

**SURVEILLANCE ECOLOGIQUE  
ET HALIEUTIQUE  
DU SITE DE PALUEL  
ANNEE 1996**

**RAPPORT ANNUEL**

**Hervé T.du.BOULLAY    France TOULARASTEL    Franck COPPIN**

**Frank MAHEUX            Ingrid RICHARD\***

**Dominique DAVOULT\*    Jacques LE CLAIRE\*\***

\* Station marine de Wimereux

\*\* Laboratoire Municipal de Rouen

Convention de marché EDF n° P8A0195  
juin 1996



IFREMER Bibliotheque de BREST



0EL07002

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

<b>IFREMER</b> Station de Port-en-Bessin B.P.32 14.520 Port-en-Bessin Tél : 31.51.13.00 Fax : 31.51.13.01	<b>DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'AMENAGEMENT LITTORAL</b>  <b>DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES</b>	
<b>AUTEURS :</b> <b>Hervé T. du BOULLAY - France TOULARASTEL</b> <b>Frank MAHEUX - Franck COPPIN - Ingrid RICHARD</b> <b>Dominique DAVOULT - Jacques LE CLAIRE</b>		<b>CODE :</b>  <b>DEL/PB - 97.02</b>
<b>TITRE :</b> <b>SURVEILLANCE ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE</b> <b>DU SITE DE PALUEL</b> <b>ANNEE 1996</b>		<b>Date : juin 1997</b>  <b>Tirage : 20</b>  <b>Nb pages : 113</b>
<b>Commande</b> <b>EDF P8A0196</b>	<b>Rapport annuel</b>	<b>Diffusion</b> libre : <b>X</b> restreinte : confidentielle :
<b>RESUME :</b>  L'étude de surveillance n°19 du site électronucléaire de PALUEL (département de la Seine-Maritime) concerne l'année 1996. Sont étudiés les domaines pélagique, benthique et halieutique. Cette année 1996 est la 13 <sup>ème</sup> année de fonctionnement de la centrale. —  <b>ABSTRACT :</b>  The ecological survey n°19 covering PALUEL nuclear power station took place between March and September 1996. The following areas were monitored : Hydrology, microbiology, phytoplankton, zooplankton, intertidal phytobenthos and zoobenthos, and fishing. Paluel power station has now been operationnel for thirteen years.		
<b>Mots - clés : Benthos, Centrale nucléaire, Halieutique, Pélagos, Surveillance</b>		
<b>Key words : Benthos, Fishing, Pelagos, Nuclear power station, Survey.</b>		

**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 1996, l'état d'avancement a été adressé à EDF le 12 août 1996, le rapport préliminaire le 30 janvier 1997.

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 1996, 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,

**Jacques LECLERC**, 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** , 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 9 avril, 26 juin et 3 septembre 1996.

