

**SURVEILLANCE ECOLOGIQUE
ET HALIEUTIQUE
DU SITE DE PALUEL
ANNEE 1995**

RAPPORT ANNUEL

Hervé T.du.BOULLAY France TOULARASTEL Franck COPPIN

Frank MAHEUX Ingrid RICHARD*

Dominique DAVOULT* Franck ROGER**

* Station marine de Wimereux

** Laboratoire Municipal de Rouen

**Convention de marché EDF n° P8A0195
juin 1996**



IFREMER Bibliotheque de BREST



0EL07000

**IFREMER - Station de Port-en-Bessin
B.P.32 - 14520 PORT-EN-BESSIN
Tél . 31.51.13.00 - Fax. 31.51.13.01**

DEL/PORT-EN-BESSIN - 97.02

IFREMER Station de Port-en-Bessin B.P.32 14.520 Port-en-Bessin Tél : 31.51.13.00 Fax : 31.51.13.01	DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'AMENAGEMENT LITTORAL DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES	
AUTEURS : Hervé T.du BOULLAY - France TOULARASTEL Frank MAHEUX - Franck COPPIN - Ingrid RICHARD Dominique DAVOULT - Franck ROGER	CODE : DEL/PB - 96.02	
TITRE : SURVEILLANCE ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE DU SITE DE PALUEL ANNEE 1995		Date : juin 1996 Tirage : 20 Nb pages : 121
Commande EDF P8A0195	Rapport annuel	Diffusion libre :X restreinte : confidentielle :
RESUME : L'étude de surveillance n°18 du site électronucléaire de PALUEL (département de la Seine-Maritime) concerne l'année 1995. Sont étudiés les domaines pélagique, benthique et halieutique. Cette année 1995 est la 12 ^{ème} année de fonctionnement de la centrale. — ABSTRACT : The ecological survey n°18 covering PALUEL nuclear power station took place between March and September 1995. The following areas were monitored : Hydrology, microbiology, phytoplankton, zooplankton, intertidal phytobenthos and zoobenthos, and fishing. Paluel power station has now been operationnel for eleven years. —		
Mots - clés : Benthos, Centrale nucléaire, Halieutique, Pélagos, Surveillance		
Key words : Benthos, Fishing, Pelagos, Nuclear power station, Survey.		

IFREMER *Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer*

PREAMBULE

Conformément à la **convention générale** passée entre **EDF** et **IFREMER** (référéncée sous le n° 64 T 7001), trois documents contractuels sont établis chaque année par IFREMER pour chacun des cinq sites électronucléaires littoraux (Gravelines, Penly, Paluel, Flamanville) et estuarien (Le Blayais).

Ces documents sont :

- un **état d'avancement des travaux** réalisés au cours du premier semestre de l'année N, document remis au plus tard le 15 juillet suivant;

- un **rapport préliminaire** de synthèse, remis au plus tard le 31 janvier de l'année N+1;

- un **rapport final**, dont l'édition définitive est remise au plus tard le 15 juin de l'année N+1.

En ce qui concerne la surveillance du CNPE de Paluel au cours de l'année 1995, l'état d'avancement a été adressé à EDF le 12 juillet 1995, le rapport préliminaire le 26 janvier 1996.

Quant au rapport définitif, il fait l'objet du présent document.

Dans le cadre de l'implantation de la Centrale électronucléaire sur le littoral de la commune de Paluel (département de la Seine-Maritime) et du contexte législatif en vigueur, Electricité de France a confié à l'IFREMER les études écologiques et halieutiques du milieu marin environnant le site (avril 1975 à avril 1977)

Auparavant, de juillet 1973 à juillet 1974, une étude écologique permettant d'évaluer la richesse floristique et faunistique du site a été réalisée par l'université de Picardie, Station d'études en Baie de Somme.

L'étude de surveillance a débuté en 1977 soit 7 ans avant la mise en service de la centrale (1984).

A compter de 1994, le programme de surveillance a été allégé puisque l'étude du domaine pélagique est réalisée en trois points au lieu de quatre comme précédemment, le point "contrôle" étant abandonné.

Au cours de l'année 1995, les études réalisées sur le site de Paluel ont été menées sous la responsabilité de :

Hervé T. du BOULLAY, DEL/Port-en-Bessin, pour l'hydrologie et le phytoplancton,

France TOULARASTEL, DEL/EC/Brest pour le zooplancton,

Franck ROGER, Laboratoire de Rouen, pour la microbiologie,

Dominique DAVOUST, station marine de Wimereux, pour le benthos subtidal,

Ingrid RICHARD, station marine de Wimereux, pour le benthos intertidal

Franck COPPIN, **Pascal RAULIN**, DRV/RH/Boulogne sur mer, pour la partie halieutique

Frank MAHEUX et **Hervé T. du BOULLAY**, DEL/Port-en-Bessin pour l'étude des Fucacées

la coordination est assurée par Hervé T. du Boullay

INTRODUCTION

Pour réaliser l'étude d'environnement du site de Paluel, l'IFREMER s'est associé comme les années précédentes à la Station Marine de Wimereux (SMW/Université de Lille) pour l'étude du benthos, et au Laboratoire Municipal et Régional de Rouen pour l'étude microbiologique.

Les résultats contenus dans ce rapport concernent donc :

- 1 - Des généralités**
- 2 - L'hydrologie**
- 3 - La microbiologie**
- 4 - Le Phytoplancton et la Production Primaire**
- 5 - Le zooplancton**
- 6 - Le benthos subtidal**
- 7 - Le benthos intertidal**
- 8 - Le phytobenthos intertidal**
- 9 - L'halieutique**

Les 4 premières parties rassemblent les résultats des paramètres collectés lors des trois campagnes pélagiques. A cet effet le N/O THALIA a été présent sur zone les 7 avril, 6 juillet et 21 septembre 1995.

CHAPITRE 1

GENERALITES

**Hervé THILLAYE du BOULLAY
IFREMER PORT EN BESSIN**



Fig 1.1 - Localisation géographique du site de Paluel

1.1 - INTRODUCTION

Les études écologiques sur le site d'une future centrale nucléaire se déroulent en plusieurs phases :

- une étude "**d'avant projet**", de courte durée, qui a pour but d'évaluer les principales caractéristiques du milieu et d'apprécier la richesse potentielle d'un site parmi d'autres.
- une étude de "**projet**" sur un site retenu qui permet d'établir un bilan écologique avant la mise en service de la centrale.
- une étude de "**complément de projet**" visant à apprécier les variations pluriannuelles.
- une étude de "**surveillance**" qui s'attache aux paramètres jugés les plus significatifs et sensibles sur un site afin de tenter de déceler l'importance des effets du fonctionnement de la centrale.

Ce rapport présente les résultats concernant la dix huitième année (1995) de surveillance du site de PALUEL, ce qui correspond à la douzième année depuis la mise en service de la Centrale (1984)

1.2 - GEOGRAPHIE

La centrale de Paluel est située sur le littoral haut-normand, au niveau de la valleuse de Sussette, entre Fécamp et Dieppe sur la commune dont elle a emprunté le nom. Le littoral, orienté ENE/WSW, est bordé de hautes falaises composées de bancs calcaire alternant avec des lits de silex.

Les falaises du littoral Haut-Normand sont entaillées par des valleuses et des vallées aux débouchés desquelles les galets se sont accumulés sous formes de cordons littoraux. C'est le cas pour Veulettes commune littorale située à quelques kilomètres au sud-ouest de Paluel et baignée par la Durdent

Devant le littoral haut-normand, on peut distinguer trois types fondamentaux d'estran :

Estran profond: il ne découvre pratiquement pas; on le rencontre dans les secteurs de pointes rocheuses (Etretat, Antifer);

Estran de pied de falaises : c'est l'estran type du littoral haut-normand et celui qui se trouve à Paluel. Devant la falaise s'étend un platier rocheux (de l'ordre de 200m à 400m) sur lequel les matériaux meubles ne se rencontrent, en général, qu'en pied de falaise sous la forme d'un cordon de galets plus ou moins développé mais le plus souvent de 10m à 20m de large et 1m de haut;

Estran d'accumulation : on le rencontre aux débouchés des vallées et valleuses. Son développement a souvent été favorisé par l'implantation d'ouvrages portuaires (Le Havre, Fécamp, St-Valery-en-Caux, Dieppe, Le Tréport). Le cordon de galets est bien formé et a des largeurs de l'ordre de 40m à 50m. Les sables et graviers font suite aux galets.

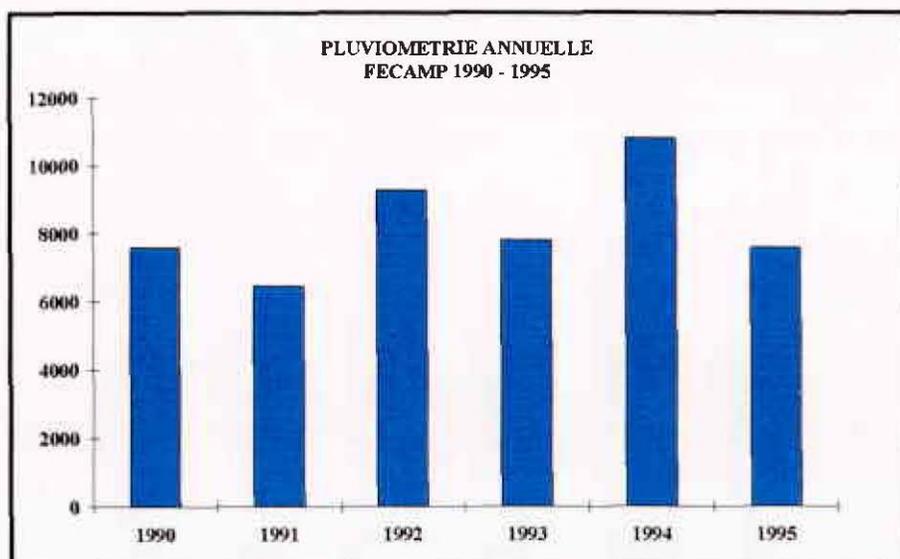
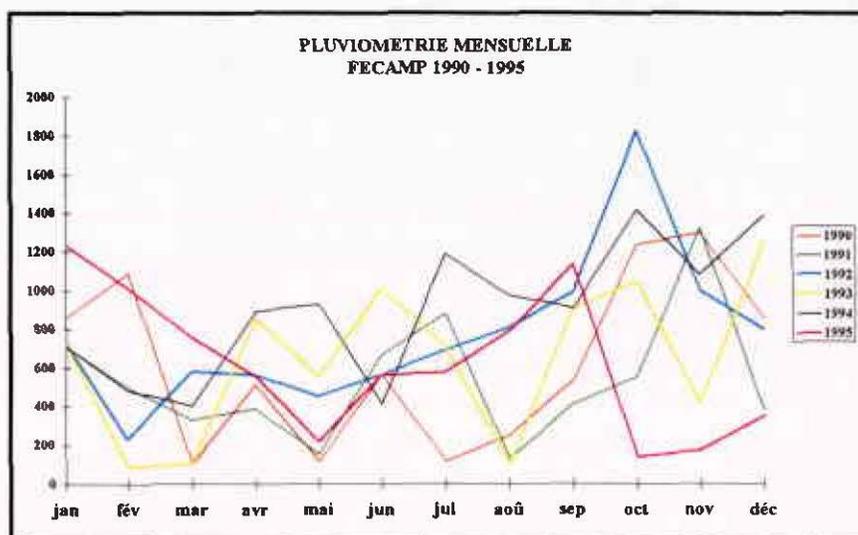


Fig 1.2 - Pluviométrie Fécamp

1.3 - CLIMATOLOGIE

1.3.1 - Les pluies

Les résultats enregistrés à Fécamp depuis 1990, montrent que 1995 est revenue au niveau observé en 1990, 1991 et 1993. La courbe mensuelle nous indique qu'après un hiver (décembre et janvier) et un début de printemps (mars), des plus pluvieux depuis 6 ans, la pluviométrie remonte lentement pour à nouveau battre un record en septembre. Enfin on peut noter un automne très peu humide (octobre et novembre).

1.3.2 - La température

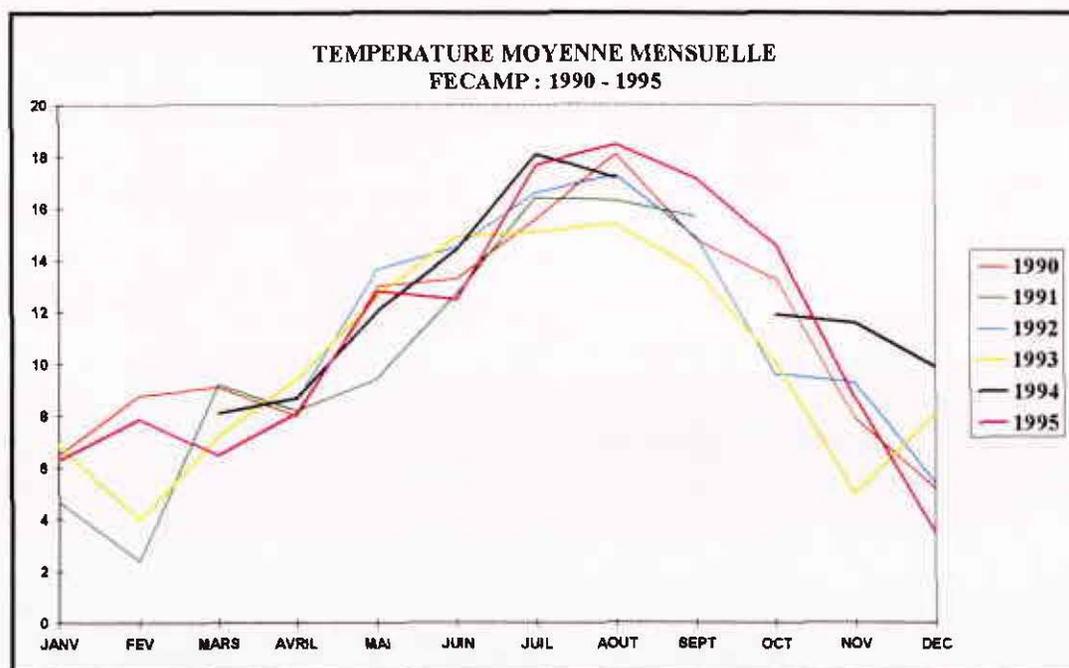


Fig 1.3 - Température - Fécamp

L'observation des courbes de température moyenne permet de noter que 1995 détient l'été et l'automne le plus chaud depuis 1990.

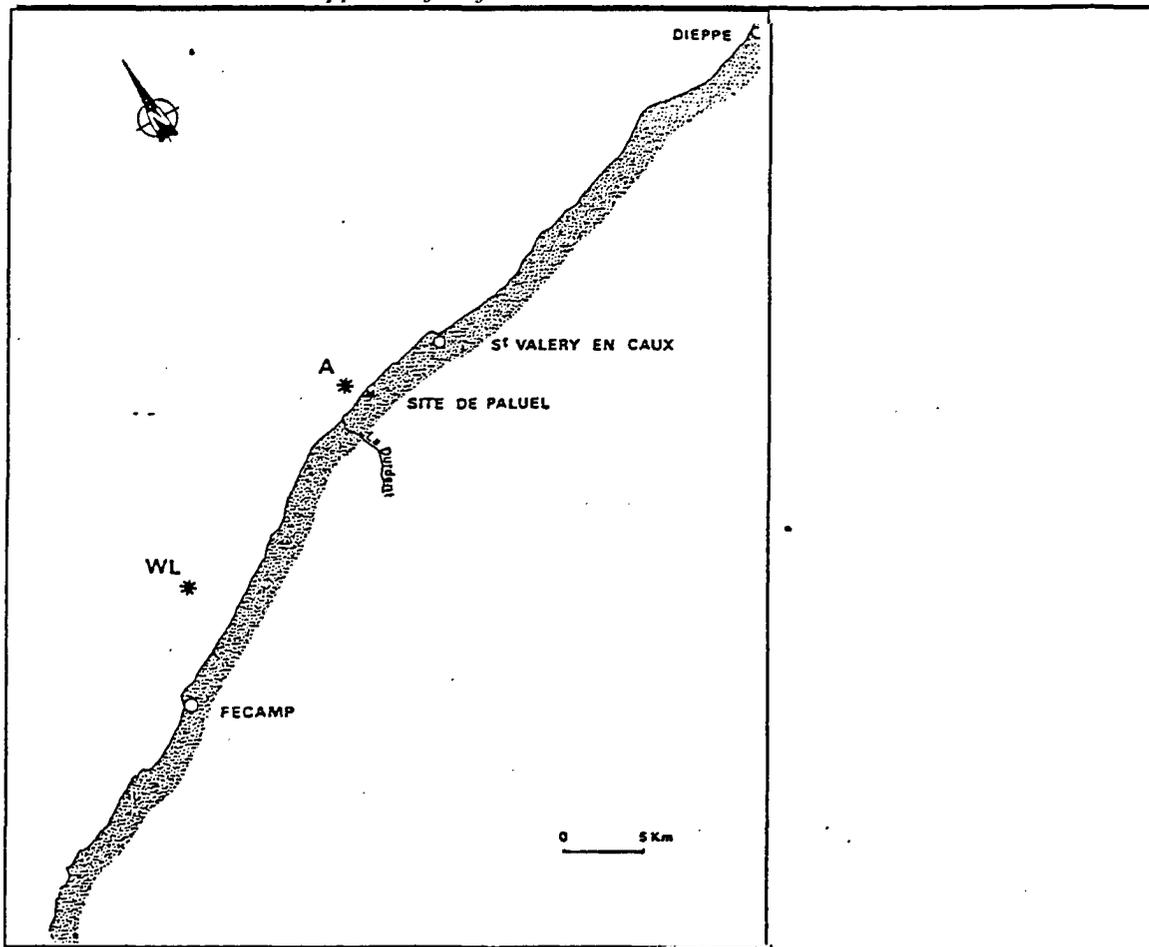


Fig 1.4 - Situation des mesures de courantologie

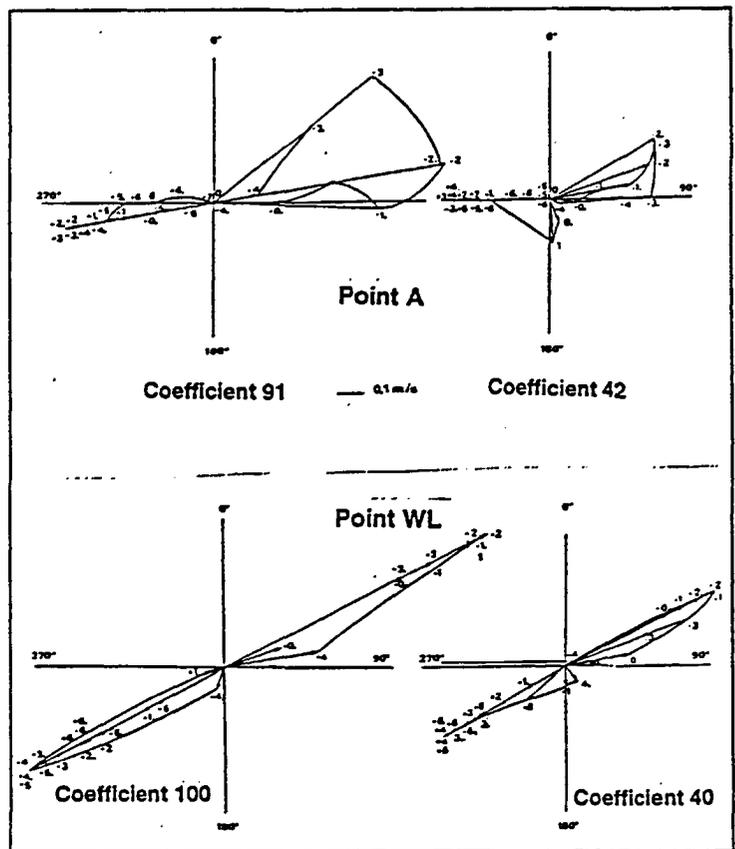


Fig 1.5 : Rose des courants à Paluel

1.4 - L'HYDROGRAPHIE

1.4.1 - Marées

La marée est de type semi-diurne. A Saint-Valery-en-Caux, ses caractéristiques sont les suivantes :

Type de marée	Coefficient	Côte de P.M.	Côte de B.M.
Vive-eau moyenne	95	8,6 m	0,7 m
Marée moyenne	70	8,4 m	1,6 m
Morte-eau moyenne	45	7,6 m	2,2 m

Tableau 1.1 : Les marées à St-Valéry-en-Caux

1.4.2 - Courants

On distingue les courants périodiques et les courants apériodiques.

Les courants périodiques sont essentiellement les courants de marée alternatifs et parallèles à la côte (fig 1.5: rose des courants aux stations A et WL étudiées par EDF en 1973-1975; la position de ces stations est indiquée dans la figure 1.4). Le flot, d'une durée moyenne de 5 heures, porte vers le N-NE à une vitesse de 0,5 à 1 m/s(soit 1 à 2 noeuds). Le jusant, d'une durée approximative de 7 heures, porte vers le W-SW avec une vitesse inférieure de 0,4 à 0,6 m/s. La renverse de pleine mer a lieu en vive eau à PM -1/2h, celle du jusant à PM -05h30. On constate ainsi que le bilan global au cours d'un cycle de marée montre le déplacement des masses d'eau vers le N-NE, dans le sens du flot. Ce déplacement est dû au courant de dérive provenant de l'Atlantique et qui prend une vitesse importante au-delà de Cherbourg. Vers Fécamp, la vitesse du courant augmente et atteint 1,2 m/s pendant le flot et 0,9 m/s pendant le jusant.

Les courants apériodiques sont essentiellement dus à l'action prolongée d'un régime de vents stables entraînant les masses d'eau. Ainsi une période de vent d'ouest durable crée un courant portant à l'est tandis qu'une période de vent de nord-est crée un courant portant au sud-ouest. Ces courants de dérive dus au vent peuvent atteindre 2 à 5 % de la vitesse du vent.

1.4.3 - Apports telluriques

La Durdent, petit fleuve côtier de faible débit irrégulier, se jette à l'ouest du site (fig 1.4). Les arrivées d'eau douce au niveau de Fécamp sont généralement très faibles, mais il ne faut pas sous-estimer la présence de pollutions urbaines provenant soit du port soit de la station d'épuration de St-Valery-en-Caux.

Un des traits majeurs des cycles d'étude précédents était de mettre en évidence l'influence des eaux issues de la baie de Seine. L'irrégularité de cette influence est certaine. L'échantillonnage actuel (3 campagnes par an pour le domaine pélagique) ne permet plus de cerner cette influence.

1.5 - FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE LORS DES CAMPAGNES PELAGIQUES

Le fonctionnement de chaque tranche est résumé dans le tableau ci-dessous.

