		5.5		4.5		4.5	5.4						

Edition du 17/10/1994

- Heure légale = heure UTC + 2 jusqu'au 24 et UTC + 1 à partir du 25
- Les moyennes sont calculées avec une décimale supplémentaire.
- Hauteur de l'anémomètre au-dessus du sol : 11.6 m.

ANNEXE 3: Eléments de caractérisation des peuplements benthiques

Camaret. Granulométrie. Poids des refus du tamisage à sec (prise d'essai : 100 g).

a	07 juin 94							26 septembre 94		
	Stations	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST9	ST4	ST9
Maille (µm)										
10000	0,00	0,00	2,21	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
5000	1,17	1,46	1,41	1,62	0,50	0,00	0,55	1,35	0,18	
3150	0,27	0,39	0,23	0,92	0,39	0,31	0,15	1,18	0,07	
2000	0,45	0,31	0,42	1,26	0,36	0,57	0,13	1,27	0,22	
1250	0,96	0,69	0,81	2,12	0,50	1,44	0,32	1,10	0,43	
800	0,82	0,62	0,76	1,32	0,36	1,36	0,38	0,76	0,36	
500	0,97	0,67	0,74	1,39	0,36	1,38	0,38	0,62	0,36	
315	1,75	1,00	1,06	2,36	0,85	2,35	0,54	1,04	0,54	
200	2,32	1,35	1,24	4,78	2,98	8,23	0,50	2,57	0,94	
160	2,52	0,94	0,86	8,75	3,75	10,05	0,88	3,02	0,99	
125	10,79	3,78	4,57	11,06	8,61	14,97	8,00	7,81	5,06	
100	25,96	23,82	23,43	17,93	21,21	17,20	43,15	18,88	41,13	
80	18,44	23,10	19,45	12,38	16,05	12,33	17,63	20,82	25,81	
63	9,19	12,77	8,86	8,19	13,75	6,37	7,31	11,31	8,47	
< 63	24,39	29,10	33,95	24,73	30,33	23,44	20,08	28,27	15,22	

CAMARET. % de matière organique totale (perte au feu)

b	07 juin 94							26 septembre 94	
	Stations	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	St 9	St 4
Mesure n° 1	2,59	3,23	2,85	2,70	1,95	3,18	1,57	2,64	1,82
2	2,51	2,79	2,85	2,48	2,18	3,15	1,75	2,73	1,85
3	2,39	2,78	2,62	2,67	2,25	3,44	1,88	2,44	2,19
Moyenne	2,49	2,93	2,77	2,61	2,12	3,26	1,73	2,60	1,95
Erreur standard	0,10	0,25	0,13	0,12	0,16	0,16	0,16	0,15	0,20

CAMARET. 07 JUIN 1994. Liste des espèces récoltées (1/10 m2).

			S1A	S1B	S2A	S2B	S3A	S3B	S4A	S4B	S5A	S5B	S6A	S6B	S9A	S9B	
CNIDAIRES		<i>Halocampa</i> sp.														1	
SIPUNCULIENS		<i>Golfingia</i> sp.				1		2						2			
NEMERTES		indét.					3						1	1		3	
ECHINODERMES	Echinidés	<i>Echinocardium cordatum</i>														1	
	Holothuridés	<i>Labidoplax digitata</i>														2	
	Ophiuridés	<i>Acrocnida brachiata</i> <i>Ophiothrix fragilis</i> <i>Ophiura albida</i>					1						1		1	1	
MOLLUSQUES	Gastéropodes	Indét.												2			
		<i>Nassarius reticulatus</i>			12							2					
	Bivalves	<i>Abra alba</i>	28	21	108	97	69	54				68	81	38	31	6	7
		<i>Abra prismatica</i>					2						1	7			
		<i>Cultellus pellucidus</i>					2	1						1			4
		<i>Divaricella divaricata</i>			4		1								1	1	2
		<i>Dosinia lupinus</i>													1		
		<i>Gari fervensis</i>														1	
		<i>Mysella bidentata</i>					1	2				1		1	32		2
		<i>Nucula turgida</i>													1		
		<i>Parvicardium scabrum</i>													1		
		<i>Spisula subtruncata</i>														2	1
		<i>Tellina serrata</i>							2								
		<i>Thyasira flexuosa</i>			4		7	3							3	1	5
<i>Venus striatula</i>						1				4			2		1		
<i>Venus verrucosa</i>													1				
ANNELIDES	Oligochètes	indét.		22	544	8		8		3	2616	1049	22				
	Polychètes	<i>Aonides oxycephala</i>						1						2			
<i>Ampharete grubei</i>																1	
<i>Amphitrite</i> sp.						1								1			
<i>Aricidea</i> sp.																1	
<i>Armandia</i> sp.							1										
<i>Audouinia tentaculata</i>				32	1						60	25					
<i>Capitella capitata</i>		380	943	28	2			5	288	177	108	6	4	2			
<i>Capitellides giardi</i>						1	3		8	6	48	1	1				
<i>Capitomastus minimus</i>		1400	9	1132	712	469	152	1240	1001	2544	692	123	12	2			
<i>Chaetozone setosa</i>			2	24	16	117	119	8	1	4		11	30	8	41		
<i>Clymene oerstedii</i>				56		23	10					7		2		2	

CAMARET. 07 JUIN 1994. Liste des espèces récoltées (1/10 m2).