## **CHAPITRE 1**

### **GENERALITES**

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

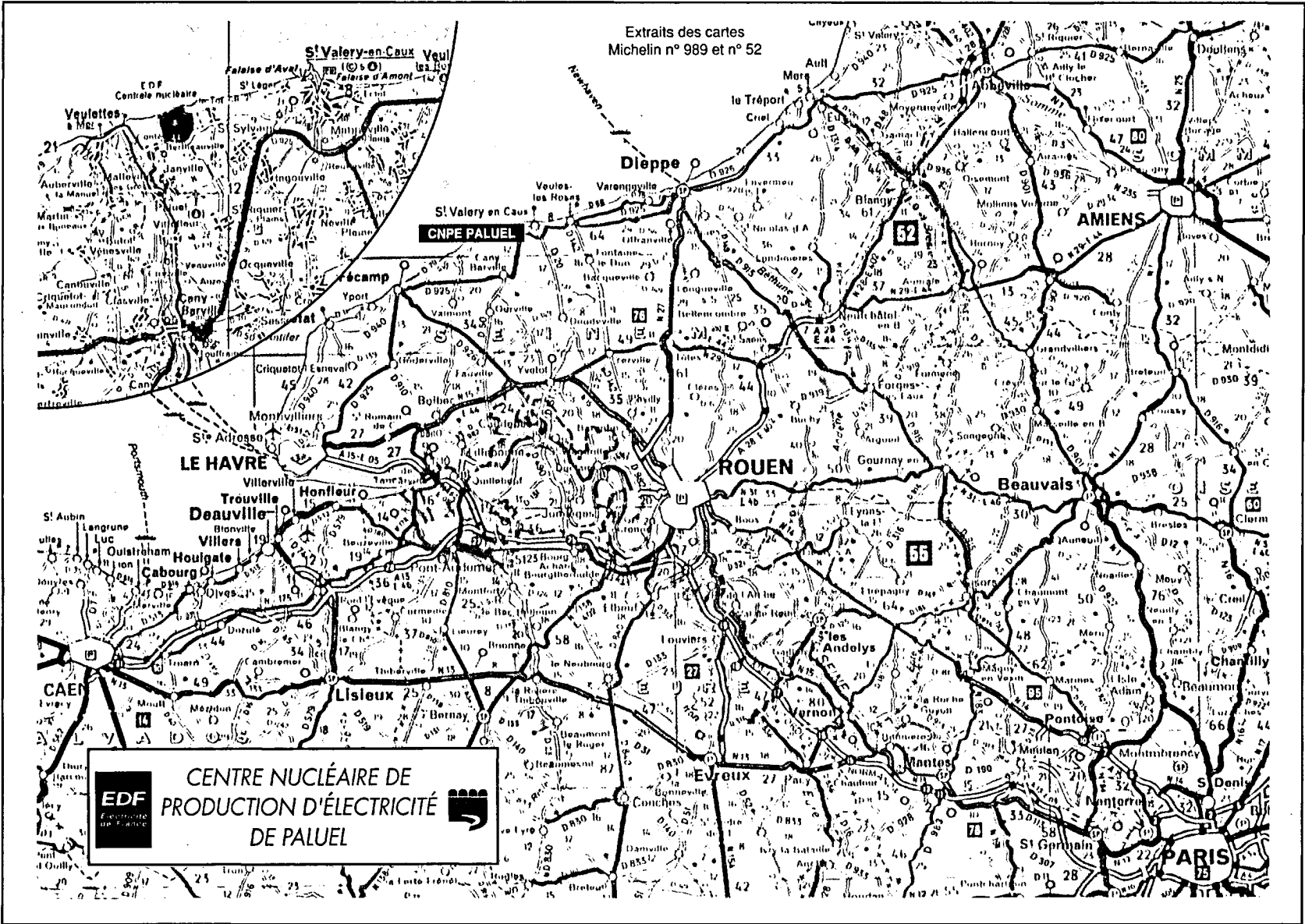


Fig 1.1 - Localisation géographique du site de Paluel

## 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 neuvième année (1996) de surveillance du site de PALUEL, ce qui correspond à la treizième 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.