DATE DES CAMPAGNES PELAGIQUES	TRANCHE	POMPES	PUISSANCE MW	ELECTROCHLORATION
7 avril 1995	I	40	1.177	0
	II	40	1.207	0
	III	40	1.021	0
	IV	40	1.291	0
6 juillet 1995	I	40	1.274	0
	II	0	0	0
	III	40	1.228	1/2
	IV	40	999	1
21 septembre 1995	I	40	1.240	1
	II	0	0	1
	III	40	1.196	1
	IV	40	1.011	1

Tableau 1.2 : Fonctionnement de la centrale pendant les campagnes pélagiques

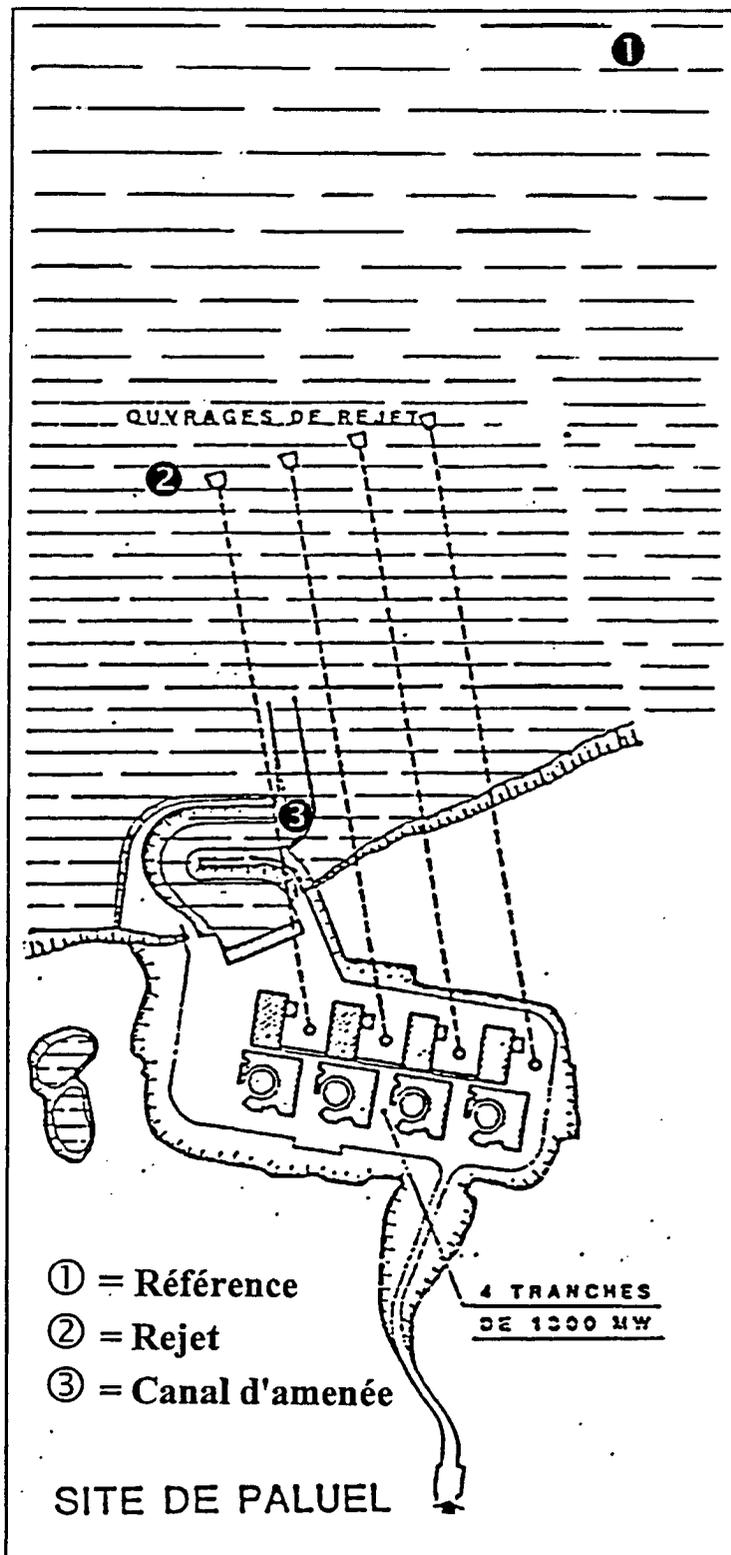


Fig 1.6 - Situation des points de prélèvement

LE DOMAINE PELAGIQUE

Chapitre 2	:	HYDROLOGIE
Chapitre 3	:	MICROBIOLOGIE
Chapitre 4	:	PHYTOPLANCTON - PRODUCTION PRIMAIRE
Chapitre 5	:	ZOOPLANCTON

GENERALITES

L'année 1994 a vu l'application de la nouvelle méthodologie en ce qui concerne le nombre de points de prélèvement. La station contrôle a en effet été abandonnée.

Les trois campagnes ont été réalisées à bord du N/O THALIA de l'IFREMER les 21 mars, 29 juin et 28 septembre 1994.

Les trois stations échantillonnées sont les suivantes (cf Fig 1.6) :

- **canal d'aménée** : station dans, ou la plus proche possible du canal.
- **rejet direct** : station dans la turbulence d'un des rejets jugé significatif pour son échauffement.
- **référence** : station située au large, hors du panache turbide et de l'influence thermique directe.

Les conditions de fonctionnement de la centrale au moment des prélèvements sont présentées au paragraphe 5 du chapitre I.

CHAPITRE 2

HYDROLOGIE

**Hervé THILLAYE du BOULLAY
IFREMER PORT EN BESSIN**

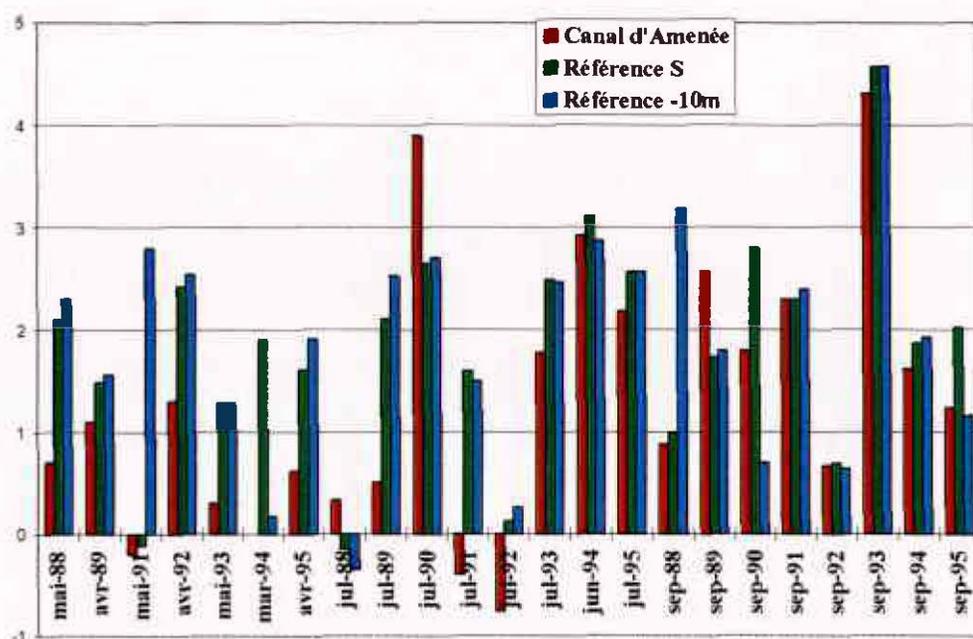


Fig 2.1 : Différences de températures enregistrées entre le rejet et les autres points de prélèvement depuis 1988 en °C.

Cette partie rend compte des résultats enregistrés sur les paramètres , température, salinité, matières en suspension et sels nutritifs.

2.1 - LA TEMPERATURE

	AVRIL °c	JUILLET °c	SEPTEMBRE °c
CANAL D'AMENEE	10,43	17,47	18,16
REJET	11,05	19,65	19,40
REFERENCE Sfce	9,44	17,08	17,37
REFERENCE -10m	9,14	17,08	18,24
Δt REJET/REFERENCE	1,76	2,57	1,60

Tableau 2.1 : La température en °c

Le Δt le plus important, entre la moyenne rejet et référence, est enregistré en juillet avec 2,57° tandis que pour les deux campagnes d'avril et septembre on observe respectivement des valeurs de 1,76 et 1,60°.

2.2 - LA SALINITE

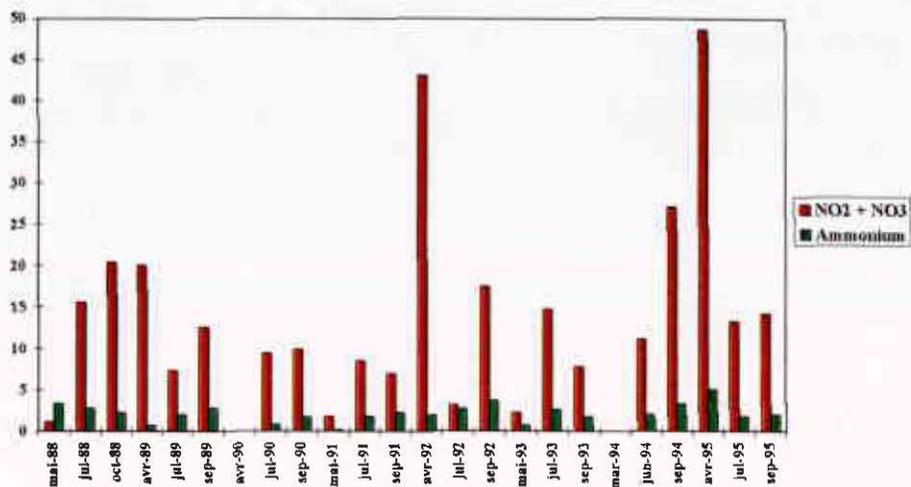
	AVRIL	JUILLET	SEPTEMBRE
CANAL D'AMENEE	30,91	32,55	33,22
REJET	29,39	32,74	33,61
REFERENCE Surface	31,08	33,25	33,61
REFERENCE -10m	31,43	33,60	33,77

Tableau 2.2 : La salinité

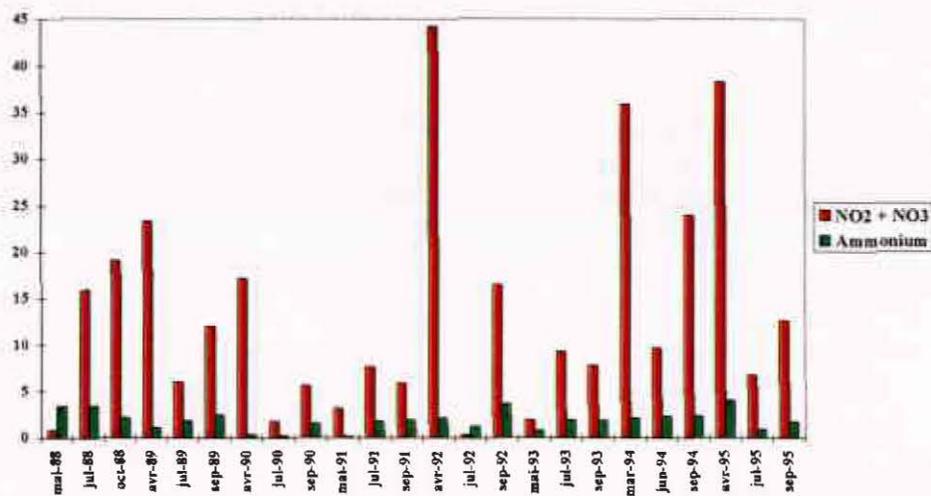
Les valeurs sont particulièrement stables pour les trois campagnes, et n'apportent rien de significatif quant aux variations saisonnières.

Compte tenu des résultats tout à fait normaux du mois de septembre, les valeurs particulièrement élevées obtenues en 1994 sur la même période doivent être considérées comme aberrantes.

CANAL D'AMENEE



REJET



MOYENNE REFERENCE

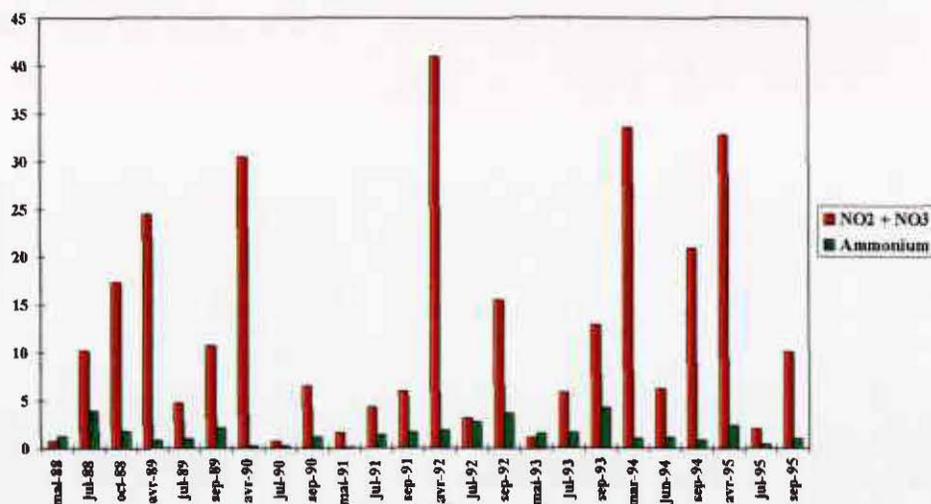


Fig 2.3 : Les sels nutritifs à Paluel depuis 1988 en μ moles/dm³

2.3 - LES MATIERES EN SUSPENSION

	AVRIL mg/l	JUILLET mg/l	SEPTEMBRE mg/l
CANAL D'AMENEE	88	25,2	52,9
REJET	58	17	32,8
REFERENCE Surface	32,4	4,2	7,3
REFERENCE - 10m	4,6	2,7	6,1

Tableau 2.3 : Les matières en suspension en mg/l

Ce paramètre s'est révélé être un bon marqueur du rejet, témoin du transfert des masses d'eau de la côte vers le large suite au transit dans la centrale.

La charge en MES confirme le gradient côte-large décroissant classiquement observé.

2.4 - LES SELS NUTRITIFS (cf figure 2.3 ci-contre)

Les mesures de teneurs en sels azotés sont réalisées sur l'ion ammonium et sur la somme des nitrites et des nitrates.

Les résultats moyens sont les suivants :

NO ₂ + NO ₃ μ mole/dm ³	NO ₂ + NO ₃			AMMONIUM		
	AVRIL	JUILLET	SEPTEMBRE	AVRIL	JUILLET	SEPTEMBRE
Canal d'amenée	48,71	13,20	14,16	4,97	1,80	1,99
Rejet	38,22	6,78	12,61	4,03	0,91	1,66
Référence 0 m	34,21	1,92	10,22	0,69	0,37	0,72
Référence 10 m	31,23	2,13	9,91	4,04	0,37	1,31

Tableau 2.4 : Les sels nutritifs

Le gradient côte-large décroissant est observé.

Les valeurs élevées de sels azotés en avril montrent que le bloom planctonique n'a pas encore eu lieu, ce que confirme la faiblesse de la biomasse chlorophyllienne notamment quant à la quantité d'espèces.

Les résultats sont comparables à ceux de 1994.

CHAPITRE 3

MICROBIOLOGIE

F.ROGER
Laboratoire Départemental de Rouen

	6 avril 1995	7 juillet 1995	21 septembre 1995
Amenée	1,73 x 10 ⁵	0,81 ± 0,20 x 10 ⁵	0,96 ± 0,05 x 10 ⁵
Rejet	1,27 x 10 ⁵	1,31 ± 0,35 x 10 ⁵	0,89 ± 0,06 x 10 ⁵
Référence	1,63 x 10 ⁵	3,51 ± 1,04 x 10 ⁵	0,79 ± 0,30 x 10 ⁵

Tableau 3.1 : Germes totaux en Epifluorescence / ml

3.1 - INTRODUCTION

L'étude de la surveillance microbiologique du **SITE DE PALUEL** s'est poursuivie pendant l'année 1995. Les prélèvements ont été réalisés les **06.04 - 07.07 et 21.09.1995**.

19 prélèvements pour analyses microbiologiques ont été effectués au total.

9 prélèvements ont été réalisés pour le dosage des bromoformes.

3.2 - MATERIEL - METHODES D'ANALYSES - DETERMINATIONS

Le matériel de prélèvement et les méthodes d'analyses restent inchangés.

- Nombre total de bactéries en épifluorescence.
- Dénombrement des bactéries aérobies revivifiables sur milieu de Zobell.
- Recherche de vibrio-halophiles.
- Dosage des haloformes : bromoforme, dibromomonochlorométhane, dichloromonobromométhane et chloroforme.

Les points de prélèvements sont :

- A - Canal d'amenée
- B - Rejet
- C - Référence

3.3 - RESULTATS

3.3.1 - Dénombrement des germes totaux en épifluorescence (cf tableau 3.1 ci-contre)

Le nombre des germes totaux par ml comptés en épifluorescence varie de $7,9 \times 10^4$ (Référence le 21.09) à $3,5 \times 10^5$ (Référence le 07.07).

	6 avril 1995	7 juillet 1995	21 septembre 1995
Amenée	1.850	2.650 ± 325	1.975 ± 575
Rejet	2.100	3.050 ± 450	4.400 ± 400
Référence	10.200	1.312 ± 1.271	4.450 ± 1.233

Tableau 3.2 : Germes revivifiables sur milieu de Zobell / ml

3.3 - DENOMBREMENT DES GERMES AEROBIES VIABLES SUR MILIEU DE ZOBELL (cf tableau 3.2 ci-contre)

Les comptages varient de 1.312/ml (Référence le 7.7.95) à 10.200/ml (Référence le 6.04.95).

3.4 - RECHERCHE DE VIBRIO HALOPHILES (cf tableau 3.3 ci-dessous)

Aucune souche n'a été mise en évidence.

	6 avril 1995		7 juillet 1995		21 septembre 1995	
	Recherche /1l	Dénomb /100 ml	Recherche /1l	Dénomb /100 ml	Recherche /1l	Dénom b /100 ml
Amenée 1	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Amenée 2	/	/	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Rejet 1	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Rejet 2	/	/	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Référence 1	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Référence 2	/	/	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Référence 3	/	/	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Référence 4	/	/	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3

Tableau 3.3 : Les Vibrio halophiles

3.5 - DOSAGE DES HALOFORMES

La présence de bromoforme a été détectée lors de la sortie de septembre sur les trois points, ainsi qu'en juillet aux points Amenée et Rejet.

On peut noter que les valeurs de bromoformes les plus élevées ont été trouvées au point Rejet.

		CH BR₃ µg/l	CHBr₂Cl₂ µg/l	CHBrCl₂ µg/l	CHCl₃ µg/l
Amenée	6 avril 1995	< 1	< 1	< 1	< 1
	7 juillet 1995	1,6	< 1	< 1	< 1
	21 septembre	3	< 1	< 1	< 1
Rejet	6 avril 1995	< 1	< 1	< 1	< 1
	7 juillet 1995	6,5	< 1	< 1	< 1
	21 septembre	4,1	< 1	< 1	< 1
Référence	6 avril 1995	< 1	< 1	< 1	< 1
	7 juillet 1995	< 1	< 1	< 1	< 1
	21 septembre	1,2	< 1	< 1	< 1

CHAPITRE 4

<p>PHYTOPLANCTON PRODUCTION PRIMAIRE</p>

**Hervé THILLAYE du BOULLAY
IFREMER PORT EN BESSIN**

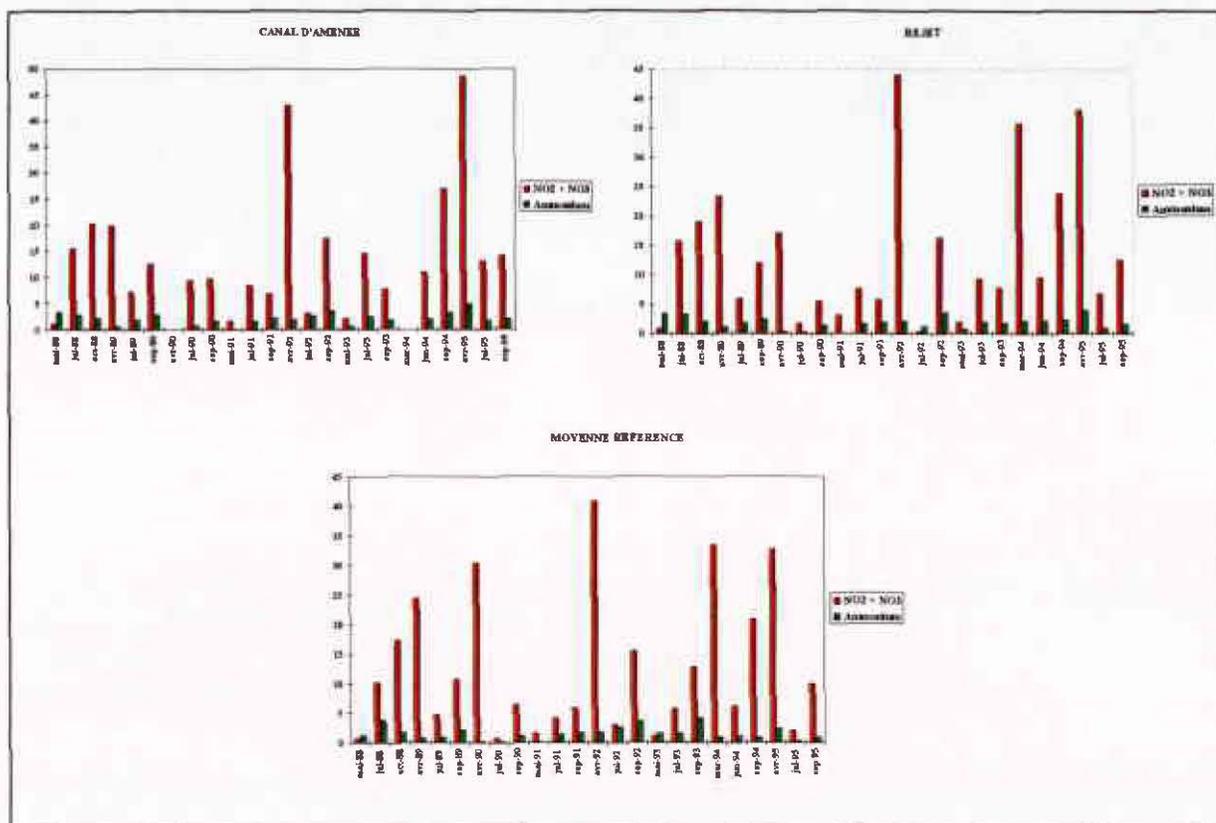


Fig 4.1 : Les sels nutritifs à Paluel depuis 1988

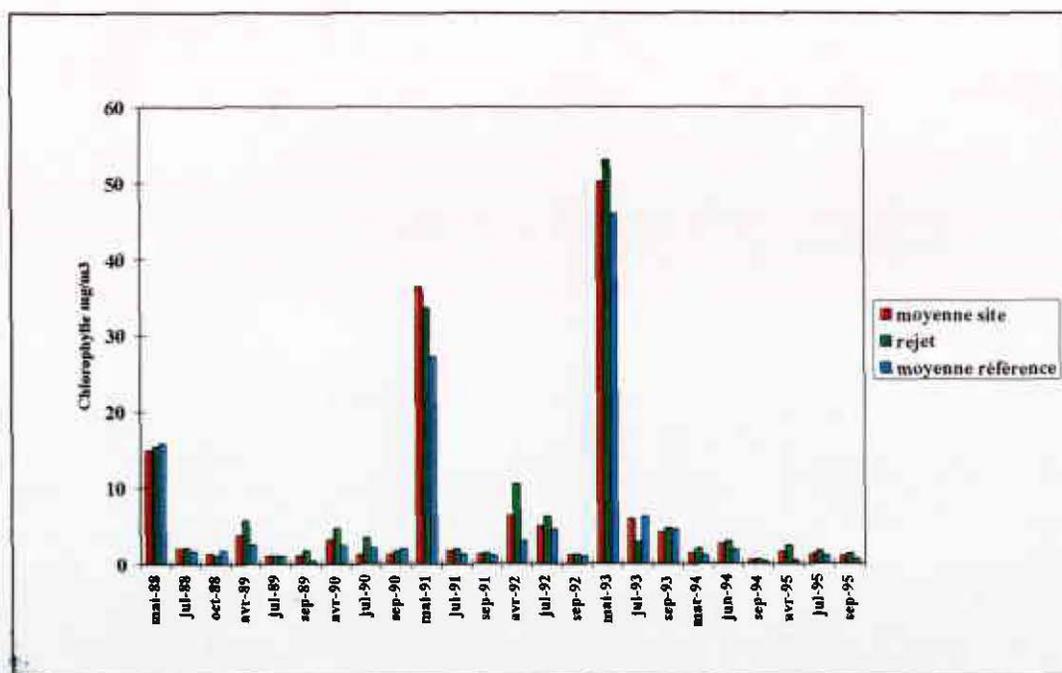


Fig 4.2 : Biomasse chlorophyllienne à Paluel de 1988 à 1995

4.1 - Phytoplancton et biomasse chlorophyllienne

Les prélèvements sont immédiatement fixés au lugol (environ 3 ml pour un litre). La lecture se fait ultérieurement, après décantation (3 heures minimum) de 10 ml d'échantillon dans une cuve de sédimentation, selon la méthode d'Utermöhl (1958). L'observation est réalisée sur un microscope inversé OLYMPUS CK2 (x100, x200, x400). Les résultats sont exprimés en nombre de cellules par litre.

On trouvera en page 39, un tableau donnant la signification des codes espèces.

ESPECES	REF-S	REF -10m	REJET	CANAL D'AMENEE
ACTI	500		100	500
ACTN	300			
CHAE		100		
MELO	7600		3400	2100
COSC	1700		1500	2000
THAL	1500	500	3000	800
NAVI	400	200	400	200
DINO			100	
PROI	100	100	600	200
PRORMIC	700	300	100	

Tableau 4.1 : Résultats de la campagne d'avril 1995 en nb Cell/l

Comme en 1994 à cette même époque, les valeurs enregistrées lors de cette campagne printanière (tableau 4.1) montrent une pauvreté en richesse spécifique et en densité. Ceci peut s'expliquer par :

* le fait que le bloom planctonique printanier n'a pas encore eu lieu, ce que confirmeraient les résultats faibles en biomasse chlorophyllienne et élevés en matières nutritives (fig 4.1 et 4.2 ci-contre ou 2.3 pp 22)).