			S1A	S1B	S2A	S2B	S3A	S3B	S4A	S4B	S5A	S5B	S6A	S6B	S9A	S9B		
ANNELIDES	Polychètes (suite)	<i>Eteone</i> sp.				1	1			1						2		
		<i>Eulalia viridis</i>															1	
		<i>Eunice vittata</i>													1			
		<i>Glycera</i> sp.					1	3							2		1	
		<i>Harmothoe</i> sp.			4								1		2		2	
		<i>Heterocirrus bioculatus</i>					1	8					2		3	19	7	12
		<i>Heteromastus filiformis</i>		4		4		13	4				6		36	25	1	2
		Hesionidae indé.											1		1	3		
		<i>Hyalinoecia grubei</i>																1
		<i>Lanice conchylega</i>																1
		<i>Leanira Yhleni</i>																1
		<i>Leiochone clypeata</i>							5	4					3	1		3
		<i>Lumbrineris gracilis</i>				4	4	11	13				6		4	7		4
		<i>Lumbrineris impatiens</i>				4				1								1
		<i>Magelona alleni</i>														1		
		<i>Magelona papillicornis</i>						18	7						2	8	4	4
		<i>Maldane glebifex</i>												1				
		<i>Marphysa bellii</i>					2	2					1		3	8		2
		<i>Melinna palmata</i>						1										1
		<i>Nematonereis unicornis</i>						2	2				2		1	8	2	1
		<i>Nephtys hombergii</i>						2	1						1			2
		<i>Nereis</i> sp.							1					1				
		<i>Notomastus latericeus</i>			1	88	3	56	20				12	28	32	105	1	2
		<i>Odontosyllis</i> sp.						1									1	
		<i>Owenia fusiformis</i>						1	2	4				1				2
		<i>Oxydromus propinquus</i>				4		2										
		<i>Paradoneis armata</i>				12		38	37		4			5	9	11	2	4
		<i>Pectinaria koreni</i>							1						1			
		<i>Phyllodoce laminosa</i>												1		2		
		<i>Phyllodoce mucosa</i>				28	3	15	4			1	32	59	8	8	1	
		<i>Platynereis dumerilii</i>														1		
		<i>Polycirrus</i> sp.						3	2							3		
		<i>Polydora antennata</i>													3	3		
		<i>Polydora</i> sp.						2									2	1
		<i>Pomatoceros triqueter</i>								1								
		<i>Prionospio malmgreni</i>						14	19								2	7
<i>Scolelepis fuliginosa</i>			692	416	312	378	9	7	232	596	272	34			2			
<i>Spio filicornis</i>				6			1		4	16			2	1	2	4		
<i>Spiophanes bombyx</i>						2	2							1				
<i>Staurocephalus rudolphii</i>						14												
<i>Stenhelais boa</i>						1						3	1	1	1	2		
<i>Stylarioides eruca</i>							1								1			
Syllidae indé.							15	7				1	1	4	1	1		
Terebellidae indé.							1	1						1				
<i>Tharyx</i> sp.						3							15	3				

CAMARET. 07 JUIN 1994. Liste des espèces récoltées (1/10 m²).

			S1A	S1B	S2A	S2B	S3A	S3B	S4A	S4B	S5A	S5B	S6A	S6B	S9A	S9B		
CRUSTACES	Amphipodes	<i>Ampelisca brevicornis</i>										3				1		
		<i>Ampelisca macrocephala</i>				1						3		1	1	2	1	
		<i>Ampelisca sp.</i>		1														
		<i>Ampelisca typica</i>												1				
		Caprellidae indét.												1				
		<i>Harpinia pectinata</i>						1						1	2			
		<i>Leucothoe incisa</i>							2				1		1			
		<i>Perioculodes longimanus</i>													1		4	1
		<i>Photis longicauda</i>																
		<i>Synchelidium haplocheles</i>					1											
	Cladocères	indét.						2	1									1
	Cumacés	<i>Iphinoe tenella</i>						1					2		2	1	1	1
		<i>Eudorella truncatula</i>							1								1	
	Décapodes	<i>Liocarcinus holsatus</i>																
		<i>Liocarcinus pusillus</i>						1										
		Paguridae indét.					4		4									
	Isopodes	<i>Cirolana borealis</i>																
		<i>Eurydice affinis</i>															1	1
	Leptostracés	<i>Nebalia bipes</i>								8		4						
Mysidacés							1							1		1		
Tanaïdacés	<i>Apseudes latreilli</i>		4			4						8		2	4	1		
	<i>Tanais sp.</i>							1								2		
EFFECTIF TOTAL DU PRELEVEMENT			2508	1424	2412	1239	948	509	1792	1803	5780	2027	351	365	62	145		