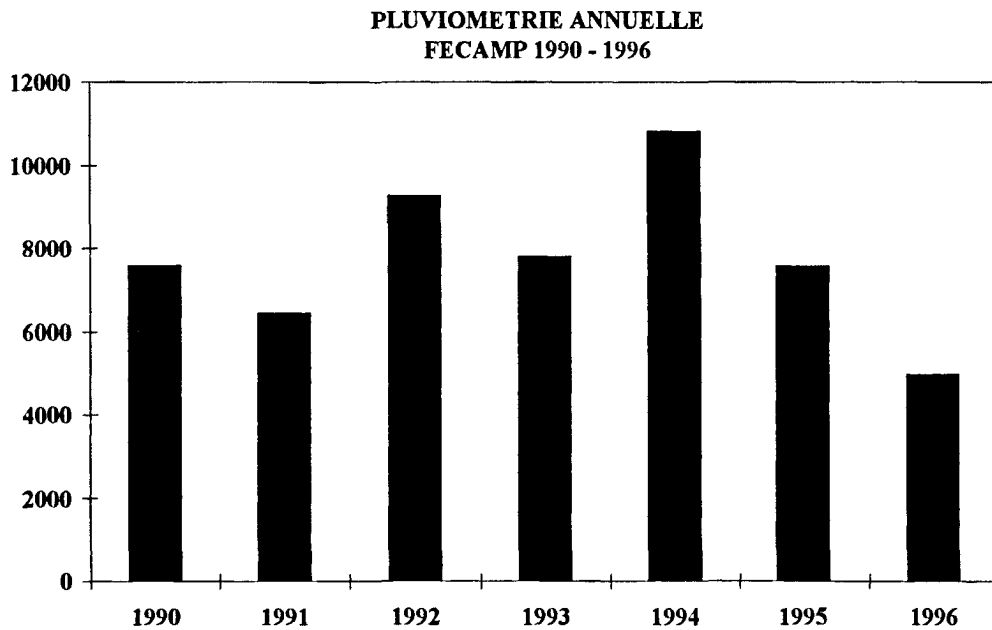
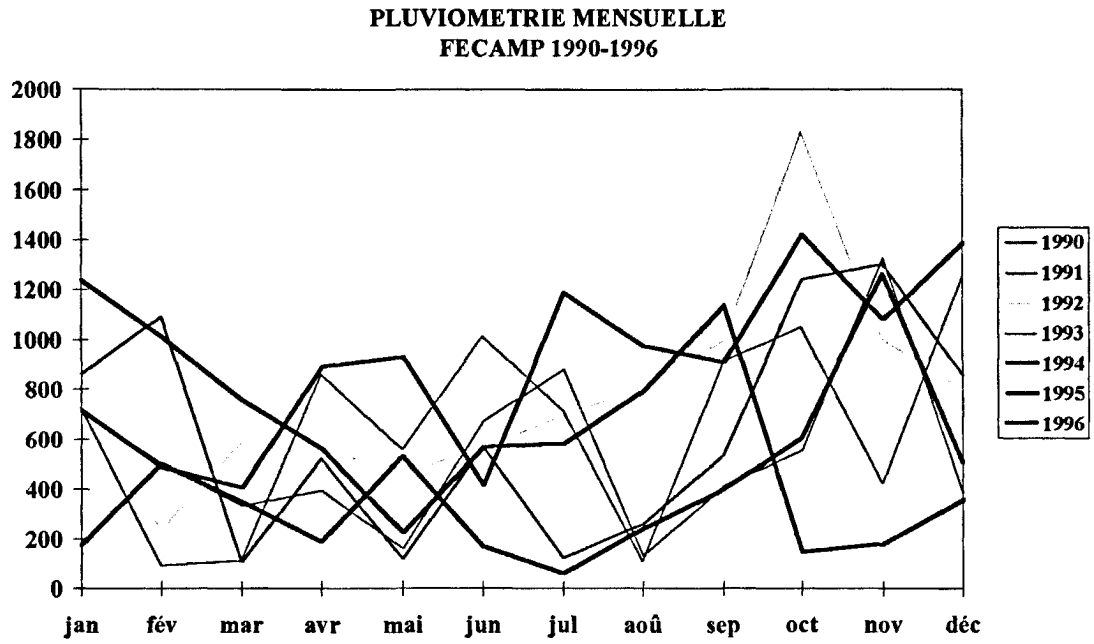