* les conditions de prélèvement qui comme souvent, pour ce paramètre tout du moins, sont loin d'être optimales du fait d'une forte courantologie et turbidité ce qui rend la lecture des cuves très difficile voire impossible.

ESPECES	REF - S	REF -10m	REJET	CANAL D'AMENEE
BIDD			400	300
CACHNIE	100			
CERA	100			
CHAE	1000			
COSC	100		1000	800
GUIN	1600		33000	300
MELO	3100		10900	3500
NAVI	1000		400	1000
PROI	600		2300	1700
PRORMIC	500		700	400
RHIZ	22500		17700	3700
THAA	7500		3500	2500
THAL			1200	400

Tableau 4.2 : Résultats de la campagne de juillet 1995 en nb de cell/l

En cette période estivale (cf tableau 4.2 ci-dessus), les concentrations observées par espèce nous font dire que le bloom planctonique printanier a sans doute eu lieu. Le nombre d'espèces n'est cependant pas aussi important qu'en 1994. Deux espèces, classiquement observées à cette époque, se détachent nettement : *Rhizosolenia* et *Melosira*.

La turbidité de l'échantillon concernant le point référence -10m a rendu sa lecture impossible.

ESPECES	REJET	REF-S	REF -10m	CANAL d'AMENEE
ACTI				300
BIDD				700
CACHNIE			900	
CHAE			1000	
COSC			100	1300
DITY			900	400
MELO			3500	17300
NAVI			1000	1500
NITZ			100	400
PORO			100	
PROI			200	400
PRORMIC				100
THAA			300	400
THAL			1200	1000

Tableau 4.3 : Résultats de la campagne de septembre 1995 en nb cell/l

En septembre (cf tableau 4.3 ci-contre), on constate, comme en 1994, une richesse spécifique plus importante que lors des deux campagnes précédentes mais cependant inférieure qualitativement à 1994. Parmi elles, le genre *Melosira* est particulièrement représenté. L'analyse de la population exprime l'arrivée de l'automne. La biomasse chlorophyllienne encore très faible et le stock de sels nutritifs élevé semble montrer que le bloom automnale n'a cependant par encore eu lieu.

	Chloro a totale (mg/m ³)	Prod Prim (mg C/m ³ /h)	P/B
Canal d'amenée	3,06	9,03	2,9
Rejet	2,42	7,67	3,2
Référence Sfce	0,56	2,56	4,6
Référence -10m	0,36	1,92	1,9

Tableau 4.4 : Campagne d'avril 1995

	Chloro a totale (mg/m ³)	Prod Prim (mg C/m ³ /h)	P/B
Canal d'amenée	3,90	10,3	2,6
Rejet	2,90	11,7	4,0
Référence Sfce	2,76	8,8	3,2
Référence -10m	0,88	6,5	7,3

Tableau 4.5 : Campagne de juillet 1995

	Chloro a totale (mg/m ³)	Prod Prim (mg C/m ³ /h)	P/B
Canal d'amenée	0,56	9,0	16
Rejet	0,6	9,0	15
Référence Sfce	0,4	5,3	13,3
Référence -10m	0,24	4,4	18,2

Tableau 4.6 : Campagne de septembre 1995

4.2 - Production primaire et productivité

Les résultats enregistrés au cours des trois campagnes (cf tableau 4.6 ci-contre) n'apportent aucun élément particulier quant à la productivité cellulaire et l'impact du transit dans la centrale.

4.3 - Conclusion

Sur le plan écologique, les flores totales gardent leur intérêt dans l'analyse du cycle annuel phytoplanctonique.

D'autre part leur étude permet, le cas échéant de mettre en évidence des espèces toxiques pour l'homme.

Compte-tenu des problèmes rencontrés lors des lectures des cuves phytoplanctoniques du fait des fortes turbidités rencontrées pendant les différentes campagnes, nous nous proposons de tester l'utilisation d'un zodiac en 1996.

ACTI	<i>Actinocyclus sp</i>
ACTNSEN	<i>Actinoptycus senarius</i>
BIDD	<i>Biddulphia sp</i>
CACHNIE	<i>Cachonina njei</i>
CERA	<i>Cerataulina sp</i>
CHAE	<i>Chaetoceros sp</i>
COSC	<i>Coscinodiscus sp</i>
DITY	<i>Ditylum sp</i>
GUIN	<i>Guinardia sp</i>
GYRO	<i>Gyrodinium sp</i>
MELO	<i>Melosira sp + Paralia sp</i>
NAVI	<i>Navicula sp</i>
PORO	<i>Porosira sp</i>
PROI	<i>Protoperidinium sp + Peridinium sp</i>
PRORMIC	<i>Prorocentrum micans</i>
RHIZO	<i>Rhizosolenia sp</i>
THAA	<i>Thalassionema sp + Thalassiothrix sp</i>
THAL	<i>Thalassiosira sp + Coscinosira sp</i>

Codes espèces et libelles

CHAPITRE 5

ZOOPLANCTON

France TOULARASTEL
IFREMER BREST

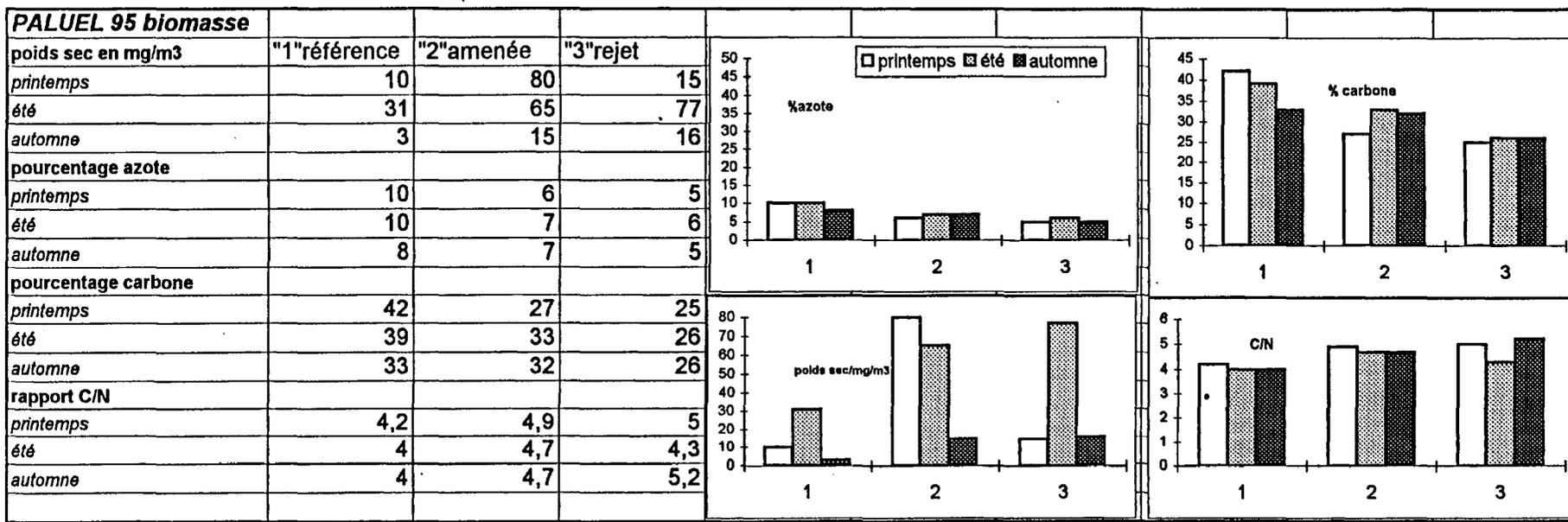


tableau 5.1

5.1 - Introduction

Les campagnes ont eu lieu les 7 avril, 6 juillet et 21 septembre 1995. A chaque point sont faits sept prélèvements de zooplancton, six servent à l'évaluation des poids de biomasse et à l'analyse des teneurs en carbone et azote, le septième est formolé et utilisé au dénombrement des espèces animales.

5.2 - Etude de la biomasse zooplanctonique globale (Cf tableau 5.1 ci-contre)

* Poids sec : le poids de biomasse sèche varie en 1995 entre 3 et 80 mg par m³ ce qui correspond à l'ordre de grandeur de l'ensemble des valeurs déjà observées.

* Teneur en carbone et azote : les pourcentages en azote varient de 3 à 10% et ceux de carbone de 25 à 42%.

* Rapport Carbone/azote : il varie entre 4 et 5,2 ce qui est tout à fait dans la "norme" des observations faites depuis le début des études. Ce paramètre est suivi toujours avec intérêt puisqu'il est reconnu pour traduire un certain état du métabolisme animal en un site et à une saison donnée. A Paluel il est remarquablement constant et voisin de 5.

Les graphiques de la planche 1 pp 46, montrent où se situent les valeurs de 1995 au cours de l'année et par rapport à toutes les valeurs enregistrées depuis 1981.

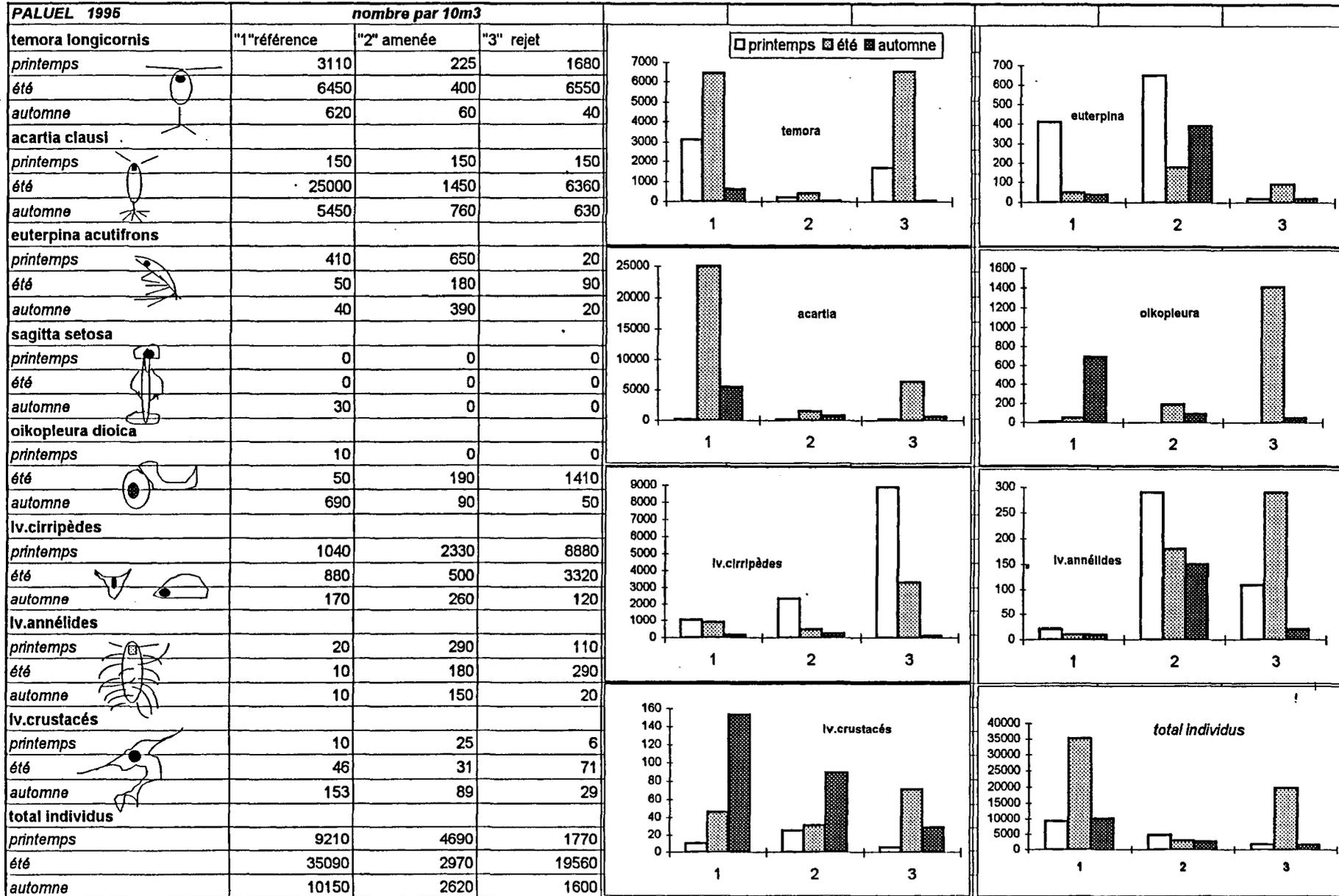


tableau n° 5.2

5.3 - Etude des espèces zooplanctoniques

(cf tableau n° 5.2 ci-contre)

Le zooplancton comprend essentiellement des crustacés copépodes dont le cycle est totalement pélagique comme celui des chaetognathes, appendiculaires et cténaïres, et de nombreux juvéniles de crabes, crevettes, vers, mollusques et poissons dont seule une partie du cycle est planctonique.

Les copépodes les plus abondants sont *temora longicornis* (TEM), *acartia clausi* (ACA), *euterpina acutifrons* (EUT), *paracalanus parvus* (PAR), *pseudocalanus elongatus* (PSE), *centropages hamatus* (CEN). Les graphiques de la planche II page 47 montrent l'importance de ces cinq espèces, à chaque point et pour les années 88, 90, 92, 94 et 95. Ces résultats correspondent aux quinze dernières campagnes faites à raison de trois par an, au printemps, en été et en automne.

L'espèce *Temora longicornis* est abondante au large et en été en 1995, mais on sait que les plus fortes reproductions pour cette espèce ont lieu en mai et que les campagnes se situent juste avant et juste après !

C'est *Acartia clausi* qui est l'espèce qui domine en 1995 avec près de 25.000 individus par 10 m³ en été au point référence.

L'espèce *Euterpina acutifrons* est toujours plus côtière et cette année se trouve cantonnée au canal d'amenée et au printemps avec des effectifs inférieurs à 1.000 par 10 m³.

En ce qui concerne l'holoplancton on a très peu de *Sagitta setosa*, 30 par 10 m³ au large et en automne, et des appendiculaires *Oikopleura dioica* en été au rejet par des températures de près de 20°.

Parmi les larves méroplanctoniques on notera l'abondance des larves cirripèdes au rejet au printemps, ce qui est normal vu leur cycle et l'abondance des adultes dans l'environnement de la centrale; les effectifs atteignent plus de 8.000 par 10 m³.

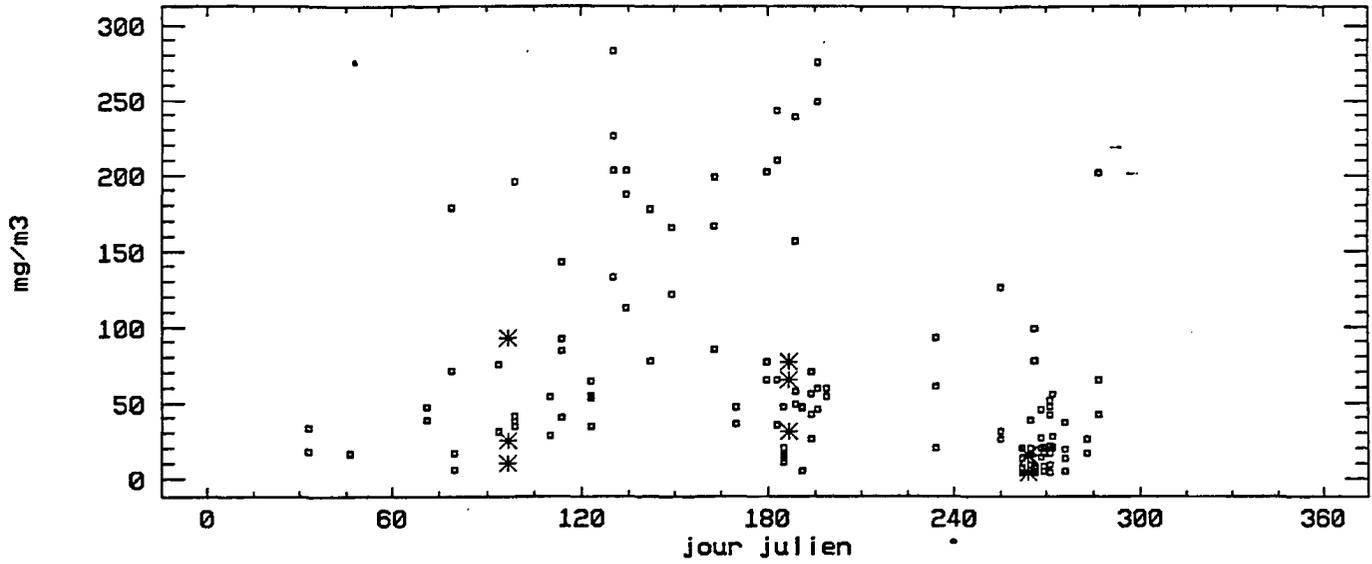
Les larves de mollusques, annélides et crustacés (cirripèdes exceptés) ne se comptent, eux, que par dizaine par 10 m³: il s'agit surtout de spionidés dans la zone côtière au printemps et en été, et de larves de porcellanidés et de gastéropodes, au large et en automne.

Pour finir il faut insister sur le grand nombre d'alevins de sprats capturés au printemps au niveau des rejets, et cela chaque année.

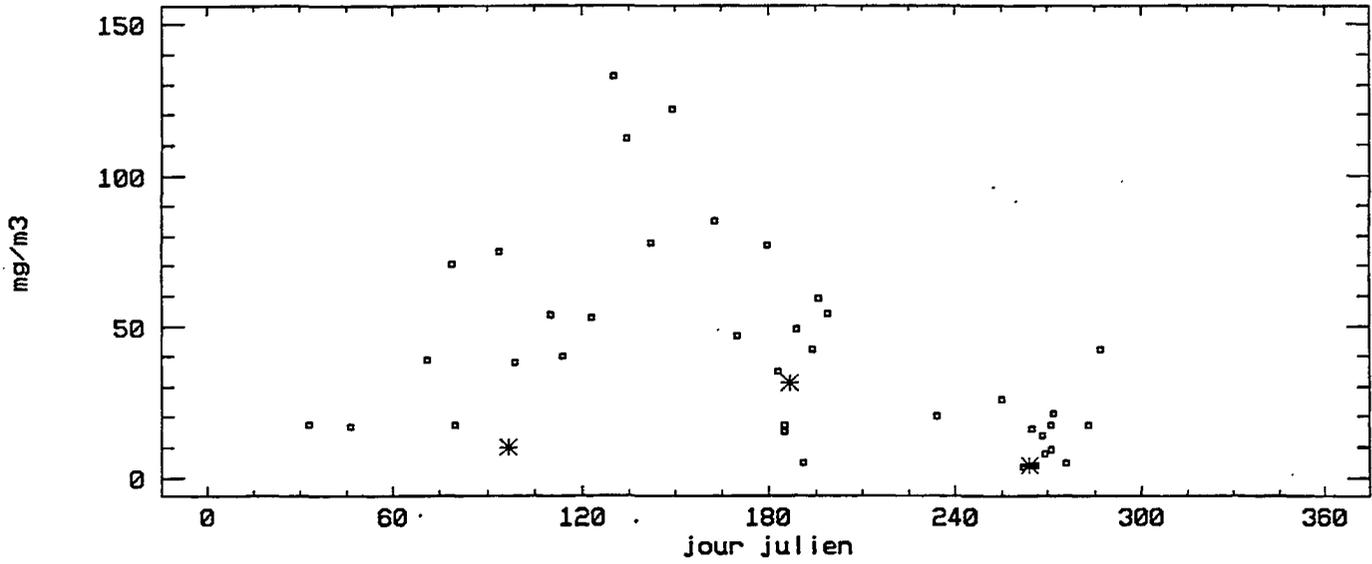
5.4 - Conclusion

La comparaison entre les différents points, les différentes saisons et les années précédentes permet de conclure à une bonne constance pour la plupart des paramètres suivis sur le zooplancton et que les valeurs observées sur la présence, la répartition, le nombre, ou la composition des espèces, restent dans la fourchette de celles connues depuis 1981.

poids de la biomasse sèche (1981-1995)



poids de biomasse sèche/point référence



rapport carbone/azote (1981-1995)

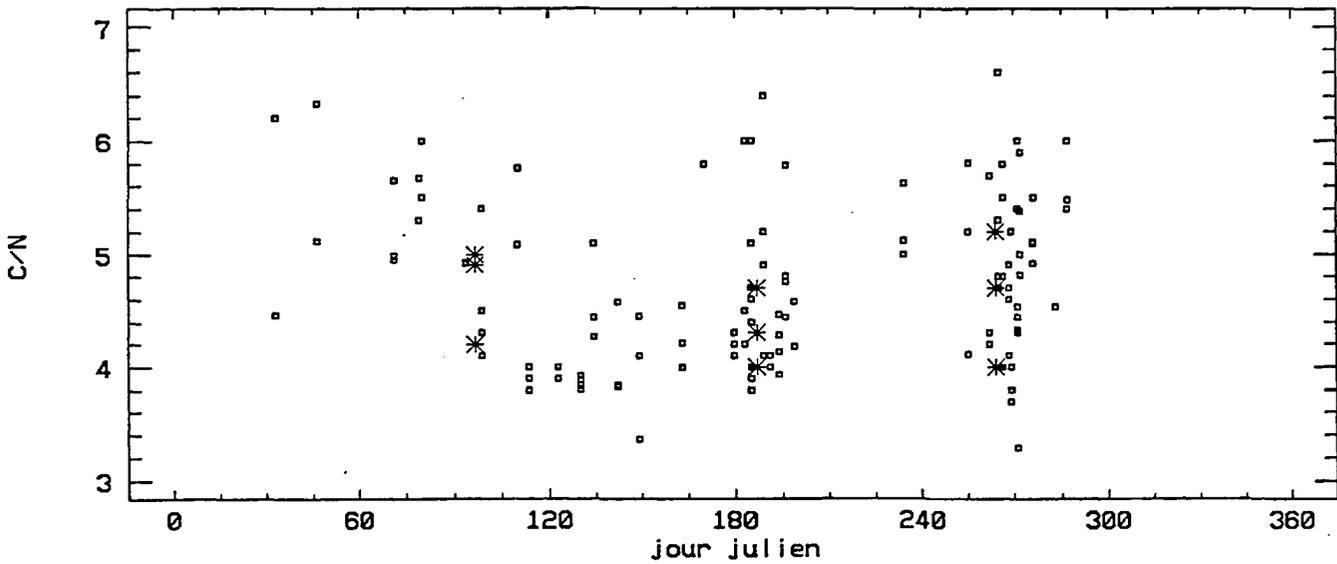
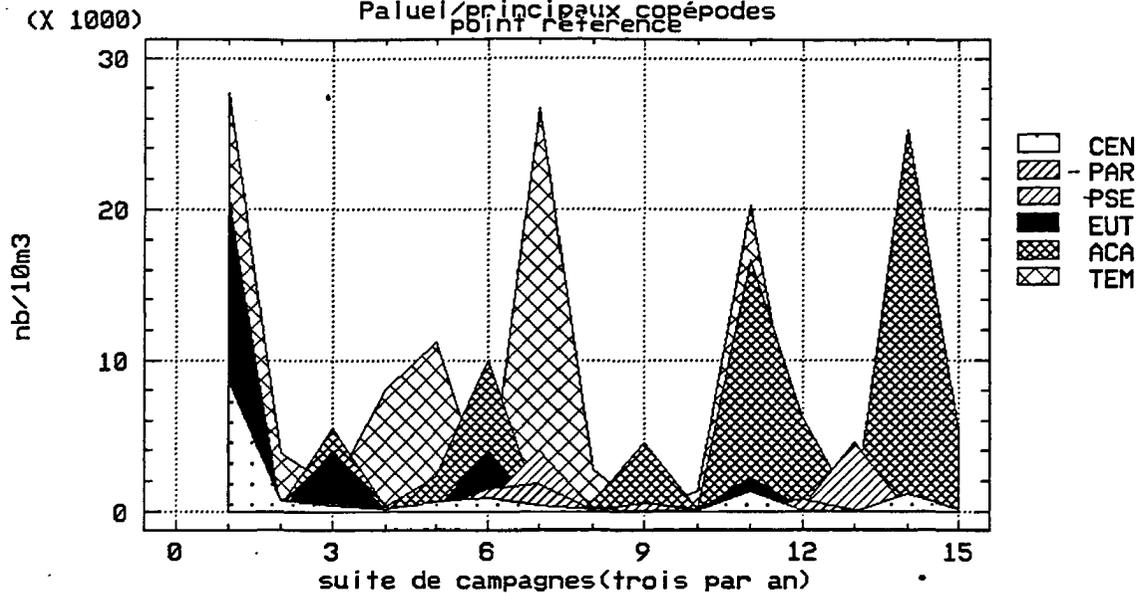