CAMARET. 26 SEPTEMBRE 1994. Liste des espèces récoltées (1/10 m2).

			S4A	S4B	S9A	S9B
CNIDAIRES		<i>Halcompa sp.</i>			1	3
SIPUNCULIENS		<i>Golfingia sp.</i>	4		2	
NEMERTES		indét.				1
ECHINODERMES	Holothuridés	<i>Thyone fusus</i>				1
	Ophiuridés	<i>Amphipholis squamata</i>				2
		<i>Ophiothrix fragilis</i>				
MOLLUSQUES	Bivalves	<i>Abra alba</i>	100	100	2	4
		<i>Abra prismatica</i>				2
		<i>Cultellus pellucidus</i>			6	2
		<i>Divaricella divaricata</i>		4	1	3
		<i>Mactra corallina</i>				1
		<i>Modiolus barbatus</i>				1
		<i>Mysella bidentata</i>			1	
		<i>Nucula turgida</i>			1	
		<i>Spisula subtruncata</i>			2	1
		<i>Tellina serrata</i>			2	1
		<i>Thyasira flexuosa</i>	16	4	8	9
		<i>Venus fasciata</i>			1	1
ANNELIDES	Oligochètes	indét.	512	396		
	Polychètes	<i>Aonides oxycephala</i>			1	
<i>Audouinia tentaculata</i>		48	12			
<i>Capitomastus minimus</i>		248	56	1		
<i>Chaetozone setosa</i>		4		25	33	
<i>Clymene oerstedii</i>			12	1	2	
<i>Eteone sp.</i>		4				
<i>Glycera sp.</i>			4	1	1	
<i>Harmothoe sp.</i>					2	
<i>Heterocirrus bioculatus</i>				3	1	
<i>Heteromastus filiformis</i>		4	12			
Hesionidae indét.		8			3	
<i>Hyalinoecia grubei</i>					1	
<i>Leiochone clypeata</i>				2	1	
<i>Lumbrineris gracilis</i>			8	2	9	
<i>Magelona papillicornis</i>				10	21	
<i>Marphysa bellii</i>				2	2	
<i>Nematoneis unicornis</i>		4		2	1	
<i>Nephtys hombergii</i>				3	1	
<i>Nereis sp.</i>		12				
<i>Notomastus latericeus</i>	52	16	6	12		
<i>Owenia fusiformis</i>		4	1	2		
<i>Oxydromus propinquus</i>		4				

CAMARET. 26 SEPTEMBRE 1994. Liste des espèces récoltées (1/10 m2).

			S4A	S4B	S9A	S9B
ANNELIDES	Polychètes (suite)	<i>Paradoneis armata</i>		4	19	29
		<i>Pectinaria koreni</i>	20	4		2
		<i>Phyllodoce mucosa</i>	64	40	1	6
		<i>Poecilochaetus serpens</i>			1	1
		<i>Polycirrus sp.</i>			1	1
		<i>Polydora antennata</i>			1	
		<i>Polydora sp.</i>				4
		<i>Prionospio malmgreni</i>			5	9
		<i>Spio filicornis</i>		12	8	10
		Syllidae indét.			4	7
		Terebellidae indét.				1
		<i>Tharyx sp.</i>		4		1
		CRUSTACES	Amphipodes	<i>Ampelisca sarsi</i>	4	
<i>Ampelisca sp.</i>	4					
<i>Ampelisca typica</i>	12				5	7
<i>Harpinia pectinata</i>				4		
<i>Leucothoe incisa</i>				4		
Cumacés	<i>Iphinoe tenella</i>					1
Décapodes	<i>Liocarcinus holsatus</i>		1			
	<i>Pontophilus hispinosus</i>				1	
Isopodes	<i>Eurydice affinis</i>			20	1	2
Tanaïdacs	<i>Aapseudes latreilli</i>			4	1	1
	<i>Tanais sp.</i>			3		
EFFECTIF TOTAL DU PRELEVEMENT			1109	740	139	209