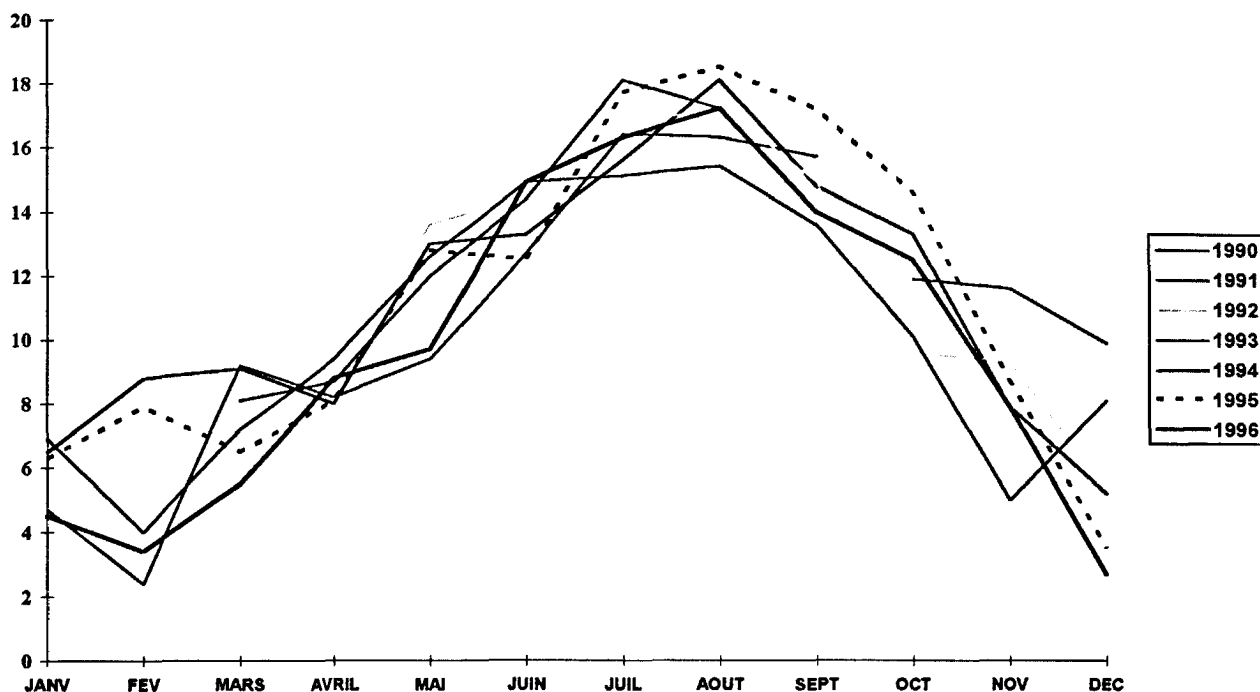
Fig 1.2 - Pluviométrie Fécamp

## 1.3 - CLIMATOLOGIE

### 1.3.1 - Les pluies

Les résultats enregistrés à Fécamp depuis 1990, montrent que 1996 est l'année la moins pluvieuse depuis 6 ans. La courbe mensuelle nous indique que ce sont les mois de janvier, avril, juin et juillet qui sont responsables de ce déficit record.

### 1.3.2 - La température



**Fig 1.3 - Température - Fécamp**

L'année 1996 se caractérise par un hiver parmi les plus rudes depuis 6 ans (janvier, février), un début de printemps le plus frais depuis 6 ans, un été et un automne moyen.