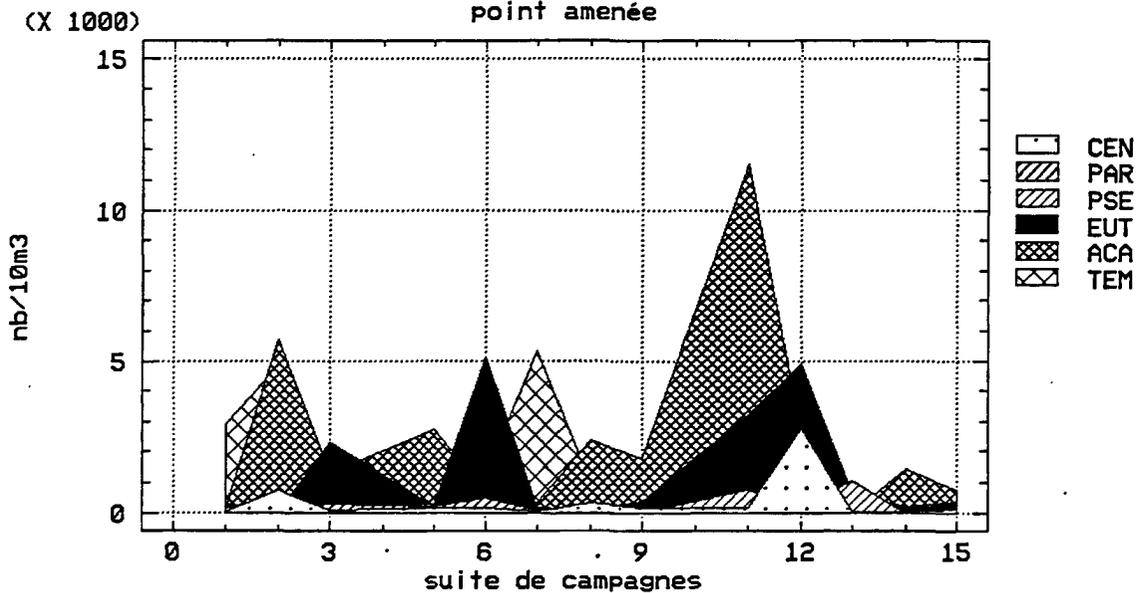
Planche I

Paluel/principaux copépodes

point référence



point amenée



point rejet

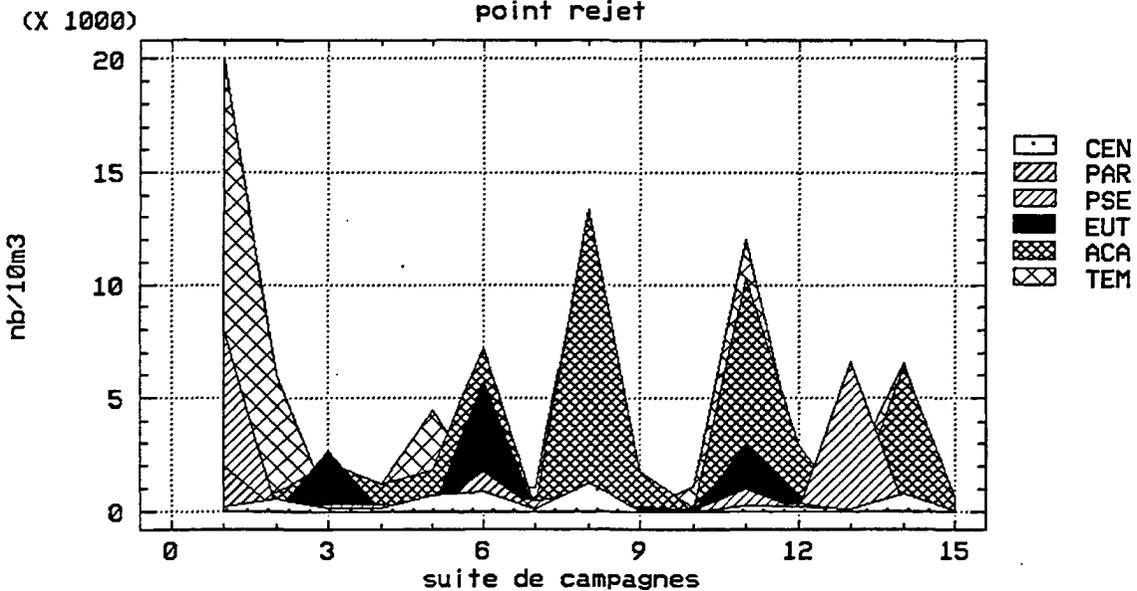


Planche II

CHAPITRE 6

LE DOMAINE BENTHIQUE SUBTIDAL

Dominique DAVOULT
Aline MIGNE
Station Marine de Wimereux

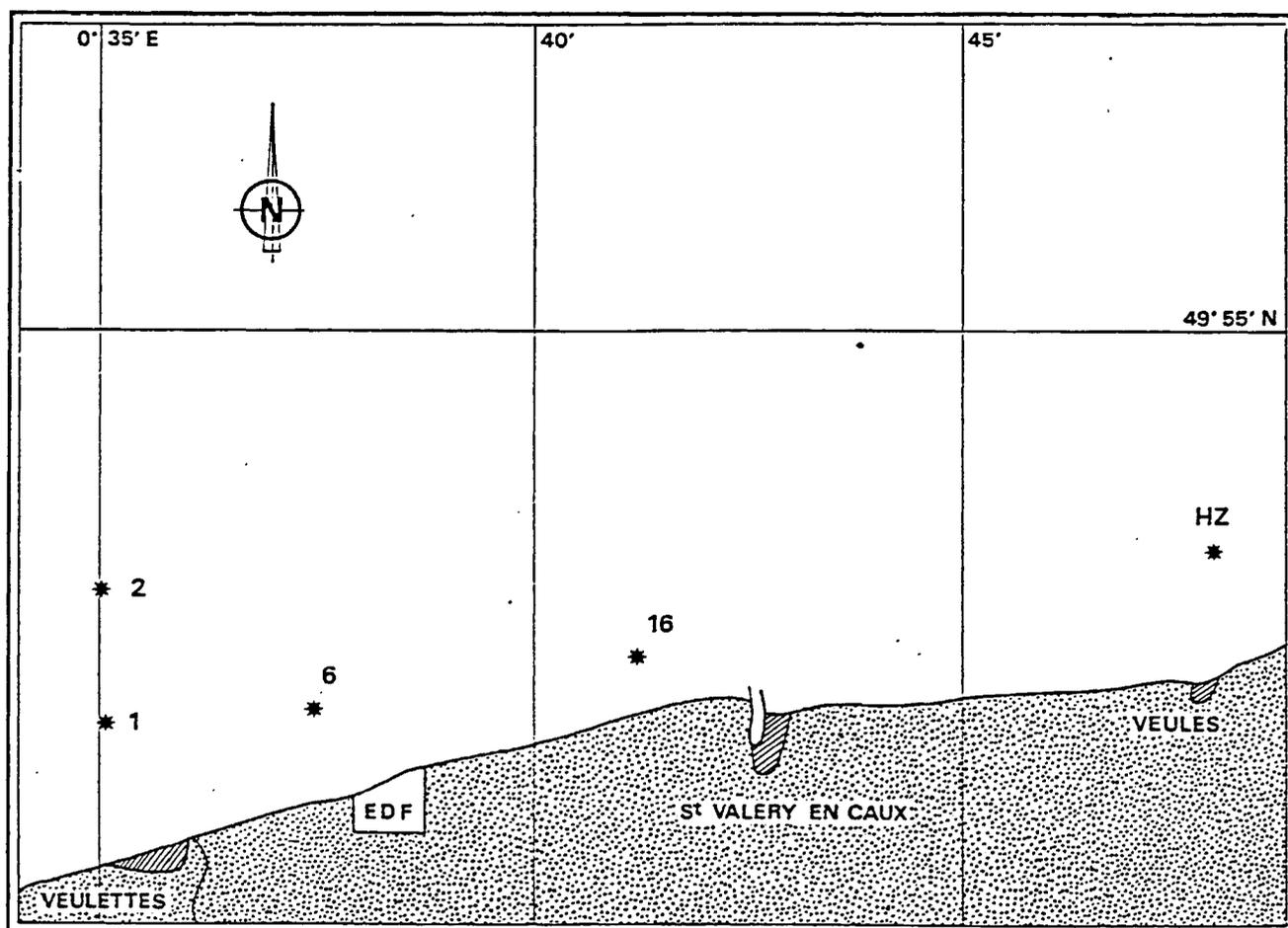


Fig 6.1 : Carte de répartition des stations d'échantillonnage

Dates	Stations échantillonnées
mai 1995	1, 2, 6, 16 et H.Z
septembre 1995	1 et 6
janvier 1996	1, 2, 6, 16 et H.Z
février 1996	6

Tableau 6.1 : Calendrier des campagnes 1995/1996

6.1 - INTRODUCTION

L'étude biosédimentaire des fonds marins situés à proximité du site de la centrale nucléaire de Paluel est menée depuis 1977.

Cette étude a mis en évidence trois peuplements macrobenthiques (Dewarumez & Menu, 1985):

- Le peuplement des cailloutis à épibiose sessile
- Le peuplement des sables hétérogènes
- La moulière à *Mytilus edulis*

Au début du suivi, ces peuplements ont montré une grande stabilité spatio-temporelle. De 1977 à 1983, 30 stations ont été échantillonnées chaque année. En 1984, une nouvelle stratégie a vu le jour, limitant le nombre de stations échantillonnées à 7, des réplicats (4) effectués à certaines de ces stations permettant de vérifier la stabilité et l'homogénéité de ces peuplements. Cette stratégie a été mise en oeuvre en 1984, 1985, 1986, 1988 et 1990.

En 1992, à notre demande, compte-tenu de la forte homogénéité des réplicats depuis 1984, de la stabilité de la zone du large (cailloutis de la station 29, cf. Davout, 1990) et des fortes variations constatées à certaines stations côtières (moulière), le protocole de prélèvement a été modifié. Le suivi a maintenant lieu chaque année, ceci afin de mieux comprendre les fluctuations quelquefois importantes observées au niveau de la moulière ; les réplicats ont été supprimés ; la station du large (29) a également été supprimée, de même que la station côtière 27, intermédiaire entre la station 16 et la station témoin H.Z. (hors zone). Cinq stations (Fig. VI.1) sont donc échantillonnées au printemps et en automne:

- la station 1, représentative des fluctuations de la moulière (49°52'10 N, 0°35'20 E),
- la station 2, située sur les cailloutis du large et quelquefois soumise par le passé aux importants recrutements de *Mytilus edulis* (49°53'10 N, 0°35'10 E),
- la station 6, qui constituait une transition entre la moulière et les sables hétérogènes situés plus à l'est (49°52'60 N, 0°37'50 E),
- la station 16, caractéristique des sables hétérogènes et située à proximité de la centrale (49°52'60 N, 0°41'20 E),
- la station H.Z. (hors zone), enfin, considérée comme station témoin de la zone côtière (49°53'70 N, 0°46'80 E).

Des prélèvements supplémentaires sont effectués en été et en hiver aux stations 1 et 6 afin de mieux cerner d'éventuelles fluctuations importantes du recrutement des espèces dominantes passées (*Mytilus edulis*) et actuelles (Tuniciers).

Cependant, cette année, un certain nombre de difficultés a empêché le déroulement des opérations selon la procédure prévue ; en particulier, le navire habituellement utilisé pour réaliser l'échantillonnage a coulé, il a été difficile de trouver rapidement un autre bateau. Cela et quelques problèmes météo n'ont pas permis de respecter exactement les périodes de prélèvement initialement prévues (cf. calendrier, tableau 6-1). Le prélèvement à la station 1 n'a pu être réalisé à la station 1 en raison de la perte de la drague.

6.2 - METHODOLOGIE

6.2.1 - Travail à la mer

Les prélèvements sont réalisés à la drague Rallier du Baty et sont donc *a priori* qualitatifs. Toutefois, l'efficacité de ce type d'engin permet de comparer les abondances relatives obtenues. Les abondances absolues données à titre indicatif en annexe sont rapportées à un volume prélevé d'environ 30 litres, considéré en Manche comme nécessaire pour obtenir un échantillon représentatif du peuplement étudié.

Le sédiment prélevé est tamisé successivement sur des mailles de 10 et 1 mm de diamètre et les refus de tamis sont fixés au formol salé (dilution à 10 %).

Un échantillon de sédiment est conservé afin de réaliser une analyse granulométrique.

6.2.2 - Travail au laboratoire

6.2.2.1 - Analyse granulométrique

Le sédiment est d'abord rincé à l'eau douce afin d'éliminer le sel qui provoque l'aggrégation des particules les plus fines. Les pélites sont séparées en milieu liquide lorsqu'elles sont abondantes.

Le sédiment est ensuite séché à l'étuve à 110°C pendant 24 à 48 heures, puis tamisé à l'aide d'une tamiseuse ROTOLAB équipée de tamis à mailles carrées de type AFNOR.

Chaque refus de tamis est pesé à 0,01 gramme près. les résultats sont ensuite regroupés en suivant la classification granulométrique suivante:

> 20 mm	Cailloutis (C)
de 5 à 20 mm	Graviers grossiers (GG)
de 2 à 5 mm	Graviers fins (GF)
de 0,5 à 2 mm	Sables grossiers (SG)
de 0,2 à 0,5 mm	Sables moyens (SM)
de 0,05 à 0,2 mm	Sables fins (SF)
< 0,05 mm	Pélites (P)

Les résultats sont présentés sous forme d'histogrammes de fréquences pondérales.

6.2.2.2 - Etude de la macrofaune

Les refus de tamis sont triés à vue par la méthode d'agitation-flottation, les organismes ayant été préalablement colorés au rose bengale.

La détermination des animaux s'effectue à la loupe binoculaire et au microscope. Les principaux ouvrages utilisés sont les suivants:

- P. Fauvel, Faune de France, 5: Annélides Polychètes errantes
- P. Fauvel, Faune de France, 16: Annélides Polychètes sédentaires
- N. Tebble: Mollusques Bivalves
- R.J. Lincoln, British Museum: Amphipodes
- E.L. Bouvier, Faune de France, 37: Décapodes
- P. Koehler, Faune de France, 1: Echinodermes
- Synopses of the British Fauna: groupes divers
- Hayward P. & J. Ryland, Oxford Univ. Press: The marine fauna of the

british isles and north-west Europe

Des articles et tirés à part complètent ces ouvrages de systématique.

6.2.3 - **Traitement des données**

6.2.3.1 - Diversité, Régularité

Notre analyse s'effectue sur les fréquences relatives des espèces récoltées. L'indice de diversité de Shannon varie avec le nombre d'espèces et l'abondance relative de chacune d'elles:

$$H = - \sum_{i=1}^n P_i \cdot \log_2 P_i$$

n: nombre d'espèces

P_i : fréquence relative de l'espèce i dans le prélèvement

$P_i = N_i/N$

N_i = nombre d'individus de l'espèce i

N = Nombre total d'individus dans le prélèvement

Cet indice donne une information synthétique sur la richesse spécifique et l'équilibre du peuplement considéré. Toutefois, parce qu'il dépend à la fois du nombre d'espèces et de leurs abondances relatives, une faible valeur peut traduire deux situations différentes:

-soit le nombre d'espèces est faible

-soit le nombre d'espèces est élevé mais quelques espèces dominent fortement le peuplement.

Afin de nuancer l'information donnée par H, la régularité (ou Evenness) E, rapport de la diversité observée sur la diversité maximum, est calculée:

$$E = H / \log_2 N$$

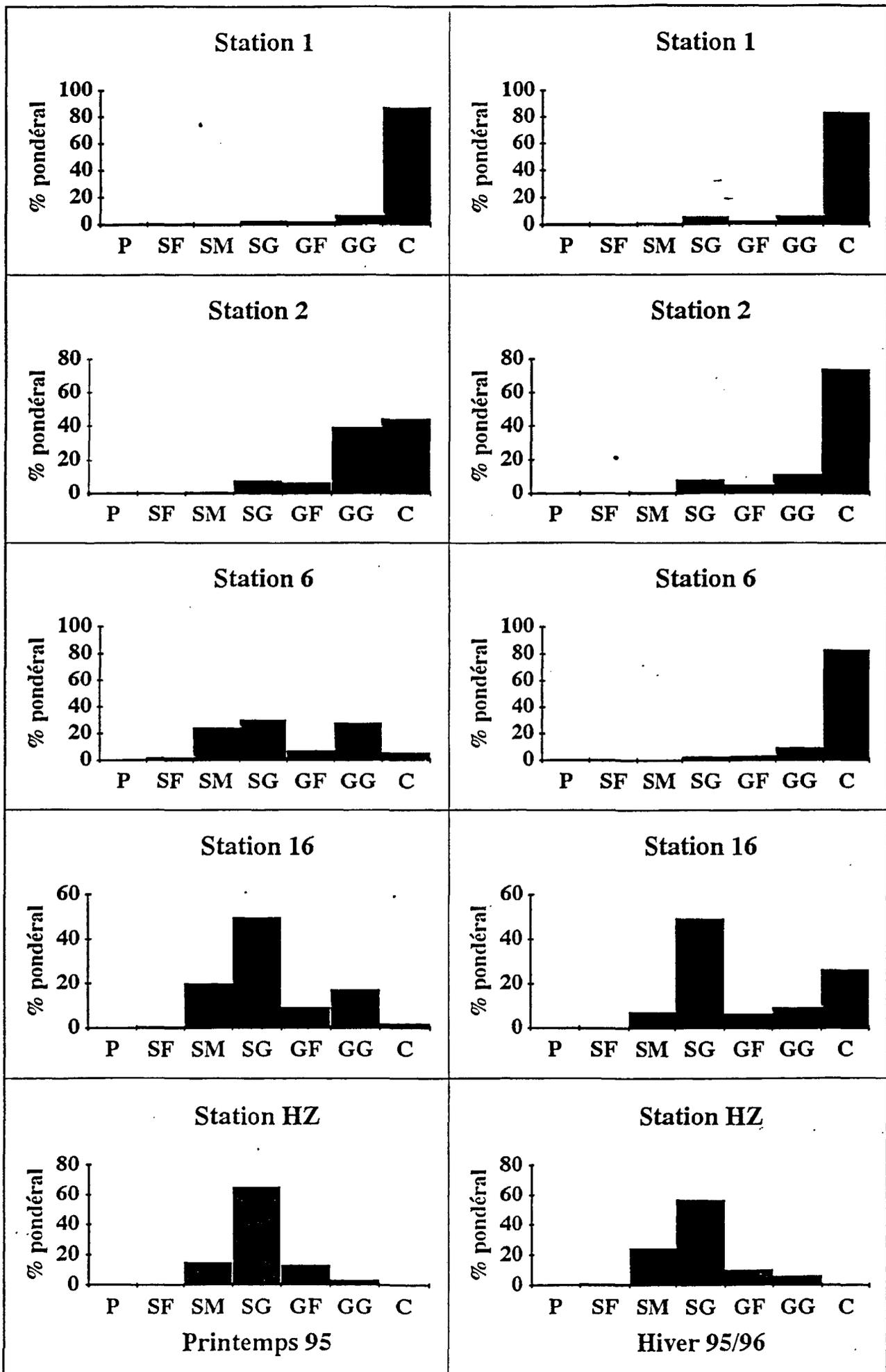


Fig 6.2 : Analyse granulométrique

6.2.3.2 - Diagrammes Rang-Fréquence

Les diagrammes Rang-Fréquence (DRF) donnent une représentation plus analytique des prélèvements que l'indice de diversité et accordent peu d'importance aux espèces rares qui interviennent peu dans la structure et la dynamique d'un peuplement. Ils permettent d'interpréter l'évolution temporelle des peuplements (Frontier, 1976 & 1985).

Le diagramme se construit en portant en abscisse les rangs des espèces par abondance décroissante et en ordonnée la fréquence relative des espèces dans le prélèvement, le tout en métrique logarithmique décimale.

6.3 - RESULTATS

6.3.1 - Analyse granulométrique (fig 6.2 ci-contre)

Dans l'ensemble, les résultats des analyses sont très proches au printemps et en hiver, sauf à la station 6.

Aux stations 1 et 2 (peuplement des cailloutis), les résultats confirment ceux des années précédentes (Davoult, 1992 & 1993, Davoult & Migné, 1994). Le sédiment est dominé par les cailloutis et les graviers grossiers. A la station 1, depuis 1990, l'absence de moules ne favorise pas une importante biodéposition, phénomène qui enrichit généralement le sédiment en particules fines (sables et pélites).

Le sédiment de la station 6 était dominé jusqu'en 1990 par les sables moyens (Bourgain *et al.*, 1988 ; Davoult, 1990). En 1992, la station 6 était caractérisée par un sédiment typique des fonds caillouteux (> 80 % du poids du sédiment) et en 1993 et 1994 par un sédiment hétérogène au printemps et plus grossier en automne ; cette année, le sédiment est toujours hétérogène au printemps, ce qui confirme la place de cette station au sein d'un gradient sédimentaire côtier, mais il n'est presque constitué que de cailloutis en hiver.

Le sédiment de la station 16, également hétérogène, est dominé par les sables moyens et grossiers (> 50 % du poids du sédiment), comme l'année précédente. Cependant, la proportion de graviers et cailloutis tend à augmenter, surtout en hiver (Tableau 6.3).

La station H.Z. présente un sédiment assez proche de celui des années précédentes, fortement dominé par les sables moyens et grossiers (> 80 % du poids du sédiment, Tableau 6.3).

L'évolution importante de la couverture sédimentaire du domaine côtier se poursuit: alors que le domaine des sables hétérogènes occupait jusqu'en 1990 toute la zone côtière à l'exception de la moulière située devant Veulettes (Fig. 6.1), la présence d'un gradient sédimentaire des cailloux de la stations 1 à l'ouest aux sables moyens de la station H.Z. à l'est se confirme depuis 1992. Celui-ci semblait stabilisé en 1994 mais, cette année, le sédiment apparaît plus grossier sur l'ensemble de la zone étudiée.

	P	SF	SM	SG	GF	GG	C
Station 1	0	0,1	0,2	3	2,2	7,1	87,5
Station 2	0	0,1	1,1	7,9	6,9	39,4	44,6
Station 6	0,1	2,4	24,8	30,7	7,6	28,4	6
Station 16	0	0,9	20,1	49,9	9,6	17,5	2,1
Station H.Z	0	0,4	15,6	65,7	13,9	4,1	0,3

Tableau 6.2 : Analyses granulométriques - Fréquences pondérales (Printemps 1995)

	P	SF	SM	SG	GF	GG	C
Station 1	0,1	0,4	1,1	6,1	2,5	6,5	83,4
Station 2	0,1	0,3	0,7	8,3	5,4	11,5	73,8
Station 6	0,1	0,3	0,2	2,9	3,7	9,8	83
Station 16	0,1	0,4	7,3	49,6	6,8	9,4	26,4
Station H.Z	0,1	1,3	24,6	57,1	10,6	6,3	0

Tableau 6.2 : Analyses granulométriques - Fréquences pondérales (Hiver 1995/1996))

6.3.2 - Analyse faunistique

6.3.2.1 - Résultats globaux

97 taxons différents d'épifaune sessile et vagile et d'endofaune ont été identifiés, se répartissant comme suit:

Spongiaires: 5 espèces
Cnidaires: 10 espèces
Némertes: 1 espèce
Annélides: 25 espèces
Sipunculien: 1 espèce
Mollusques: 9 espèces
Bryozoaires: 11 espèces
Cirripèdes: 2 espèces
Amphipodes: 6 espèces
Mysidacés: 1 espèce
Décapodes: 16 espèces
Echinodermes: 3 espèces
Tuniciers: 5 espèces
Céphalocordé: 1 espèce
Poissons: 1 espèce

Le nombre d'espèces récoltées est légèrement inférieur à celui de 1992 (115 espèces) et 1993 (113 espèces) et 1994 (111 espèces) ; il reste très inférieur à celui des années précédentes: 157 en 1990 et 204 en 1988. Il y a donc une forte stabilité du nombre d'espèces récoltées depuis la mise en place de la nouvelle stratégie de surveillance. La diminution importante enregistrée depuis 1992 est due à la fois à la suppression de la station 29 (diminution de la diversité spécifique mesurée dans le peuplement des cailloutis, en particulier de celle des Amphipodes) et à la disparition de la moulière à la station 1, ce qui a provoqué une diminution de la diversité spécifique par modification du milieu au détriment de la petite endofaune annélide, notamment.

Comme en 1993 et 1994, la dominance des différents groupes zoologiques s'est modifiée quelque peu au profit des espèces de substrat dur (Cnidaires et Bryozoaires) abondants notamment à la station 1 depuis la disparition de la moulière: les Annélides dominent toujours (25,8 %), suivis par les Crustacés décapodes (16,5 %), les Bryozoaires (11,3 %), les Cnidaires (10,3 %), les Mollusques (9,3 %) et les Amphipodes (6,2 %).

2 espèces nouvelles pour la zone ont été identifiées:

Spongiaire: *Suberites ficus*
Mollusque bivalve: *Anomia ephippium*

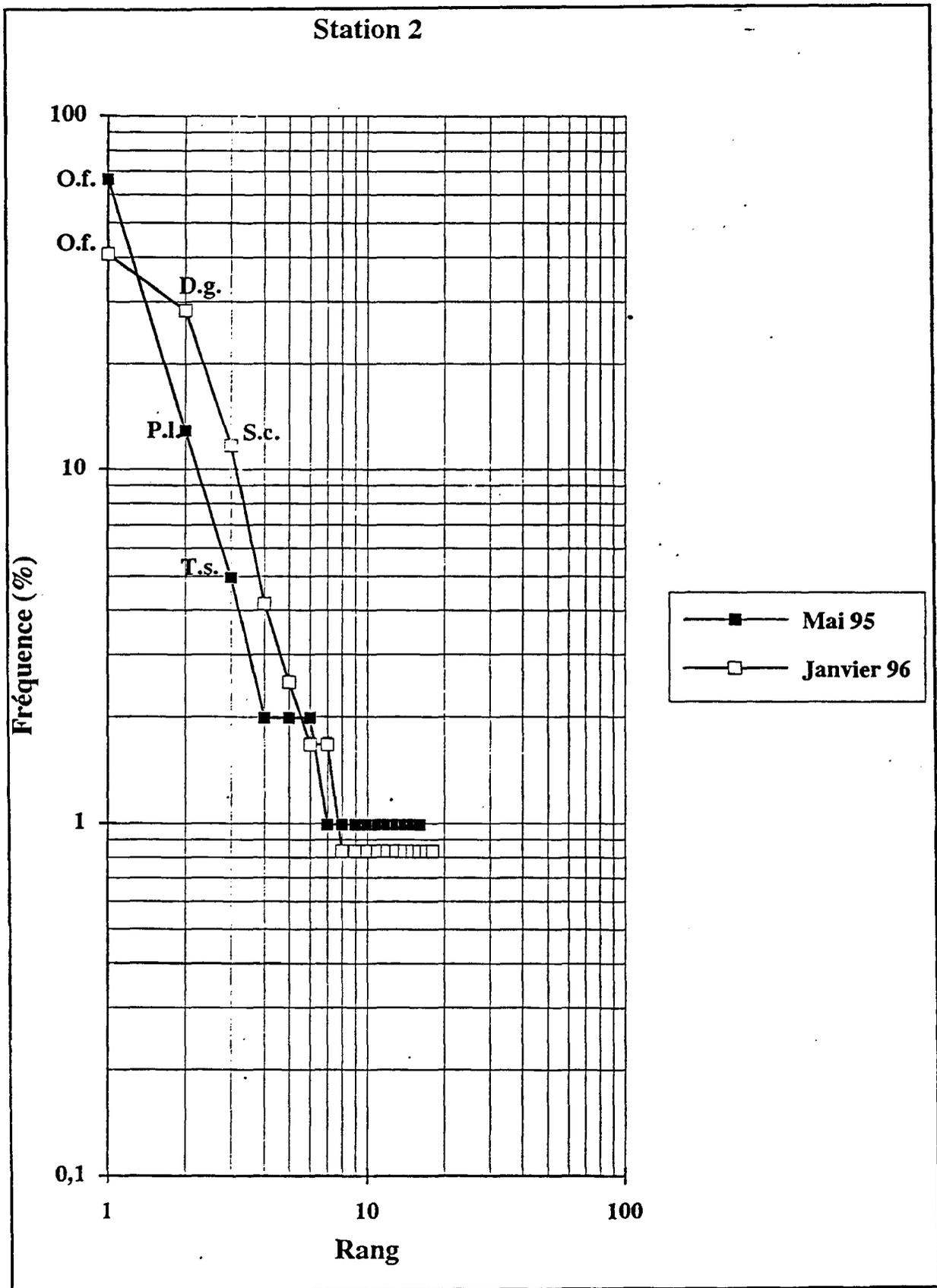


Fig 6.3 : DRF de la station 2

6.3.2.2 - Peuplement des cailloutis

Depuis 1992, les stations 1, 2 et 6 appartiennent à ce peuplement. Deux faciès sont toutefois présents:

-un faciès du large visible à la station 2, caractérisé notamment par la forte dominance de l'ophiure *Ophiothrix fragilis*. Ce faciès apparaît très stable, les quatre espèces dominantes représentent toujours plus de 80 % des individus récoltés et sont caractéristiques de ce peuplement (*O. fragilis*, *Pisidia longicornis*, *Dendrodoa grossularia*, *Psammechinus miliaris*, *Styela clava* ou *Thelepus setosus* selon les campagnes). Cette année, on retrouve ces espèces dominantes, à l'exception de *Psammechinus miliaris*, présent en plus faible abondance. Les DRF sont rectilignes et typiques de ce peuplement (Fig. 6.4). L'indice de diversité de Shannon (tableau 6.4) est moyen et stable de même que la régularité (0,5 et 0,61), ce qui confirme le déséquilibre de la distribution d'abondance.

Stations	Nb d'espèces	Nb d'individus	H	E
Mai 1995				
1	29	99	3,7	0,8
2	23	101	2	0,5
6	16	38	3,5	0,92
16	9	8	2,8	0,98
H.Z	8	9	2,9	0,98
Septembre 1995				
1	25	104	2,2	0,62
6	26	72	2,8	0,72
Janvier 1996				
1	38	137	3,3	0,69
2	34	120	2,6	0,61
6	34	96	3,5	0,81
16	27	110	2	0,5
H.Z	5	8	2,2	0,93
Février 1996				
6	30	159	2,5	0,61

Tableau 6.4 : Nombre d'espèces, d'individus, diversité et régularité des prélèvements

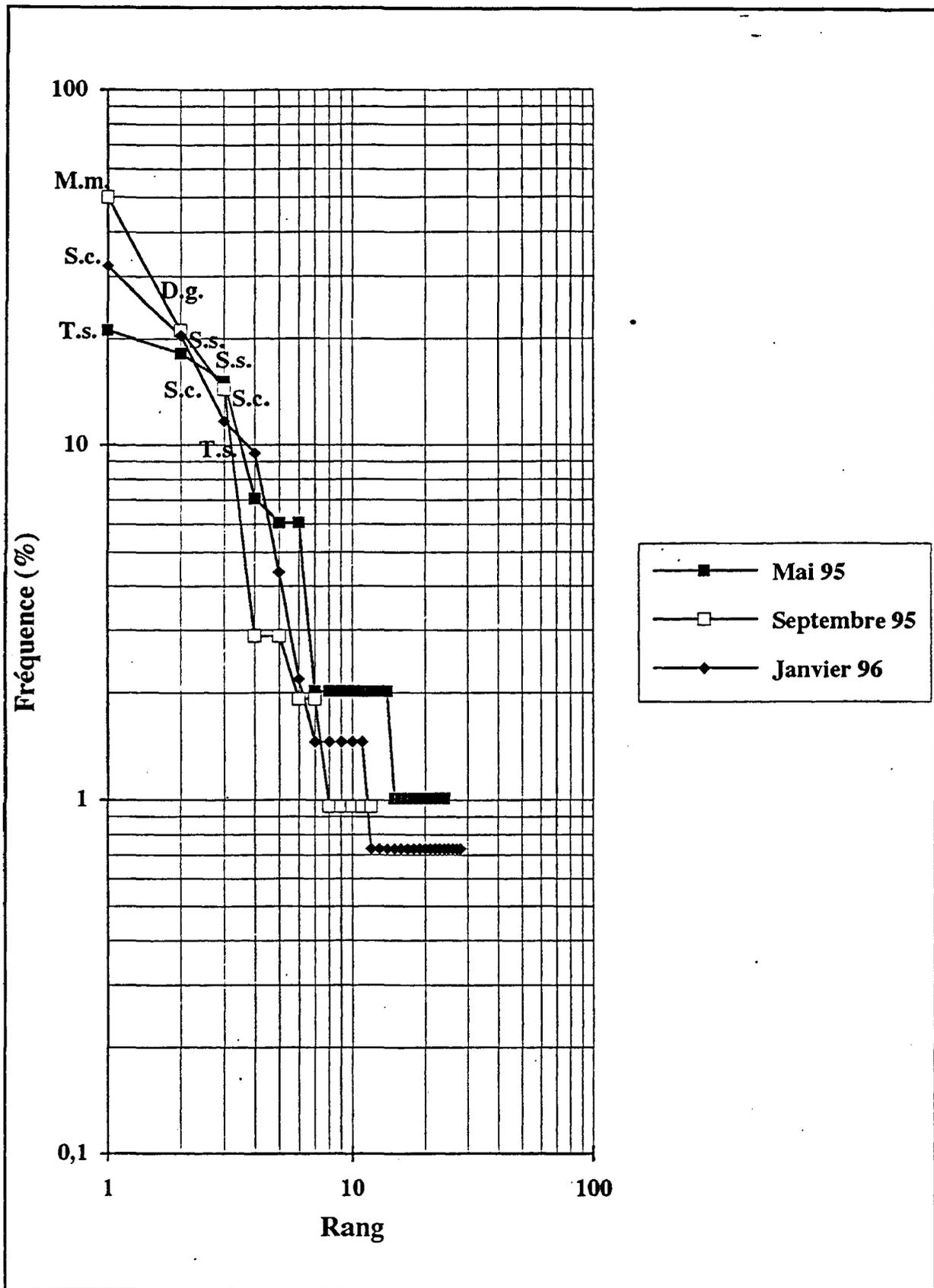


Fig 6.4 : DRF de la station 1

-un faciès côtier (stations 1 et 6) dominé par les Tuniciers *Molgula manhattensis* (3 prélèvements sur 4 à la station 6), *Styela clava*, *Dendrodoa grossularia* et *Ascidia mentula*, ainsi que par les Annélides tubicoles *Thelepus setosus* et *Sabellaria spinulosa* (cette dernière, déjà présente les années précédentes, devient abondante aux deux stations.). Les DRF (Fig. 6.4 & 6.5) sont moins rectilignes que ceux de la station 2 mais ils montrent néanmoins la dominance d'un faible nombre d'espèces (4 ou 5). Depuis 1992, les Tuniciers ont pris la niche de *Mytilus edulis* dans le peuplement, tant du point de vue de l'occupation de l'espace que du point de vue trophique (espèces filtreuses). Ce basculement de structure est maintenant établi et stable depuis 4 ans. Cependant, la dominance des Tuniciers dans le peuplement reste inférieure à ce qu'était celle des moules il y a quelques années. Leur impact sur le milieu est également différent: la moulière induisait une forte biodéposition qui rendait le sédiment plus hétérogène et favorisait la présence d'une endofaune, notamment annélidienne, non négligeable, ce qui n'est plus le cas comme le montrent à la fois l'analyse granulométrique (Fig. 6.2) et le cortège faunistique (annexe).

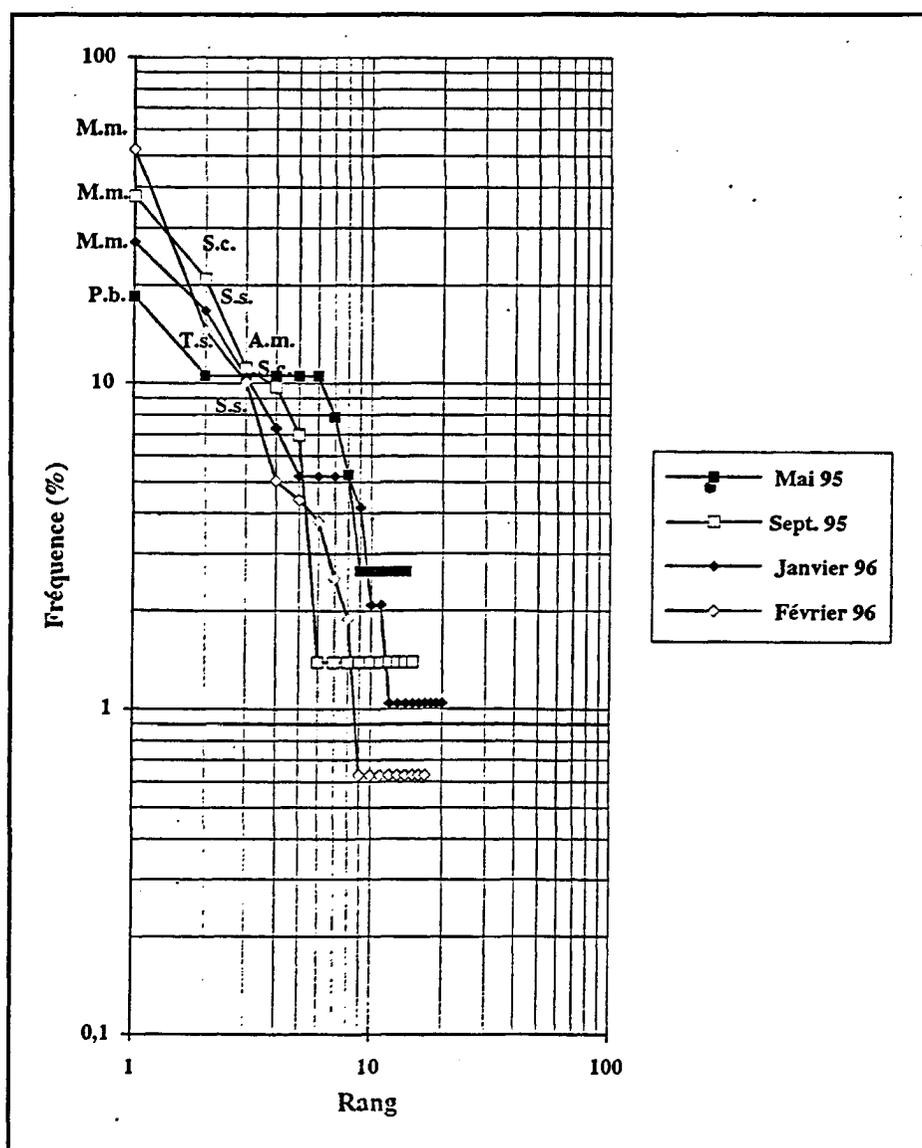


Fig 6.5 : DRF de la station 6

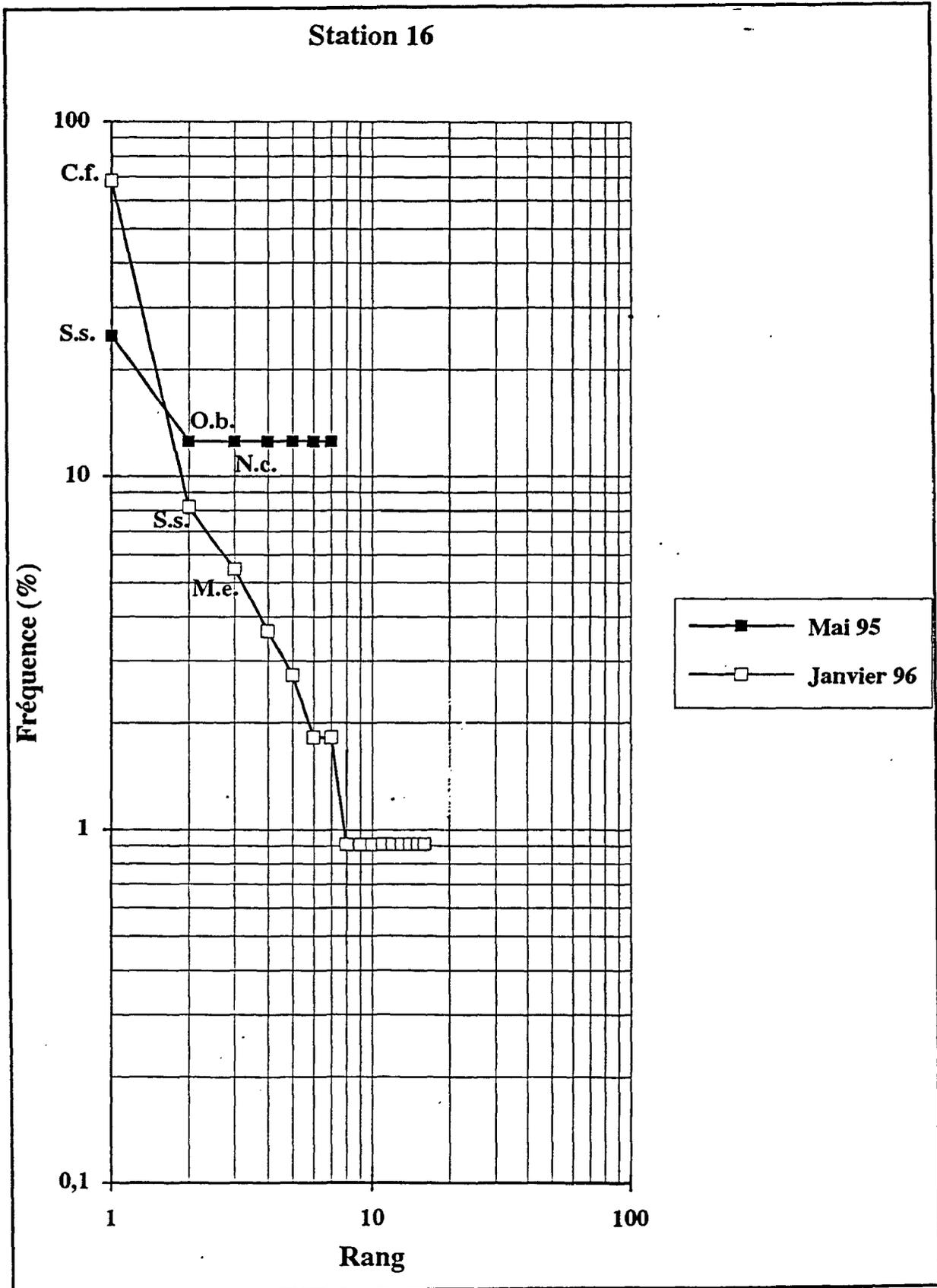


Fig 6.6 : DRF de la station 16

6.3.2.3 - Peuplement des sables hétérogènes

L'analyse faunistique de la station 16 met en évidence au printemps la co-dominance d'espèces typiquement sabulicoles (*Ophelia borealis*, *Nephtys cirrosa*) et d'espèces de sédiments grossiers (*Sabellaria spinulosa*). En janvier 1996, toutes les espèces dominantes sont issues des fonds grossiers (Fig.6.6): on trouve notamment quelques moules adultes (> 2 cm) et des crépidules. Ce résultat surprenant est toutefois cohérent avec la granulométrie du sédiment (Fig.6.2). Les DRF sont très différents lors des 2 prélèvements et complètement atypiques (Fig. 6.6), le nombre d'espèces récoltées est très variable, de même que la régularité (tableau 6-4).

La station H.Z. est caractéristique du peuplement: le nombre d'espèces récoltées est faible (8 et 5), les espèces dominantes sont sabulicoles (*Urothoe brevicornis* et *Ophelia borealis*). Le céphalocordé *Amphioxus lanceolatus*, caractéristique des sédiments graveleux (peuplement de la gravelle à *Amphioxus*), est présent dans les deux prélèvements ; toutefois, le cortège spécifique reste bien caractéristique des sables hétérogènes. On retrouve les mêmes tendances que les années précédentes, mais le nombre d'espèces récolté est trop faible pour une comparaison ainsi que pour une interprétation des DRF (Fig. 6.7).

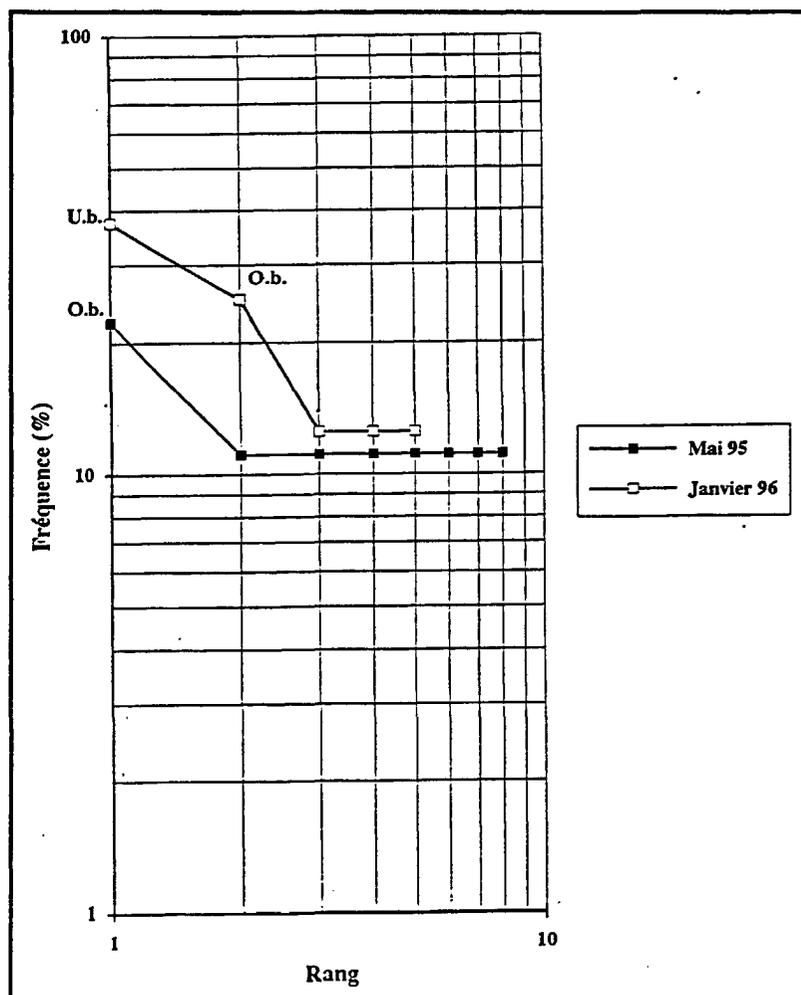


Fig 6.7 : DRF de la station H.Z

Les résultats de 1995 confirment l'évolution de la zone côtière depuis la disparition de la moulière, à savoir la présence d'un gradient fortement marqué des cailloutis de l'ouest (station 1) aux sables hétérogènes de l'est (station H.Z.) ; au sein de ce gradient, les stations 6 et 16 évoluent vers un sédiment plus grossier que précédemment. La disparition de la moulière peut expliquer en partie la variation granulométrique observée à ces stations dans la mesure où celle-ci devait fortement diminuer les courants de marée de fond pendant les périodes de flot au profit de la partie est de la zone côtière. De tels effets ont déjà été observés au sonar latéral qui a permis de mettre en évidence des trainées sableuses d'environ 2 milles de long dans le prolongement d'une épave, à l'abri du courant de flot (Augris *et al.*, 1987). Les fonds côtiers évoluent vers une structure constituée d'un soubassement dur (calcaire et lit de silex) recouvert d'une faible épaisseur de sédiment grossier. Le gradient ouest-est reste visible mais seule la station H.Z. gardent des caractéristiques marquées de sables hétérogènes.

6.4 - CONCLUSION

Le peuplement des cailloutis, situé au large de la zone étudiée et représenté dans l'étude par la station 2, semble toujours stable ; il est dominé comme les années précédentes par les mêmes espèces (*Ophiothrix fragilis*, *Pisidia longicornis*, *Thelepus setosus*, *Styela clava*).

Dans la partie côtière de la zone étudiée, la disparition de la moulière à *Mytilus edulis* perdure, ainsi que son remplacement par des Tuniciers, en particulier *Molgula manhattensis* et *Styela clava*. Le sédiment grossier de cette partie (stations 1 et 6) abrite de façon stable depuis 1990 un faciès côtier du peuplement des cailloutis à épibiose sessile, moins diversifié que ne l'était la moulière: il y a donc eu basculement brutal d'une situation stable à l'échelle de quelques années (la moulière) à une autre situation stable, le faciès côtier de cailloutis dominé par les Tuniciers. La transition avec les sables hétérogènes est sensible au niveau de la station 16 (coexistence d'espèces de fonds grossiers et d'espèces sabulicoles), comme cela était déjà apparu depuis 1993 et seul le cortège spécifique de la station H.Z. reste toute l'année typique du peuplement des sables hétérogènes.