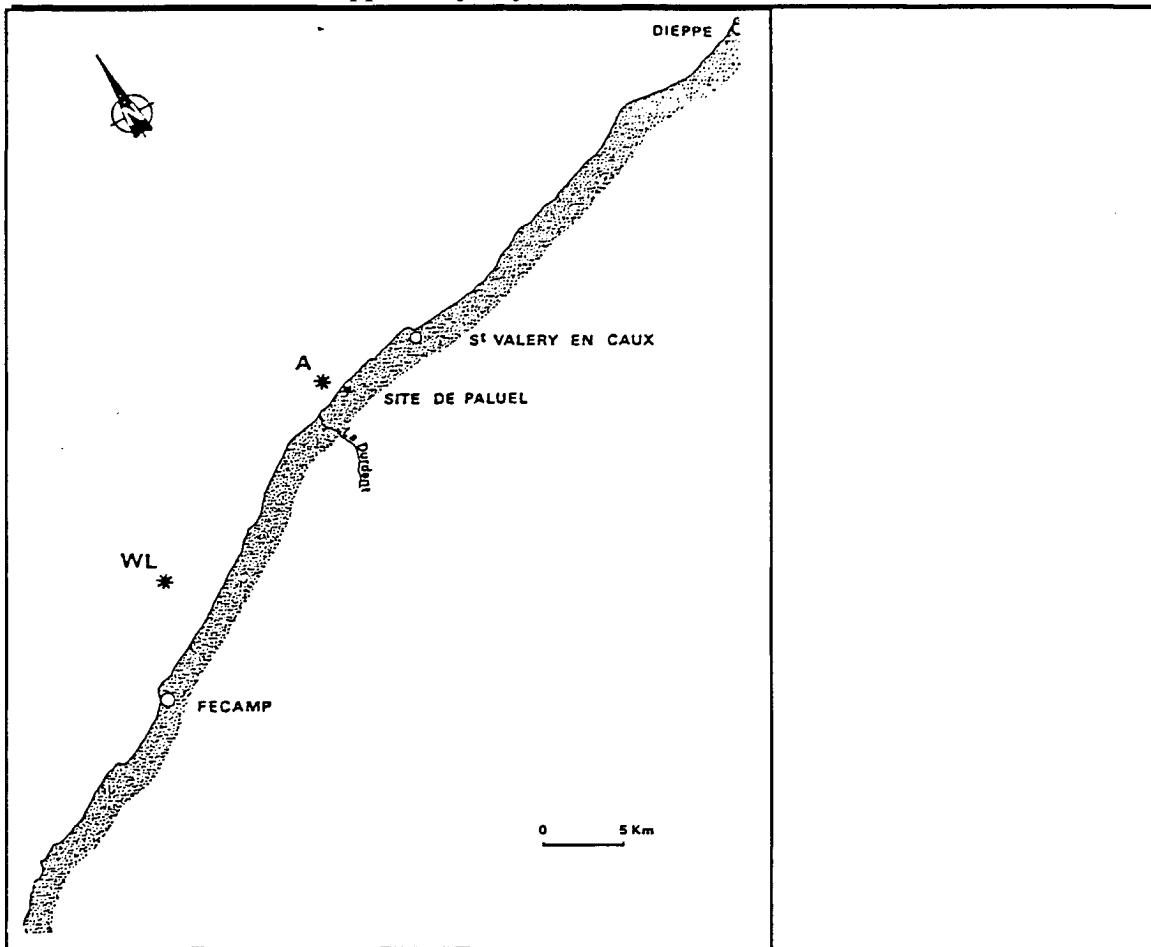


Fig 1.4 - Situation des mesures de courantologie

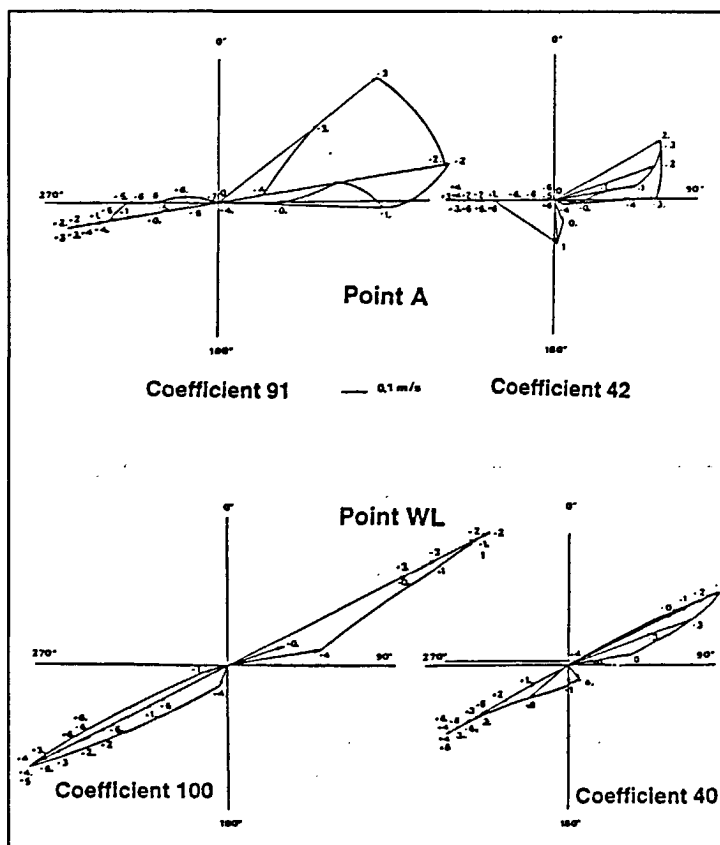


Fig 1.5 : Rose des courants à Paluel

## 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
9 avril 1996	I	40	1.278	0
	II	40	1.287	0
	III	40	1.266	0
	IV	0	0	0
26 juin 1996	I	40	775	1
	II	40	1.227	0
	III	40	963	1
	IV	40	1.069	0
3 septembre 1996	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**