Comme nous le signalions dès 1992, sauf information particulière que nous ne possédons pas, ce changement de couverture sédimentaire peut *a priori* être imputé à des causes naturelles mal définies, peut-être en partie liées à la disparition de la moulière de Veulettes qui pourrait avoir modifié les courants de fond et la sédimentation qui leur est associée. L'évolution encore sensible cette année vers des sédiments plus grossiers semble confirmer le rôle des courants de marée susceptibles, en l'absence de moulière, de provoquer un granulo-classement plus marqué.

La nouvelle répartition spatio-temporelle des stations de prélèvement paraît bien adaptée à un suivi bi-annuel, complété de prélèvements intermédiaires aux stations 1 et 6, jusque là les plus variables, recentré sur la zone côtière proche de la centrale, en permettant le cas échéant de lier d'éventuelles fluctuations globales des peuplements benthiques à la variabilité spatio-temporelle du recrutement de certaines espèces (*Mytilus edulis*, *Molgula manhattensis*, *Styela clava*). Le suivi de la station 2 paraît suffisant pour vérifier la stabilité interannuelle de la zone située plus au large.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

AUGRIS C., CLABAUT P., DEWEZ S. & J.P. AUFFRET, 1987. Carte des sédiments superficiels au large de Boulogne-sur-Mer. Ifremer-U.S.T.Lille-Région Nord/Pas de Calais (Eds), 32p. + 2 cartes couleur.

BOURGAIN J.L., DAVOULT D. & J.M. DEWARUMEZ, 1988. Le domaine benthique subtidal, in: Surveillance écologique et halieutique, site de Paluel, année 1988. Rapport Ifremer: 57-87.

DAVOULT D., 1990. Le domaine benthique subtidal, in: Surveillance écologique et halieuthique, site de Paluel, année 1990. Rapport Ifremer: 59-81.

DAVOULT D., 1992. Le domaine benthique subtidal, in: Surveillance écologique et halieutique, site de Paluel, année 1992. Rapport Ifremer.

DAVOULT D., 1993. Le domaine benthique subtidal, in: Surveillance écologique et halieutique, site de Paluel, année 1993. Rapport Ifremer.

DAVOULT D. & A. MIGNÉ, 1994. Le domaine benthique subtidal, in: Surveillance écologique et halieutique, site de Paluel, année 1994. Rapport Ifremer.

DEWARUMEZ J.M. & D. MENU, 1985. Etude de surveillance écologique du site de Paluel, rapport de synthèse, 1978 à 1981. Rapport Ifremer.

FRONTIER S., 1976. Utilisation des diagrammes Rang-Fréquence dans l'analyse des écosystèmes. J.Rech.Océanogr., 1 (3): 36-48.

FRONTIER S., 1985. Diversity and structure in aquatic ecosystems. Oceanogr. Mar. Ann. Rev., 23: 253-312.

Espèces	Stations	Printemps 1995					Été 1995		Hiver 1995/96 -					Février
		1	2	6	16	HZ	1	6	1	2	6	16	HZ	6
Spongiaires														
<i>Sycon ciliatum</i>					+						+			
<i>Leucosolenia botryoides</i>						+			+	+				+
<i>Dysidea fragilis</i>									+					
<i>Suberites ficus</i>									+					
<i>Ciocalypta penicillus</i>		+												
Cnidaires														
<i>Tubularia indivisa</i>						+	+				+			+
<i>Grammaria serpens</i>									+					+
<i>Abietinaria abietina</i>			+						+					
<i>Sertularia cupressina</i>		+					+			+	+			+
<i>Hydrallmania falcata</i>							+							
<i>Alcyonium digitatum</i>									1					
<i>Cerianthus lloydii</i>										1	1			
<i>Urticina felina</i>		2	1				1	2		1				
<i>Sagartia elegans</i>										1				
Actiniaires sp										1				1
Némertes spp.					1				1					
Annélides														
<i>Laonice cirrata</i>		1												
<i>Cirratulus cirratus</i>					1									
<i>Notomastus latericeus</i>														1
<i>Ophelia borealis</i>					1	2								2
<i>Anaitides maculata</i>												1		
<i>Lepidonotus squamatus</i>		7	2	1			2	1	3	5				1
<i>Polynoe scolopendrina</i>		1		1				3						1
<i>Harmothoe glabra</i>														
<i>Harmothoe lunulata</i>		1												
<i>Sthenelais boa</i>		2		4			1	2		1	2			8
<i>Pholoe minuta</i>								1						1
<i>Glycera lapidum</i>						1								
<i>Nephtys cirrosa</i>					1	1								
<i>Nephtys caeca</i>			1											
<i>Marphysa sanguinea</i>			1											1
<i>Lumbrineris gracilis</i>			1											
<i>Owenia fusiformis</i>							1							
<i>Sabellaria spinulosa</i>		15		3	2			28	1	16	9			16
<i>Pectinaria koreni</i>										1				1
<i>Ampharete grubei</i>		1												
<i>Amphicteis gunneri</i>														3
<i>Lanice conchilega</i>		2				1								
<i>Thelepus setosus</i>		21	5	4			1	1	16	5	7	3		23
<i>Jasmineira elegans</i>		1								2				
<i>Pomatoceros triqueter</i>		+	+	+			+	+	+	+	+	+		+

Paluel - Année 1995 - Rapport final

Espèces	Stations	Printemps 1995					Eté 1995		Hiver 1995/96-					Février
		1	2	6	16	HZ	1	6	1	2	6	16	HZ	6
Sipunculien														
<i>Golfingia elongata</i>							1							
Mollusques														
<i>Diodora apertura</i>								1						
<i>Calliostoma zizyphinum</i>								1	1					
<i>Crepidula fornicata</i>							1	7	2		4	75		4
<i>Buccinum undatum</i>		2					1							
<i>Anomia ephippium</i>								1						
<i>Mytilus edulis</i>									1			6		
<i>Musculus discors</i>		1												
<i>Chlamys varia</i>									1					
<i>Spisula solida</i>				1	1							1	1	
Bryozoaires														
<i>Disporella hispida</i>			+											
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>					+		+	+		+	+	+		+
<i>Conopeum reticulum</i>							+	+	+		+	+		+
<i>Electra pilosa</i>			+				+	+	+	+	+	+		
<i>Bicellariella ciliata</i>		+					+	+		+	+	+		
<i>Cellepora pumicosa</i>			+				+		+	+	+	+		
<i>Tubulipora sp.</i>		+					+	+	+	+	+			+
<i>Schizomavella auriculata</i>							+		+	+	+			+
<i>Escharella immersa</i>							+		+	+		+		+
<i>Amphiblestrum flemingii</i>							+	+	+	+		+		+
<i>Flustra foliacea</i>		+							+					
Cirripèdes														
<i>Balanus crenatus</i>				+				+		+	+	+		+
<i>Verruca stroemia</i>		+					+		+	+	+	+		+
Amphipodes														
<i>Orchomene nana</i>			1											
<i>Sthenothoe marina</i>									1					
<i>Urothoe brevicornis</i>													3	
<i>Ampelisca spinipes</i>				2										
<i>Corophium sextonae</i>									1					
<i>Monoculodes carinatus</i>						1								
Mysidacés														
<i>Gastrosaccus spinifer</i>				1	1									
Décapodes														
<i>Eualus pusiolus</i>		6	1	4							5			
<i>Pandalina brevirostris</i>		1	1	7			2	5			5			1
<i>Pandalus montagui</i>								1						
<i>Galathea squamifera</i>							3	1			1			
<i>Galathea intermedia</i>			1						1	1	1			
<i>Pisidia longicornis</i>		6	13	4				1	13			1		
<i>Pagurus bernhardus</i>			1									1		
<i>Anapagurus hyndmanni</i>		2	1						1	2	2			
<i>Ebalia tunefacta</i>							1							

Espèces Stations	Printemps 1995					Eté 1995		Hiver 1995/96					Février
	1	2	6	16	HZ	1	6	1	2	6	16	HZ	6
<i>Liocarcinus puber</i>							1	1				1	
<i>Liocarcinus pusillus</i>		1						1					
<i>Pilumnus hirtellus</i>	1							2	1				
<i>Hyas coarctatus</i>								1					
<i>Macropodia rostrata</i>								1					
<i>Inachus phalangium</i>						1							
<i>Eurynome aspera</i>											1		
Échinodermes													
<i>Asterias rubens</i>	2							1	1	1			1
<i>Ophiothrix fragilis</i>		67							49				
<i>Psammechinus miliaris</i>	2	2						1	2		2		
Tuniciers													
<i>Ascidia mentula</i>	2					3	8	2	1		4		
<i>Styela clava</i>	18					15	15	44	1	10	1		7
<i>Styela coriacea</i>	2							1	14				
<i>Dendrodoa grossularia</i>						22		6	34	5			6
<i>Molgula manhattensis</i>	1		4			52	27	1	1	26	1		83
Céphalocordé													
<i>Amphioxus lanceolatus</i>				1	1							1	
Poisson													
<i>Ammodytes tobianus</i>	1		1		1							1	

CHAPITRE 7

DOMAINE BENTHIQUE INTERTIDAL

**Alain et Ingrid RICHARD
Station marine de Wimereux**

SOMMAIRE

7.1. INTRODUCTION	79
7.2. ETUDE DE LA POPULATION D' <i>IDOTEA GRANULOSA</i>	79
7.2.1. METHODOLOGIE	79
7.2.1.1. Prélèvement	79
7.2.1.2. Mesures des <i>Idotea granulosa</i>	81
7.2.1.3. Etude de la population d' <i>Idotea granulosa</i>	81
7.2.1.3.1. Mâles	81
7.2.1.3.2. Femelles	81
7.2.2. RAPPELS SUR L'ECOLOGIE ET LA BIOLOGIE D' <i>IDOTEA GRANULOSA</i>	81
7.2.3. VARIATION DE LA DENSITE D'ALGUES ET D' <i>IDOTEA GRANULOSA</i>	83
7.2.3.1. Densité d'algues	85
7.2.3.1.1. St Valéry-en-Caux	85
7.2.3.1.2. Veulettes	85
7.2.3.2. Densité d' <i>Idotea granulosa</i>	87
7.2.3.2.1. St Valéry-en-Caux	87
7.2.3.2.2. Veulettes	87
7.2.3.2.3. Discussion sur les densités d' <i>Idotea granulosa</i> des différents sites	87
7.2.4. VARIATION DES TAILLES D' <i>IDOTEA GRANULOSA</i>	89
7.2.5. VARIATION DU SEX-RATIO	95
7.3. CONCLUSION.....	97
BIBLIOGRAPHIE	99

7.1. INTRODUCTION

La zone intertidale située à proximité de la Centrale Nucléaire de PALUEL fait l'objet d'un suivi écologique depuis 1973.

La dynamique de la population d'*Idotea granulosa* est étudiée, chaque année, au niveau de deux stations jouxtant la Centrale:

- l'une est située au Nord-Est de la centrale, à l'Ouest de St Valéry-en-Caux,
- l'autre est en amont de la centrale par rapport au sens de la dérive des masses d'eau, à environ un kilomètre au Nord-Est de Veulettes. Elle a été choisie, en accord avec EDF, comme station " témoin " car située dans une zone " hors impact ".

De plus, comme en 1994, nous avons prospecté un " nouveau site " à St Valéry, situé plus en amont de la radiale de référence, à l'Ouest de l'exutoire de l'émissaire des eaux pluviales.

Cette année 1995, les prélèvements ont été effectués pendant la période estivale qui correspond à la période de recrutement maximal de l'espèce *Idotea granulosa* : le 05 juillet, le 01 août et le 13 septembre 1995.

7.2. ETUDE DE LA POPULATION D'*IDOTEA GRANULOSA*

7.2.1. METHODOLOGIE

7.2.1.1. Prélèvement

Le prélèvement consiste en un grattage de substrat au niveau de la ceinture algale à *Fucus* (zone d'abondance maximale de l'espèce *Idotea granulosa*) sur une surface de 50 cm x 50 cm, délimitée à l'aide d'un quadrat souple formé de quatre équerres métalliques, reliées par des cordes de nylon.

Les échantillons prélevés sont ensuite fixés au formol salé à 10%. La séparation des algues et des *Idotea granulosa* est effectuée par brassage et flottaison.

Au niveau de la station "témoin", à Veulettes, nous avons réalisé, conformément aux années antérieures, 16 prélèvements de 0,25 mètre carré dans les couvertures de Fucacées: 8 dans la ceinture à *Fucus vesiculosus* et 8 dans celle des *Fucus serratus*.

Au niveau de la radiale de "référence" de St Valéry, prospectée depuis 1973, nous avons effectué 8 prélèvements dans la ceinture à *Fucus vesiculosus*, où l'on trouve préférentiellement l'espèce *Idotea granulosa*.

Sur le "nouveau site", situé plus à l'Ouest de St Valéry, 4 prélèvements de 0,25 mètre carré ont été réalisés dans les *Fucus* vésiculeux pour permettre une comparaison des densités d'Idotées sur ce site et sur celui de la radiale de "référence".

7.2.1.2. Mesures des *Idotea granulosa*

Les individus sont mesurés à 0,1 mm près, au micromètre oculaire, à la loupe binoculaire. La longueur de l'idotée est prise de la base des antennes à l'extrémité du telson.

Pour chaque échantillon, les algues sont pesées après dessiccation à l'étuve à 50° C.

7.2.1.3. Etude de la population d' *Idotea granulosa*

Les individus sont classés en 9 catégories selon leur sexe et leur degré de différenciation sexuelle.

7.2.1.3.1. Mâles

Les mâles sont aisément reconnaissables grâce à la présence d'un pénis bifide. Chez les individus de petite taille, la détermination est rendue plus aisée par la présence de l'appendix masculina situé à la face interne du deuxième pléopode.

On distingue chez les mâles selon le degré de maturation sexuelle :

- les mâles juvéniles : stade I
- les mâles adultes : stade II, dont le deuxième périopode est couvert d'un duvet

abondant.

7.2.1.3.2. Femelles

Les femelles sont classées en 7 catégories :

- femelles juvéniles ou sans oostégites,
- femelles avec oostégites en cours de différenciation,
- femelles gravides - Stade I embryons sphériques,
- femelles gravides - Stade II : embryons allongés, enveloppes intactes,
- femelles gravides - Stade III : embryons segmentés, enveloppes rompues
- femelles gravides - Stade IV : yeux des embryons bien différenciés,
- femelles vides : marsupium vide.

7.2.2. RAPPELS SUR L'ÉCOLOGIE ET LA BIOLOGIE D'*IDOTEA GRANULOSA*

La répartition de cette espèce sur les estrans et son comportement ont été étudiés par de nombreux auteurs (SARS, 1899 ; KING et RUSSEL, 1909 ; NAYLOR, 1955 ; SYWALA, 1964 ; HORLYCK, 1973). Sa répartition géographique s'étend de la Normandie jusqu'à la Mer Blanche. Cette espèce est à sa limite méridionale dans la région de Paluel et peut donc constituer un bon test pour un éventuel impact thermique.

Idotea granulosa se rencontre à tous les niveaux de l'estran mais sa présence est maximale dans le peuplement à *Fucus vesiculosus*. Les périodes de reproduction sont au nombre de deux : une période estivale (juillet-août) qui concerne les animaux nés l'année précédente et une période automnale (septembre - octobre) qui affecte également des individus nés pendant l'été.

**TABLEAU 7.1 : Relation entre poids d'algues (poids sec en grammes) et nombre
D'*Idotea granulosa* (I.g.) dans les prélèvements de 0,25 m² de St Valéry et Veulettes
* *Fucus vesiculosus* ** *Fucus serratus***

Prélèvements	5 juillet 1995				1 août 1995				13 septembre 1995			
	St Valéry		Veulettes		St Valéry		Veulettes		St Valéry		Veulettes	
	Poids algues (g)	Nb. I.g.										
1*	92,1	32	128,4	18	73,1	27	166,0	66	84,1	13	125,8	18
2*	71,5	15	171,9	19	87,3	26	110,0	54	115,9	9	177,5	15
3*	83,7	10	116,6	17	148,6	26	132,4	14	112,1	21	97,2	3
4*	96,6	13	220,7	31	110,2	21	136,8	53	120,1	12	181,8	24
5*	63,8	7	132,7	32	111,6	29	126,4	67	164,0	12	150,4	16
6*	155,1	17	138,2	28	86,5	28	226,8	51	90,6	5	153,4	28
7*	88,7	7	106,9	28	117,2	32	213,2	65	127,3	21	150,2	9
8*	42,2	13	136,1	13	166,3	48	189,1	87	165,8	13	213,5	25
9**			102,4	29			235,3	36			193,7	8
10**			175,1	21			244,1	48			116,6	3
11**			108,3	24			226,4	45			165,2	3
12**			256,3	24			194,2	24			128,8	7
13**			246,2	28			270,3	38			258,5	9
14**			205,4	18			182,2	22			272,1	17
15**			295,6	52			338,0	24			236,8	8
16**			278,2	30			317,4	31			241,2	3

Il est néanmoins possible de trouver des femelles gravides toute l'année. L'élevage d'*Idotea granulosa* nous a permis de connaître avec plus de précision le cycle de vie de cette espèce (DEWARUMEZ, 1979). La mue affecte les adultes selon une périodicité de 26 à 28 jours tandis que chez les juvéniles, la durée d'intermue varie, selon l'âge, de 5 à 20 jours. La gestation des femelles dure 13 à 15 jours. La "ponte" est suivie d'une phase de repos de deux semaines environ, durant laquelle la femelle n'est pas fécondable. Il faut attendre la mue suivante pour que la femelle soit à nouveau fécondable. La gestation n'interrompt donc pas le cycle des mues. La gestation se déroule en quatre phases (DEWARUMEZ, 1979).

Stade	Durée en jours
I	6 - 7
II	3 - 4
III	2
IV	2

La longévité des mâles est de 18 mois, ils atteignent une taille maximale théorique de 16,4mm. Le plus grand individu mâle a été récolté le 21 mai 1986 à Veulettes; il mesurait 20,5 mm. Cette année le plus grand mâle récolté mesurait 20,1 mm (5 juillet 1995 - St Valéry). La longévité des femelles est de 15 mois; elles atteignent une taille maximale théorique de 13,0 mm. La plus grande femelle récoltée mesurait 15,3 mm (mars 1980). En 1995, la plus grande femelle atteignait 11,4 mm (1 août 1995- Veulettes).

7.2.3. VARIATION DE LA DENSITE D'ALGUES ET D'*IDOTEA GRANULOSA*

Pour chaque échantillon de 0,25 m², nous avons reporté dans le tableau 7.1, le poids sec algal en grammes et le nombre d'*Idotea granulosa* récoltées au niveau de la radiale de "référence" de St Valéry et au niveau de la radiale "témoin" de Veulettes.

Au niveau du "nouveau site" de St Valéry, quatre prélèvements de 0,25 m² ont été effectués dans la ceinture à *Fucus vesiculosus* : les résultats de leur analyse sont notés dans le tableau 7.2.ci-dessous.

" 5 juillet 1995 "		" 1 août 1995 "		" 13 septembre "	
poids des algues	nombre d'Idotées	poids des algues	nombre d'Idotées	poids des algues	nombre d'Idotées
148,6	16	122,3	36	146,8	6
110,2	21	98,4	18	150,9	10
130,6	12	143,3	42	137,5	9
158,1	16	139,4	28	162,1	7

Tableau 7.2 : Relation entre le poids d'algues (poids sec en grammes) et le nombre d'Idotées dans les prélèvements de 0,25 m² effectués sur le " nouveau site " de St Valéry

	1 ère campagne		2 ème campagne		3 ème campagne	
	St Valéry	Veulettes	St Valéry	Veulettes	St Valéry	Veulettes
1988	101,6	489,2	87,6	530	32,8	429,2
1989	45	573,2	109,3	590,5	74,5	603,3
1990	38,7	354	31,1	714,9	19	595,6
1991	18,5	903	0	980,9	0	855
1992	24,4	896,9	35,4	867,8	12,2	917,8
1993	0	787,4	0	929,5	12,1	771,3
1994	46,1	823,5	41,3	782,9	27,1	598,7
1995	346,9	704,8	450,4	827,2	490	715,7

Tableau 7.3 : Densités estimées des *Fucus* (en g/m²) à St Valéry-en-Caux et à Veulettes entre 1988 et 1995 pendant la période estivale (*Fucus vesiculosus* et *Fucus serratus* confondus)

SITES	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE
Radiale de "référence" St Valéry	346,9	450,4	490
"nouveau site" St Valéry	547,5	503,4	597,3
Radiale "témoin" Veulettes	575,8	650,4	624,9

Tableau 7.4 : Comparaison des densités de *Fucus vesiculosus* (poids sec en grammes) au niveau des différents sites de St Valéry et Veulettes

7.2.3.1. Densité d'algues

7.2.3.1.1. St Valéry-en-Caux

Les années précédentes, l'étage médiolittoral était dénudé; mais cette année, nous avons pu constater que la ceinture des *Fucus* vésiculeux s'était à nouveau bien installée. Nous avons donc fait des prélèvements de *Fucus vesiculosus* (présence maximale de l'espèce *Idotea granulosa*) et non pas de *Fucus serratus* comme nous le faisons depuis 1988.

On peut constater par rapport aux années précédentes, après la quasi-disparition des algues en 1993, une très forte augmentation des densités algales à St Valéry cet été 95: 346,9 g/m² en juillet, 450,4 g/m² en août et 490 g/m² en septembre 95 (tableau 7.3).

Les densités algales de *Fucus vesiculosus* au niveau du "nouveau site" situé à l'ouest de l'exutoire, sont légèrement plus élevées que les densités algales de la radiale de "référence" de St Valéry (tableau 7.4); mais elles sont du même ordre de grandeur qu'en 1994 : 547,5 g/m² en juillet 95 par rapport à 662 g/m² en 94 - 503,4 g/m² en août 95 / 575 g/m² en 94 - 597,3 g/m² en septembre 95 / 573 g/m² en 94.

7.2.3.1.2. Veulettes

A Veulettes, les chiffres de densité algale (*Fucus vesiculosus* et *serratus* confondus) exprimés en poids sec par m² sont du même ordre de grandeur que les ceux des deux dernières années (tableau 7.3) avec un maximum cette année en août: 827,2 g/m².

Cependant, si on compare les 2 espèces de *Fucus*, on constate que les densités algales des *Fucus vesiculosus* sont plus faibles que celles des *Fucus serratus*: maximum de 650,4 g/m² en août (tableau 7.4). Leurs densités à Veulettes sont toujours supérieures à celles de St Valéry.

	1 ère campagne		2 ième campagne		3 ième campagne	
	St Valéry	Veulettes	St Valéry	Veulettes	St Valéry	Veulettes
1988	6,75	33	1,5	83	0,25	40,75
1989	3,75	23	18,25	83,75	0,5	17,5
1990	3,75	70,25	3	113,75	3,75	35
1991	3,5	117,5	0	145,25	0	142,75
1992	8,25	106,5	0,75	159	0,5	85,5
1993	0	74,75	0	102,75	4,75	54,25
1994	3	134,5	4,5	86,5	1,75	58,75
1995	57	103	118,5	181,3	53	49

Tableau 7.5 : Densités d'*Idotea granulosa* (nombres d'individus par m²) lors des trois campagnes estivales de prélèvements réalisées à St Valéry-en-Caux et à Veulettes

SITES	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE
Radiale de "référence" St Valéry	57	118,5	53
"nouveau site" St Valéry	65	124	32
Radiale "témoin" Veulettes	93	228,5	69

Tableau 7.6 : Comparaison des densités d'*Idotea granulosa* (nombres d'individus par mètre carré) lors des trois campagnes de prélèvements réalisés dans le *Fucus vesiculosus* au niveau des différents sites de St Valéry et Veulettes

7.2.3.2. Densité d'*Idotea granulosa*

7.2.3.2.1. St Valéry-en-Caux

On constate (tableau 7.5) que les densités d' *Idotea granulosa* de la radiale de St Valéry sont élevées cette année par rapport aux années précédentes, avec un maximum de 118,5 Idotées au mètre carré en août.

Il faut remonter à 10 ans pour avoir des chiffres de densités comparables (88 Idotées/m² en juillet 85 - 104 Idotées/ m² en août 85 - 128 Idotées/m² en septembre 85)

Au niveau du "nouveau site", les chiffres de densité d'Idotées sont légèrement supérieurs à ceux de la radiale de "référence", en juillet et en août mais inférieurs en septembre (tableau 7.6).

7.2.3.2.2. Veulettes

A Veulettes, la densité maximale d'Idotées s'observe en août: 181,3 Idotées/m² (tableau 7.4). Ce chiffre est nettement supérieur à ceux des années antérieures.

Si on ne considère que les prélèvements de *Fucus vesiculosus*, on observe un chiffre de densité encore beaucoup plus élevé: 228,5 Idotées/m² en août 95 (tableau 7.5).

7.2.3.2.3. Discussion sur les densités d'*Idotea granulosa* des différents sites

Pour pouvoir comparer les densités d'*Idotea granulosa* récoltées sur les 3 sites d'estran d'Ouest en Est: Veulettes, St Valéry " nouveau site " et St Valéry radiale " ancien site " dont la couverture en Fucacées est très différente, nous avons rapporté (tableau 7.7) les densités d'*Idotea granulosa* aux poids d'algues.

	JUILLET			AOÛT			SEPTEMBRE		
	nb. <i>I.g.</i> par m ²	poids algues par m ²	nb. <i>I.g.</i> pour 100g algues	nb. <i>I.g.</i> par m ²	poids algues par m ²	nb. <i>I.g.</i> pour 100g algues	nb. <i>I.g.</i> par m ²	poids algues par m ²	nb. <i>I.g.</i> pour 100g algues
Veulettes									
<i>Fucus serratus</i>	113	833,8	13,5	134	1004	13,3	29	806,5	3,6
<i>Fucus vesiculosus</i>	93	575,8	16,2	228,5	650,4	35,1	69	624,9	11
St Valéry									
"nouveau site"	65	547,5	11,9	124	503,4	24,6	32	597,3	5,4
<i>Fucus vesiculosus</i>									
St Valéry									
radiale référence	57	346,9	16,4	118,5	450,4	26,3	53	490	10,8
<i>Fucus vesiculosus</i>									

Tableau 7.7 : Comparaison des densités d'*Idotea granulosa* rapportées aux poids d'algues (nombres pour 100g de poids sec d'algue) sur les différents sites de l'estran en 1995

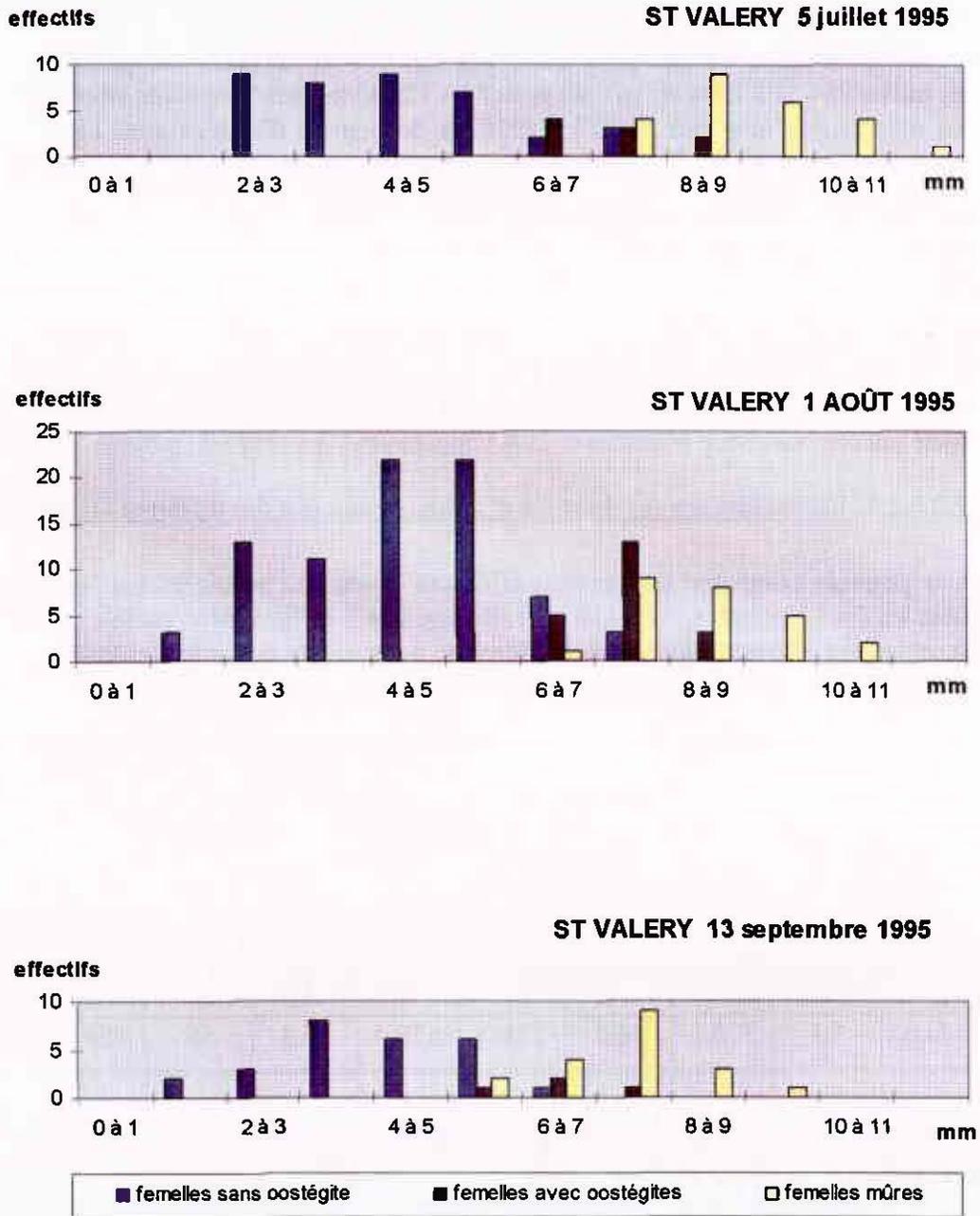


FIGURE 7.1 : HISTOGRAMMES DE FREQUENCE DE TAILLE CHEZ *IDOTEA GRANULOSA* FEMELLE - ST VALERY 1995

On peut vérifier sur le site de Veulettes "hors impact" que la population d'*Idotea granulosa* est plus abondante parmi les *Fucus vesiculosus*. Le nombre d'Idotées rapporté à 100g d'algues est 1 à 3 fois plus élevé dans les *Fucus vesiculosus* que dans les *Fucus serratus*.

A Veulettes, on observe un maximum d'Idotées en juillet dans le *Fucus vesiculosus* (35,1 Idotées pour 100g d'algue).

Par contre dans le *Fucus serratus* la densité est comparable en juillet et août (13 Idotées pour 100g d'algue) mais chute considérablement en septembre (3,6 Idotées pour 100g d'algue).

A St Valéry, le maximum de densité est observé également en août (24,6 Idotées pour 100g d'algue pour le "nouveau site" - 26,3 Idotées pour 100g d'algue à la radiale de référence)

Les densités d'Idotées rapportées à 100g de poids sec algal sont plus élevées au niveau de la radiale de "référence" qu'au niveau du "nouveau site" et ceci lors des 3 campagnes de prélèvement.

7.2.4. VARIATION DES TAILLES D'IDOTEA GRANULOSA

Les valeurs des tailles des *Idotea granulosa* ont été reportées sur des histogrammes en fonction de l'effectif.

L'analyse des histogrammes de fréquence de taille chez *Idotea granulosa* femelle (figures 1 et 2) montre l'existence d'une cohorte importante de juvéniles pendant toute la saison estivale aussi bien à St Valéry qu'à Veulettes.

A St Valéry, les moyennes de taille des femelles juvéniles se situent entre 4 et 6 mm, tandis qu'à Veulettes l'effectif de femelles juvéniles de 3 à 5 mm est plus important.

Les histogrammes de fréquence de taille chez *Idotea granulosa* mâles (figures 3 et 4) montrent une importante cohorte de mâles juvéniles dont la médiane de taille se situe entre 3 et 5 mm à St Valéry comme à Veulettes.

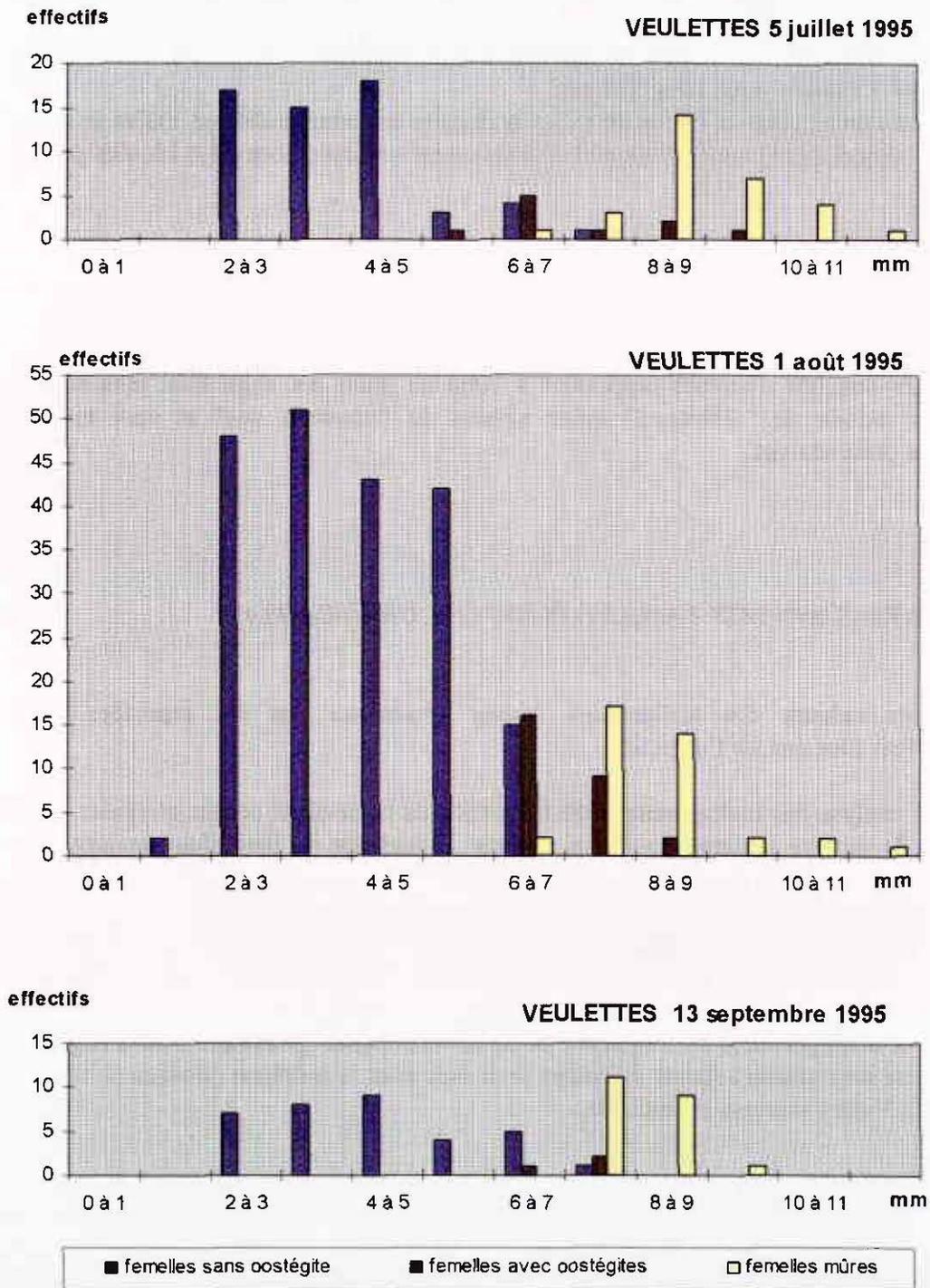


FIGURE 7.2 : HISTOGRAMMES DE FREQUENCE DE TAILLE CHEZ *IDOTEA GRANULOSA* FEMELLE - VEULETTES 1995

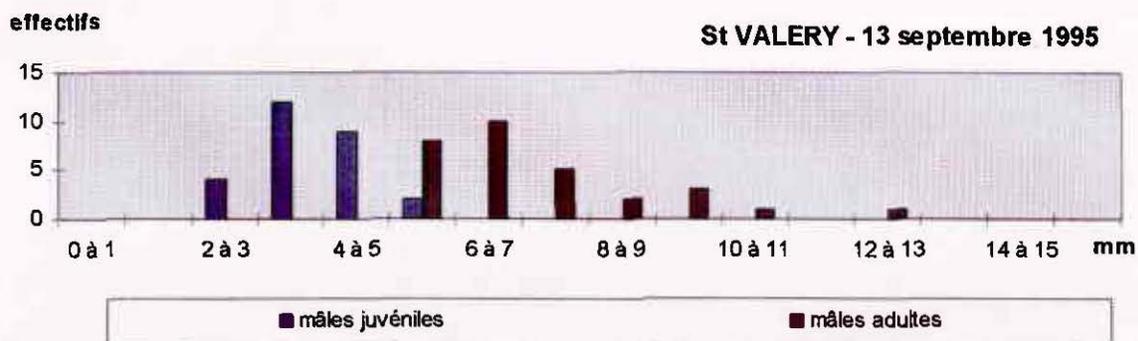
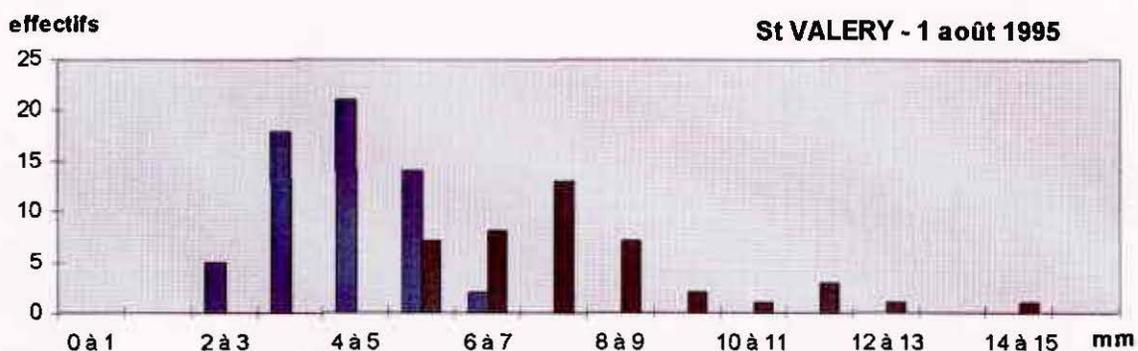
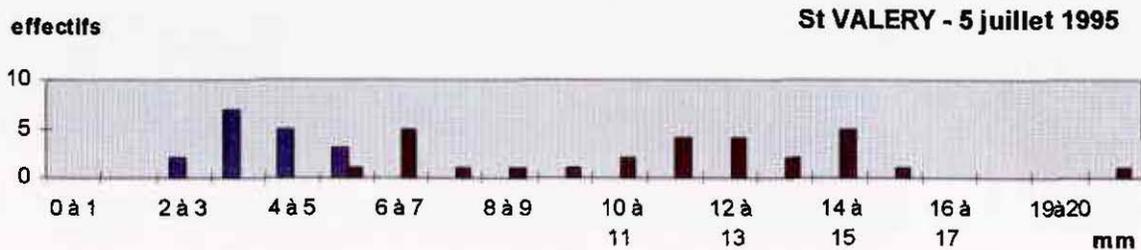


FIGURE 7.3 : HISTOGRAMMES DE FREQUENCE DE TAILLE CHEZ IDOTEA GRANULOSA MALE - ST VALERY 1995

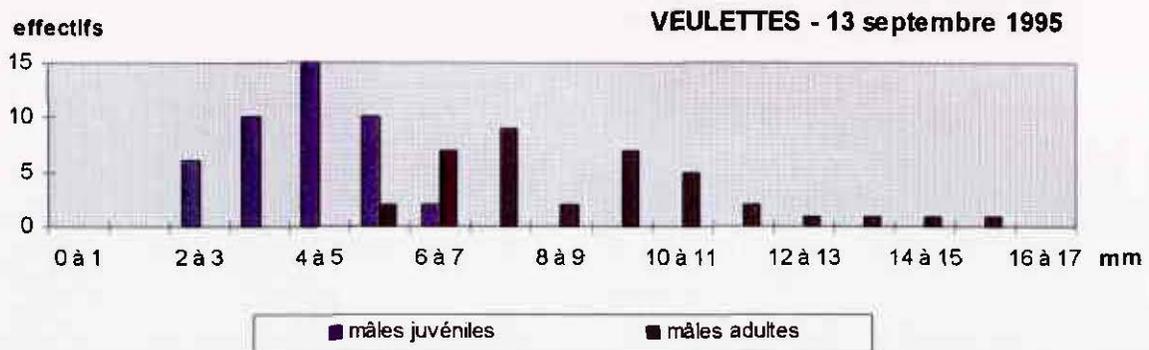
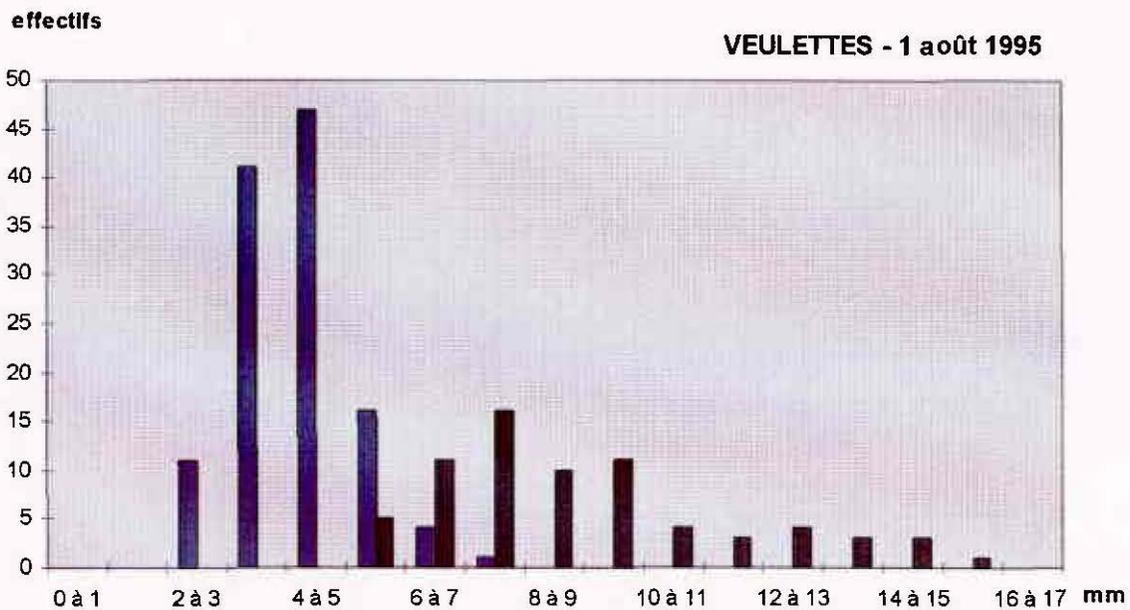
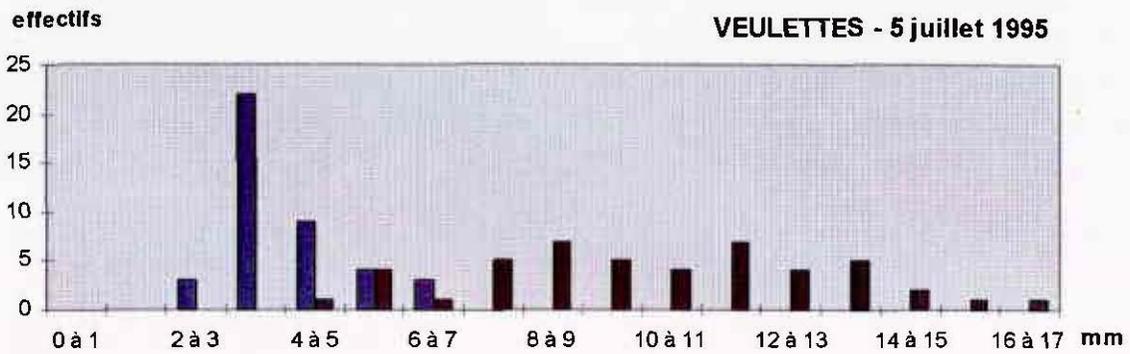


FIGURE 7.4 : HISTOGRAMMES DE FREQUENCE DE TAILLE CHEZ *IDOTEA GRANULOSA* MALE - VEULETTES 1995

7.2.5. VARIATION DU SEX-RATIO

L'analyse de la répartition des sexes chez *Idotea granulosa* a été réalisée dans chaque prélèvement de *Fucus vesiculosus* à Veulettes et à St Valéry (radiale de "référence").

Les résultats sont retranscrits dans le tableau 7.7 ci-dessous.

	5 juillet		1 août		13 septembre	
	St Valéry	Veulettes	St Valéry	Veulettes	St Valéry	Veulettes
% juvéniles	54,4	58,6	68,3	76,2	53,8	58
% mâles juvéniles	14,9	22	25,3	26,2	25,5	31,2
% femelles juvéniles	39,5	36,6	43	50	28,3	26,8
% femelles gravides	17,5	12,9	7,6	5,9	11,3	10,9
% femelles vides	3,5	3,2	3	2,4	6,6	4,3
% mâles adultes	24,6	25,3	21,1	15,5	28,3	26,8
sex-ratio	0,652	0,898	0,866	0,718	1,163	1,379

Tableau 7.7 : PALUEL 1995 - Répartition des sexes chez *Idotea granulosa*

A St Valéry, les juvéniles représentent plus de 50% de la population. Le maximum de juvéniles est constaté en août: 68,3% ce qui découle du nombre élevé de femelles gravides en juillet (17,5%).

Le sex-ratio (rapport entre le nombre de mâles et celui des femelles) est égal à 0,652 en juillet: les femelles sont plus nombreuses que les mâles; par contre le sex-ratio atteint 1,163 en septembre: les mâles sont en nombre plus important car ils survivent de quelques mois aux femelles mortes après la ponte.

A Veulettes l'évolution des populations est comparable: le nombre de juvéniles est élevé pendant toute la saison estivale (maximum de 76,2% en août) - la proportion de femelles gravides est importante en juillet (12,9%) - le sex-ratio est de 1,379 en septembre à cause d'une mortalité des femelles.

7.3. CONCLUSION

A St Valéry, la ceinture de *Fucus Vesiculosus* s'est reconstituée : on retrouve les valeurs d'il y a 10 ans !

L'estran qui se dénudait progressivement depuis 1986, était en effet en 1990 quasi-totalement dépourvu de Fucacées. L'année dernière (en 1994) l'espoir suscité par le constat de réinstallation en médiolittoral inférieur des Fucacées s'est concrétisé cette année.

C'est au niveau de la radiale de Veulettes hors impact que l'estran est le plus couvert de peuplements algaux. A St Valéry, tant au niveau du " nouveau site " plus proche de la Centrale que sur la radiale de " référence ", les peuplements bien que plus faibles qu'à Veulettes se sont également bien reconstitués.

La reconstitution de l'abri de Fucacées amène ainsi à une recolonisation du site par *Idotea granulosa*.

La zone de Veulettes hors impact montre cependant une densité supérieure à celle de St Valéry.

Il est difficile d'analyser ces fluctuations et d'apprécier la part susceptible d'être affectée aux incidences molysmologiques (Centrale Nucléaire, rejets d'eau usées par l'émissaire, eaux portuaires...etc) de celle résultant des variations climatiques.

Après les minima de densités d'Idotées relevés en 1981 et 1990, on serait tenté de parler de cycles de fluctuations décennales. Mais comme la densité de ces Idotées est très étroitement liée à celle des Phéophycées, il convient de poursuivre les recherches sur la biologie et l'écologie des phéophycées: fragilisation de l'algue ou du substrat qui entraînent l'arrachement des *Fucus*? dérèglement de la reproduction, conséquence de fluctuations thermiques naturelles ou anthropiques?

Idotea granulosa, espèce en limite méridionale sur le littoral normand, avait été retenue comme espèce témoin d'un éventuel impact thermique. Mais comme la population dépend étroitement de la couverture des Fucacées, il paraît nécessaire de maintenir la surveillance des *Fucus vesiculosus* et des *Idotea granulosa*. Il serait souhaitable de réaliser des échantillonnages comparatifs à ceux de St Valéry et Veulettes sur les Fucacées des sites de CPN type Flamanville et plus au nord type Penly pour relativiser nos observations sur les Idotées.

BIBLIOGRAPHIE

DEWARUMEZ J.M., 1979. Le domaine benthique. In Etude écologique du site de Paluel - Suivi 1ère année - C.N.E.X.O.-I.B.M.R.W.

HORLYCK V., 1973. Seasonal and diel variation in the rhythmicity of *Idotea balthica* (Pallas) and *Idotea granulosa* Rathke. *Ophelia* 12 : 117-127.

KING L.A.L., RUSSEL E.S., 1909. A method for the study of animal ecology of the shore. *Proc. R. Phyt. Soc. Edimb.* 17 (6), 225-253.