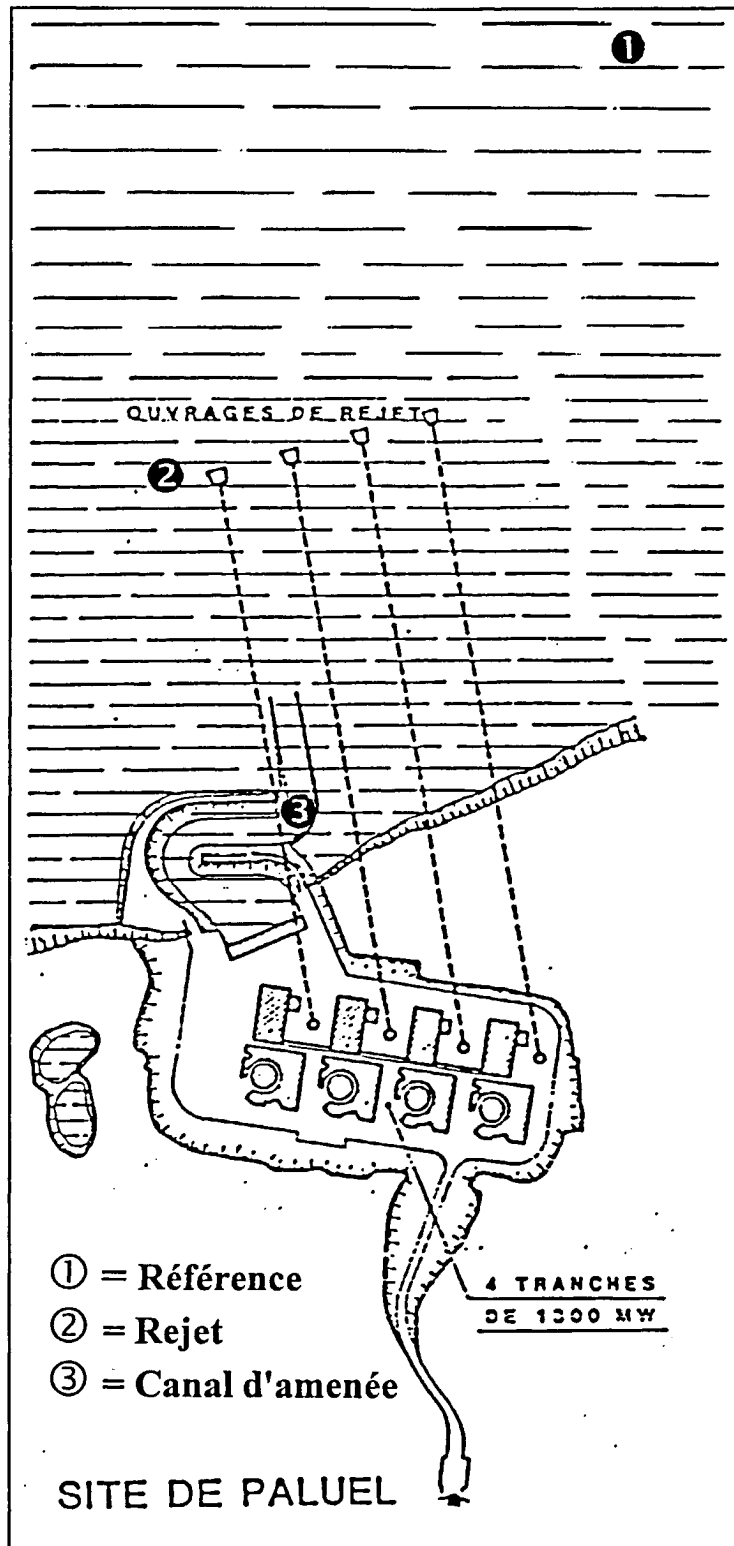


Fig 1.6 - Situation des points de prélèvement

## **LE DOMAINE PELAGIQUE**

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

### **GENERALITES**

Les trois campagnes ont été réalisées à bord du N/O THALIA de l'IFREMER les 9 avril, 26 juin et 3 septembre 1996.

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

- **canal d'amenée** : 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**



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

## 2.1 - LA TEMPERATURE

	AVRIL °c	JUIN °c	SEPTEMBRE °c
<b>CANAL D'AMENEE</b>	8,38	16,16	19,31
<b>REJET</b>	9,89	18,44	20,19
<b>REFERENCE Sfce</b>	7,32	16,97	18,62
<b>REFERENCE -10m</b>	7,29	15,88	18,58
<b>Δt REJET/REFERENCE</b>	<b>2,59</b>	<b>2,01</b>	<b>1,59</b>

**Tableau 2.1 : La température en °c**

Le Δt le plus important, entre la moyenne rejet et référence, est enregistré en avril avec 2,59° tandis que pour les deux campagnes de juin et septembre on observe respectivement des valeurs de 2,01 et 1,59°.

## 2.2 - LA SALINITE

	AVRIL	JUILLET	SEPTEMBRE
<b>CANAL D'AMENEE</b>	33,56	30,74	32,81
<b>REJET</b>	33,63	33,89	32,74
<b>REFERENCE Surface</b>	30,94	30,74	31,16
<b>REFERENCE -10m</b>	32,30	33,89	34,15

**Tableau 2.2 : La salinité**

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

### 2.3 - LES MATIERES EN SUSPENSION

	AVRIL mg/l	JUILLET mg/l	SEPTEMBRE mg/l
CANAL D'AMENEE	60,5	5,5	7
REJET	32,4	4	13,5
REFERENCE Surface	15	173,8	5,6
REFERENCE - 10m	12,9	2,8	17,2

**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, excépté en septembre entre le canal d'améné et le rejet. Nous considérons la valeur de juin observée au point référence/surface comme aberrante.

### 2.4 - LES SELS NUTRITIFS (cf figure 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<sub>2</sub> + NO<sub>3</sub>

#### AMMONIUM

NO <sub>2</sub> + NO <sub>3</sub> μ mole/dm <sup>3</sup>	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**

Les valeurs en sels nutritifs sont relativement faibles par rapport à l'année dernière. Il en est de même pour la biomasse phytoplanctonique.

Le gradient côte-large décroissant est à peu près observé, à part en septembre pour l'ammonium et les nitrates/nitrites..

## **CHAPITRE 3**

# **MICROBIOLOGIE**

**J. LE CLAIRE**  
**Laboratoire Départemental de Rouen**

	<b>9 avril 1996</b>	<b>26 juin 1996</b>	<b>3 septembre 1996</b>
<b>Amenée</b>	1,22 x 10 <sup>5</sup>	1,09 x 10 <sup>5</sup>	1,23 x 10 <sup>5</sup>
<b>Rejet</b>	1,25 x 10 <sup>5</sup>	1,22 x 10 <sup>5</sup>	1,36 x 10 <sup>5</sup>
<b>Référence</b>	1,36 x 10 <sup>5</sup>	1,3 x 10 <sup>5</sup>	1,19 x 10 <sup>5</sup>

**Tableau 3.1 : Germes totaux en Epifluorescence / ml**

### 3.1 - INTRODUCTION

La surveillance microbiologique du **SITE DE PALUEL** a été effectuée en 1996 à partir des prélèvements des 9 avril, 26 juin et 3 septembre.