NAYLOR E., 1955. The ecological distribution of british species of *Idotea* (Isopoda). *J. anim. Ecol.* 24 (2) : 255-269.

SARS G.O., 1899. An account of Crustacea of Norway, II. *Isopoda. Alb. Cammer Meyers Forlag Cristiana* 270 p, 100 pl.

SYWALA T., 1964. A study of the taxonomy ecology and geographical distribution of species of genus *Idotea fabricius* (Isopoda - Crustacea) in Polish Baltic. II. Ecological and zoogeographical part. *Bull. Soc. Sci. Lettr. Poznam, Ser. D*, 4, 173-200.

CHAPITRE 8

PHYTOBENTHOS INTERTIDAL

**Frank MAHEUX
Hervé du BOULLAY
IFREMER Port-en-Bessin**

8.1 - INTRODUCTION

Le peuplement de Fucales (*Fucus serratus* et *Fucus vesiculosus*) du platier jouxtant Paluel est susceptible d'être influencé par la tache thermique du rejet de la centrale électronucléaire.

Dans le but de déceler un impact éventuel, une étude de suivi a été entreprise depuis 1994.

Trois secteurs d'étude, assez éloignés les uns des autres, ont été choisis dans un but comparatif. Ceci devrait permettre de situer une éventuelle évolution naturelle du peuplement algual (mesurable à Val Saint-Martin, très au sud) comparativement à un impact possible de l'élévation hivernale de la température de l'eau dans l'une ou dans les deux zones plus proches (Veulettes-sur-mer et Saint-Valéry-en-Caux.

8.2 - METHODOLOGIE

8.2.1 - Evolution de la biomasse

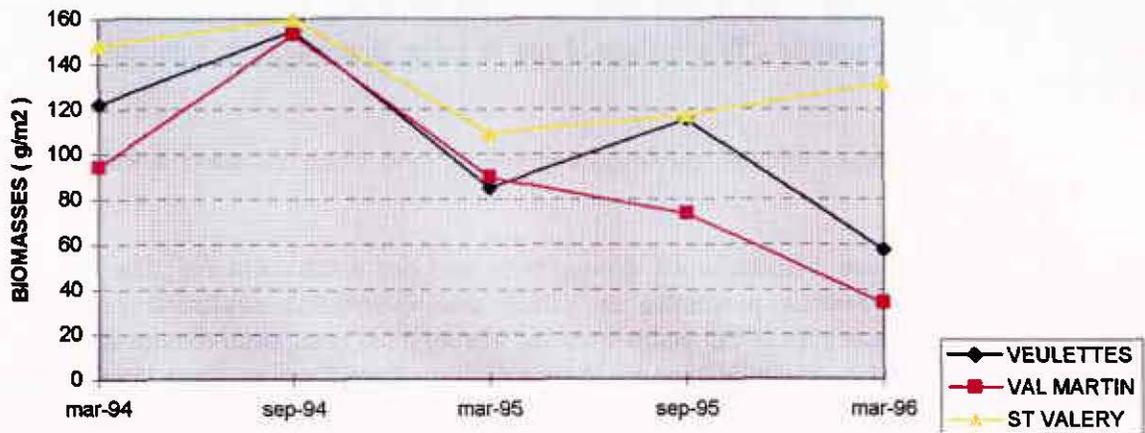
Des pesées de *Fucus.sp* sont effectuées chaque année, aux grandes marées de mars et septembre, sur les trois sites choisis. La méthode consiste à échantillonner au hasard dix quart de mètre-carré, puis de faire la moyenne des biomasses récoltées sur chacun des trois sites.

8.2.2 - Repérage sur radiale

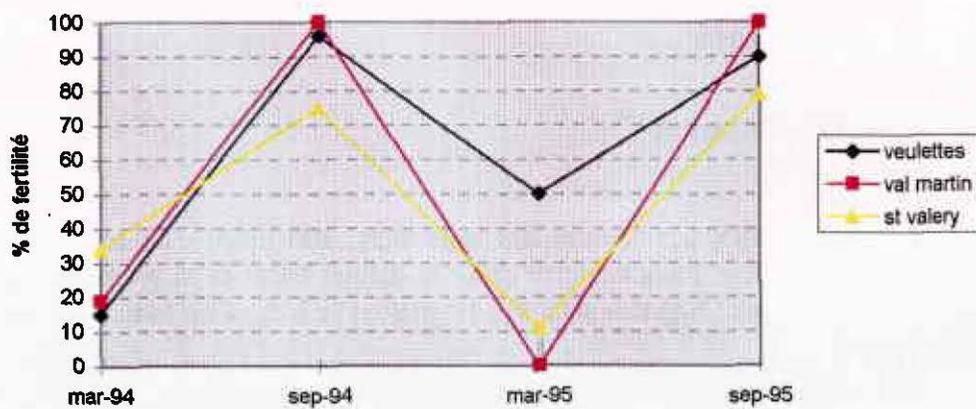
En 1994 et 1995, sur chacun des trois sites, 300 pieds d'algues ont été bagués grâce à un collier de couleur blanche serré entre le disque basal et la première dichotomie. Ainsi, 10 algues adultes sont baguées tous les 10 mètres le long d'un transect repéré de 100 mètres de long.

Le but de cette technique est de suivre individuellement les pieds de *Fucus.sp*; de manière à étudier leur évolution.

EVOLUTION DU STOCK ENTRE MARS 1994 ET MARS 1995



EVOLUTION DE LA FERTILITE EN 1994 ET 1995



8.2.3 - Paramètres mesurés

En fin d'hiver et en début d'automne, 4 paramètres sont mesurés sur chaque individu de Fucus:

- la longueur exprimée en cm est mesurée à partir du disque basal jusqu'au sommet de la dernière dichotomie

- le nombre de dichotomie sur chaque pied, c'est à dire le nombre de ramifications de la première rencontrée en partant de la base, jusqu'à la dernière avant l'extrémité supérieure du thalle.

- L'épaisseur du stipe, c'est à dire le diamètre maximal du pied mesuré à la base, juste au dessus de l'épatement formé par le système de fixation.

La fertilité, consistant à vérifier l'existence ou non de conceptacles contenant des spores, au sommet des ramifications.

8.3 - RESULTATS

8.3.1 - Evaluation de la biomasse moyenne

Les différences observées en automne 94 entre les différents sites se confirment, à savoir:

- une biomasse moyenne sur le platier de St Valery en Caux la plus élevée en Septembre 1995 (117g/m²) et dans une moindre mesure en Mars 1995 (109.3g/0.25m²) .

- une variation saisonnière généralement bien marquée avec un minimum en Mars et un maximum en Septembre ; il faut toutefois remarquer "l'anomalie" de Val St Martin où le minimum est en Septembre (73.8g/m²).

☞ sur les sites de Veulettes et de Val St Martin les biomasses mesurées en Mars 1996 sont très nettement inférieures à celles de Mars 1994: environ de trois fois à Val St Martin et environ de moitié à Veulettes

☞ sur le site de St Valery la biomasse mesurée en Mars 1996 est certes inférieure à celle de Mars 1994 mais sans commune mesure avec les précédentes; toutefois, la tendance depuis Mars 1995 serait plutôt à une recolonisation de ce site

Au vu de ces deux dernières remarques contradictoires - qui démontrent si besoin est la difficulté d'une telle étude - l'intérêt de la poursuite de cette mesure est évident.

8.3.2 - Fertilité

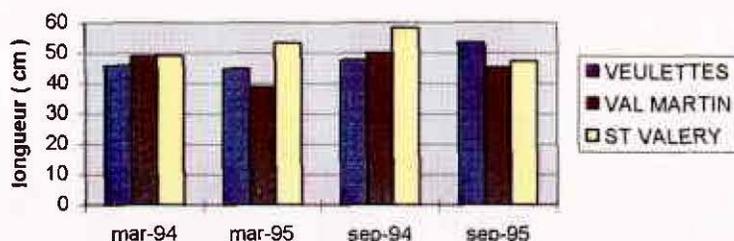
Le cycle annuel habituel du taux de fertilité passe habituellement par un minimum en Mars et un maximum en Septembre.

Sur les trois sites étudiés ce cycle semble actuellement respecté avec des taux en Mars de 0 à 50% et en Septembre de 75 à 100%.

8.3.3 - Longueur des thalles

Les valeurs relevées en Septembre sont globalement supérieures à celles de Mars; cela s'explique aisément par un cycle de croissance s'étalant de Mars-Avril à Septembre d'une part et à cause d'un arrachage hivernal fréquent d'autre part.

LONGUEUR MOYENNE DES THALLES EN 1994 ET 1995



8.3.4 - Nombre de dichotomies

L'analyse des valeurs relevées en 1994 et 1995 sur les trois sites ne fait pas apparaître de différence significative

Ce nombre est en moyenne de 10.5 ramifications.

8.3.5 - Epaisseur du stipe

Les diamètres moyens mesurés ne diffèrent pas non plus suivant les sites étudiés. Ils sont de l'ordre de 5 mm.

8.3.6 - Dépopulation

Après deux séries de baguage en mars 1994 et 1995, les résultats de dépopulation observés en septembre de ces mêmes années, soit 6 mois après, sont les suivants :

Radiale	Dépopulation %	
	1994	1995
Val St Martin	75	84
Veulettes-sur-mer	80	90
St-Valéry-en-Caux	64	79

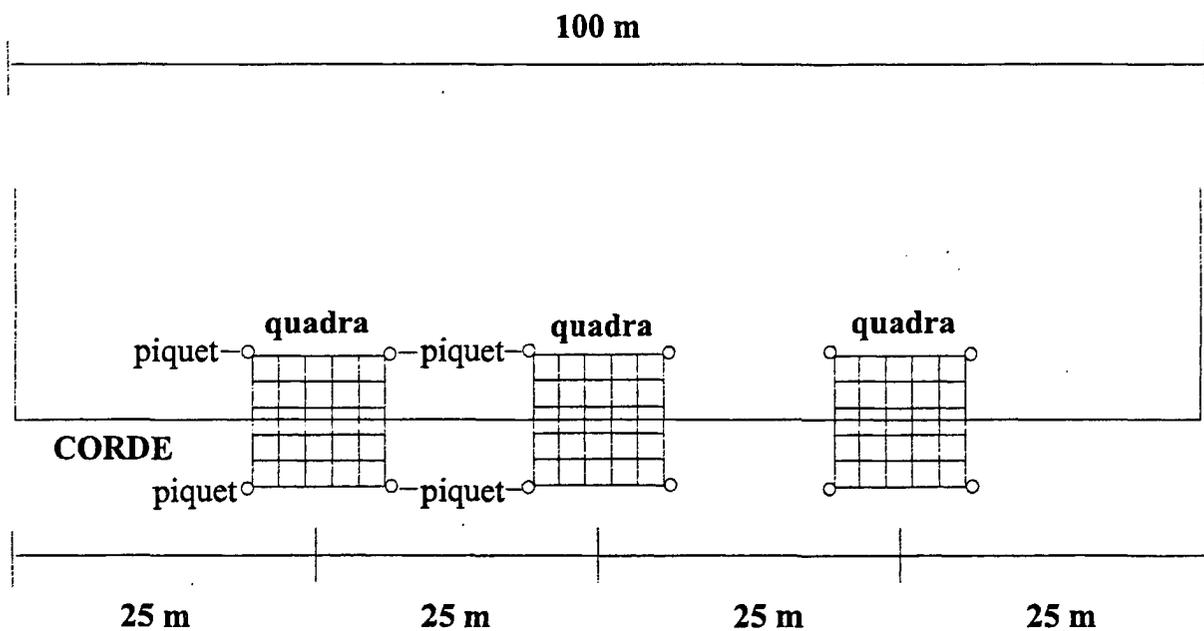


Fig 1 : Schéma d'une radiale

	A	B	C	D	E
1					
2					
3					
4					
5					

Fig 2 : Schéma d'un quadrat

La dépopulation est élevée sur les sites de Val St Martin et de St Valéry et très élevée sur le site de Veulettes. Les raisons de celle-ci sont évidemment multiples mais nous pouvons certainement retenir les suivantes:

- une mauvaise tenue du substrat immédiatement sous le crampon et donc un arrachage d'origine hydrodynamique important

- une fragilisation du pied due d'abord à la pose puis à la présence de la bague

Il est important de noter que cette deuxième hypothèse est à associer à la première car depuis déjà plusieurs années cette technique donne des résultats satisfaisants à cet égard sur le site électronucléaire de Flamanville.

Compte tenu de cette difficulté majeure nous avons décidé d'abandonner cette technique par baguage et en avons mis au point une nouvelle qui tout en permettant de suivre individuellement chaque pied de Fucus nous permettrait en plus de suivre la repopulation (recrutement).

Cette nouvelle technique sera testée au cours de l'année 1996.

8.4 - NOUVELLE METHODOLOGIE PAR QUADRAT

Nous avons donc imaginé un quadrat de 1 m² en aluminium divisé en 25 carrés de 20 cm de côté (cf. fig 2 ci-contre). Sur chacune des trois radiales existantes de 100 mètres, nous avons délimité, à l'aide de piquets enfoncés dans le sol, l'emplacement de 3 quadrats par radiales et par site, espacés chacun de 25 mètres.

Lors de l'observation, le quadrat est positionné sur ses piquets et chaque pied de Fucus est repéré, à l'intérieur de chaque carré, en abscisse et en ordonnée, à l'aide de règles graduées situées autour du quadrat (cf. fig 1 ci-contre).

Les pieds de fucus ainsi repérés font l'objet de mesures (longueur, fertilité, nombre de dichotomies).

CHAPITRE 9

SUIVI HALIEUTIQUE

**Franck COPIN et P.RAULIN
IFREMER BOULOGNE / MER**

Longueur (m)	L<=8	8 < L <= 12	12 < L <= 16	16 < L <= 18	18 < L <= 24	L > 24	TOTAL
Nombre	28	71	24	12	15	6	156
Longueur moy.(m)	7,4	10,09	14,51	17,11	20,85	25,98	12,47
Puissance moy.(kw)	55	117	246	264	422	480	180
Jauge moy.(tjb)	4,42	8,53	33,21	46,47	74,3	123,78	25,26
Puissance tot.(kw)	1538	8329	5893	3163	6327	2879	28129
Jauge tot.(tjb)	123,65	123,66	797,12	557,59	1114,53	742,68	3940,9
Age <= 5 ans	1	9	2	2	1	2	17
5 < Age <= 10	17	24	6	2	8	2	59
10 < Age <= 15	6	12	7	2	3	2	32
15 < Age <= 20	-	5	5	1	-	-	11
Age > 20 ans	4	21	4	4	3	-	36
Age moyen	12	15	14	16	11	7	14

Effectifs et caractéristiques techniques de la flotte de pêche artisanale de Haute-Normandie (situation au 31.12.94)

9.1 - SITUATION AU 31.12.94 DES EFFECTIFS ET DES CARACTERISTIQUES DES FLOTILLES ARTISANALES DU QUARTIER MARITIME DE FECAMP

L'analyse du tableau 9.1 confirme la lente diminution des effectifs d'une année sur l'autre. Toutefois on peut constater en 1994 une stabilisation de ceux-ci dès le mois d'avril (cf. tableau 9.3). Cette tendance pourra être vérifiée grâce aux données 1995.

Année	Fécamp est	Fécamp	Fécamp ouest	Total
1991	21	18	2	41
1992	19	19	2	40
1993	18	17	2	37
1994	17	16	2	35

Tableau 9.1. Nombre de navires par an et par secteur géographique

Le quartier de Fécamp n'enregistre pas l'entrée de nouvelles unités en 1994, ce qui entraîne un léger fléchissement des caractéristiques totales, minimisé par le départ de navires d'assez faible capacité.

ANNEE	JV	FV	MS	AV	MI	JN	JL	AT	ST	OT	NV	DC
1993	41	41	40	34	38	38	38	39	37	37	37	37
1994	37	37	37	35	35	35	35	35	35	35	35	35

Tableau 9.3. Fluctuation du nombre de navires par mois

**9.2 - ANALYSE PAR METIER DES FLOTILLES ARTISANALES
DU QUARTIER MARITIME DE FECAMP**

Le développement des divers métiers enregistré en 1993 se confirme largement en 1994. Il est du à une diversification des arts dormants et plus précisément à une utilisation accrue des métiers du casier par les fileyeurs.

METIERS	ANNEE	JV	FV	MS	AV	MI	JN	JL	AT	ST	OT	NV	DC	TOTAL
METIERS DU CHALUT	1993	5	6	5	6	8	9	9	9	10	6	6	6	85
	1994	5	5	5	5	6	9	9	8	9	4	6	5	76
METIERS DU FILET	1993	27	27	27	27	27	26	26	26	27	26	27	26	319
	1994	25	25	25	25	25	23	21	21	26	24	26	26	292
DIVERS METIERS	1993	1	1	1	9	13	12	7	5	6	2	3	3	63
	1994	5	5	8	21	26	19	12	7	7	9	7	7	133
TOTAL	1993	33	34	33	42	48	47	42	40	43	34	36	35	467
	1994	35	35	38	51	57	51	44	36	42	37	39	39	501

Tableau 9.2. Nombre de mois d'activité par métier et période

CONCLUSION

Sur le plan de la **climatologie**, l'année 1995 est très comparable aux années 1990, 1991 et 1993. Un hiver (décembre et janvier), un début de printemps (mars) et d'automne (septembre) des plus pluvieux depuis 6 ans, un automne très peu humide (octobre et novembre).

1995 détient l'été et l'automne le plus chaud depuis 1990.

Pour ce qui est des paramètres du **domaine pélagique** (hydrologie, phytoplancton, zooplancton, microbiologie), ils sont dans l'ensemble comparables à ceux de 1994 et ne permettent pas de mettre en évidence un impact de la centrale sur le milieu marin.

Les variations constatées d'une année sur l'autre sont à relier aux cycles naturels des divers paramètres ainsi qu'à l'hétérogénéité spatio-temporelle du milieu.

On peut noter toutefois la présence de bromoforme en septembre sur les trois points, ainsi qu'en juillet aux points Amenée et Rejet.

Les valeurs de bromoformes les plus élevées ont été trouvées au point Rejet.

Pour ce qui concerne le **benthos subtidal**, le peuplement des cailloutis, situé au large de la zone étudiée et représenté dans l'étude par la station 2, semble toujours stable ; il est dominé comme les années précédentes par les mêmes espèces (*Ophiothrix fragilis*, *Pisidia longicornis*, *Thelepus setosus*, *Styela clava*).

Dans la partie côtière de la zone étudiée, la disparition de la moulière à *Mytilus edulis* perdure, ainsi que son remplacement par des Tuniciers, en particulier *Molgula manhattensis* et *Styela clava*. Le sédiment grossier de cette partie (stations 1 et 6) abrite de façon stable depuis 1990 un faciès côtier du peuplement des cailloutis à épibiose sessile, moins diversifié que ne l'était la moulière: il y a donc eu basculement brutal d'une situation stable à l'échelle de quelques années (la moulière) à une autre situation stable, le faciès côtier de cailloutis dominé par les Tuniciers. La transition avec les sables hétérogènes est sensible au niveau de la station 16 (coexistence d'espèces de fonds grossiers et d'espèces sabulicoles), comme cela était déjà apparu depuis 1993 et seul le cortège spécifique de la station H.Z. reste toute l'année typique du peuplement des sables hétérogènes.

Comme nous le signalions dès 1992, sauf information particulière que nous ne possédons pas, ce changement de couverture sédimentaire peut *a priori* être imputé à des causes naturelles mal définies, peut-être en partie liées à la disparition de la moulière de Veulettes qui pourrait avoir modifié les courants de fond et la sédimentation qui leur est associée. L'évolution encore sensible cette année vers des sédiments plus grossiers semble confirmer le rôle des courants de marée susceptibles, en l'absence de moulière, de provoquer un granulo-classement plus marqué.

La nouvelle répartition spatio-temporelle des stations de prélèvement paraît bien adaptée à un suivi bi-annuel, complété de prélèvements intermédiaires aux stations 1 et 6, jusque là les plus variables, recentré sur la zone côtière proche de la centrale, en permettant le cas échéant de lier d'éventuelles fluctuations globales des peuplements benthiques à la variabilité spatio-temporelle du recrutement de certaines espèces (*Mytilus edulis*, *Molgula manhattensis*, *Styela clava*). Le suivi de la station 2 paraît suffisant pour vérifier la stabilité interannuelle de la zone située plus au large.

Au niveau du **benthos intertidal**, la ceinture de *Fucus Vesiculōsus* s'est reconstituée à St Valéry : on retrouve les valeurs d'il y a 10 ans !

L'estran qui se dénudait progressivement depuis 1986, était en effet en 1990 quasi-totalement dépourvu de Fucacées. L'année dernière (en 1994) l'espoir suscité par le constat de réinstallation en médiolittoral inférieur des Fucacées s'est concrétisé cette année.

C'est au niveau de la radiale de Veulettes hors impact que l'estran est le plus couvert de peuplements algaux. A St Valéry, tant au niveau du " nouveau site " plus proche de la Centrale que sur la radiale de " référence ", les peuplements bien que plus faibles qu'à Veulettes se sont également bien reconstitués.

La reconstitution de l'abri de Fucacées amène ainsi à une recolonisation du site par *Idotea granulosa*.

La zone de Veulettes hors impact montre cependant une densité supérieure à celle de St Valéry.

Il est difficile d'analyser ces fluctuations et d'apprécier la part susceptible d'être affectée aux incidences molysmologiques (Centrale Nucléaire, rejets d'eau usées par l'émissaire, eaux portuaires...etc) de celle résultant des variations climatiques.

Après les minima de densités d'Idotées relevés en 1981 et 1990, on serait tenté de parler de cycles de fluctuations décennales. Mais comme la densité de ces Idotées est très étroitement liée à celle des Phéophycées, il convient de poursuivre les recherches sur la biologie et l'écologie des phéophycées: fragilisation de l'algue ou du substrat qui entraînent l'arrachement des Fucus? dérèglement de la reproduction, conséquence de fluctuations thermiques naturelles ou anthropiques?

Idotea granulosa, espèce en limite méridionale sur le littoral normand, avait été retenue comme espèce témoin d'un éventuel impact thermique. Mais comme la population dépend étroitement de la couverture des Fucacées, il paraît nécessaire de maintenir la surveillance des *Fucus vesiculosus* et des *Idotea granulosa*. Il serait souhaitable de réaliser des échantillonnages comparatifs à ceux de St Valéry et Veulettes sur les Fucacées des sites de CPN type Flamanville et plus au nord type Penly pour relativiser nos observations sur les Idotées.

Quant au **suivi du peuplement de fucacées**, entrepris depuis 1994, les différences observées en automne 94 entre les différents sites se confirment, à savoir:

- sur le platier de St-Valéry-en-Caux la biomasse moyenne la plus élevée est observée en Septembre 1995 (117g/m²) et dans une moindre mesure en Mars 1995 (109.3g/0.25m²) .

- une variation saisonnière généralement bien marquée avec un minimum en Mars et un maximum en Septembre ; il faut toutefois remarquer "l'anomalie" de Val St Martin ou le minimum est en Septembre (73.8g/m²).

☞ sur les sites de Veulettes et de Val St Martin les biomasses mesurées en Mars 1996: sont très nettement inférieures à celles de Mars 1994: environ de trois fois à Val St Martin et environ de moitié à Veulettes.

☞ sur le site de St-Valéry-en-Caux la biomasse mesurée en Mars 1996 est certes inférieure à celle de Mars 1994 mais sans commune mesure avec les précédentes; toutefois, la tendance depuis Mars 1995 serait plutôt à une recolonisation de ce site.

Le cycle annuel du taux de fertilité passe habituellement par un minimum en Mars et un maximum en Septembre.

Sur les trois sites étudiés ce cycle semble actuellement respecté avec des taux en Mars de 0 à 50% et en Septembre de 75 à 100%.

La dépopulation est élevée sur les sites de Val St Martin et de St Valéry et très élevée sur le site de Veulettes. Les raisons de celle-ci sont évidemment multiples mais nous pouvons retenir les suivantes:

- une mauvaise tenue du substrat immédiatement sous le crampon et donc un arrachage d'origine hydrodynamique important
- une fragilisation du pied due à la pose puis à la présence de la bague

Il est important de noter que cette deuxième hypothèse est à associer à la première car depuis déjà plusieurs années cette technique donne des résultats satisfaisants sur le site électronucléaire de Flamanville.

Compte tenu de cette difficulté majeure nous avons décidé d'abandonner cette technique par baguage pour une nouvelle qui, tout en permettant de suivre individuellement chaque pied de Fucus, nous permettrait de suivre la repopulation (recrutement).

Cette nouvelle technique sera testée au cours de l'année 1996.