**24 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.

- Dénombrement des germes totaux en épifluorescence.
- Dénombrement des bactéries aérobies revivifiables sur milieu de Zobell.
- Recherche et dénombrement 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  $9,5 \times 10^4$  (Référence le 3.09) à  $1,56 \times 10^5$  (Référence le 9.04). Il est le même au large et aux abords immédiats de la centrale. Il n'y a pas de différences significatives entre le canal d'amenée et le rejet.

Au cours de l'année 1996, le nombre de germes totaux dénombrés par épifluorescence reste toujours du même ordre de grandeur, quelque soit la saison.

	<b>9 avril 1995</b>	<b>26 juin 1995</b>	<b>3 septembre 1995</b>
<b>Amenée</b>	5.125	1.132	2.050
<b>Rejet</b>	28.750	1.437	6.850
<b>Référence</b>	34.875	7.703	9.600

**Tableau 3.2 : Germes revivifiabes 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 **990/ml** (canal d'amenée le 26.06) à **42.500/ml** (Référence le 9.04).

Au printemps et en automne, le nombre de germes revivifiants est plus important dans les eaux de rejet que dans les eaux du canal d'amené. Si on établit une moyenne annuelle, on observe 4 fois plus de germes dans les eaux de rejet (2.769/ml) que dans celles du canal d'amenée (12.345 /ml ). Le nombre de germes revivifiants dénombrés dans les eaux de rejet reste toutefois inférieur à celui du point référence.

Au cours de l'année 1996, le nombre de germes dénombrés varie beaucoup en fonction des saisons. Il est élevé au printemps et faible en été

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

Aucune souche n'a été mise en évidence.

	9 avril 1996		26 juin 1996		3 septembre 1996	
	Recherche /1l	Dénom b /100 ml	Recherche /1l	Dénom b /100 ml	Recherche /1l	Dénom b /100 ml
Amenée 1	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Amenée 2	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Rejet 1	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Rejet 2	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Référence 1	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Référence 2	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Référence 3	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3
Référence 4	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3	ABSENCE	< 3

**Tableau 3.3 : Les Vibrio halophiles**

### 3.5 - DOSAGE DES ORGANO-HALOGENES VOLATILS

Le seul produit détecté aux abords de la centrale est le tribromométhane dont les quantités sont plus importantes dans les eaux de rejet que dans le canal d'amenée. Toutefois en juin, les résultats restent, au point de rejet, inférieurs à ceux enregistrés au point de référence.

La quantité de tribromométhane trouvée en 1996 varie en fonction des saisons avec un maximum en été.

		CHBr <sub>3</sub>	CHBr <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	CHBrCl <sub>2</sub>	CHCl <sub>3</sub>
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Amenée	9 avril	< 1	< 1	< 1	< 1
	26 juin	1,5	< 1	< 1	< 1
	3 septembre	1,3	< 1	< 1	< 1
Rejet	9 avril	< 1	< 1	< 1	< 1
	26 juin	3,8	< 1	< 1	< 1
	3 septembre	2,1	< 1	< 1	< 1
Référence	9 avril	< 1	< 1	< 1	< 1
	26 juin	4,4	< 1	< 1	< 1
	3 septembre	< 1	< 1	< 1	< 1



### 3.6 - CONCLUSION

La surveillance microbiologique du site de la centrale de Paluel pendant l'année 96 donne les résultats suivants :

➤ Le nombre de germes totaux retrouvés dans l'eau de mer est le même au large et aux point amenée et rejet des eaux de refroidissement de la centrale .

➤ Le nombre de germes revivifiables retrouvés au printemps et en automne dans l'eau de rejet de la centrale est plus important que celui trouvé dans l'eau du canal d'amenée. Il y a une grande variation du nombre de germes revivifiables au cours des saisons.

➤ Il n'y a pas cette année de vibrio-halophiles dans l'environnement marin de la Centrale de PALUEL.

➤ Le dosage des organo-halogénés volatils montre la présence de tribromométhane aux environs de la centrale de Paluel. En été et en automne la quantité de tribromométhane trouvée est plus importante dans les eaux de rejet que dans les eaux du canal d'amenée de la centrale.

## CHAPITRE 4

# PHYTOPLANCTON PRODUCTION PRIMAIRE

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

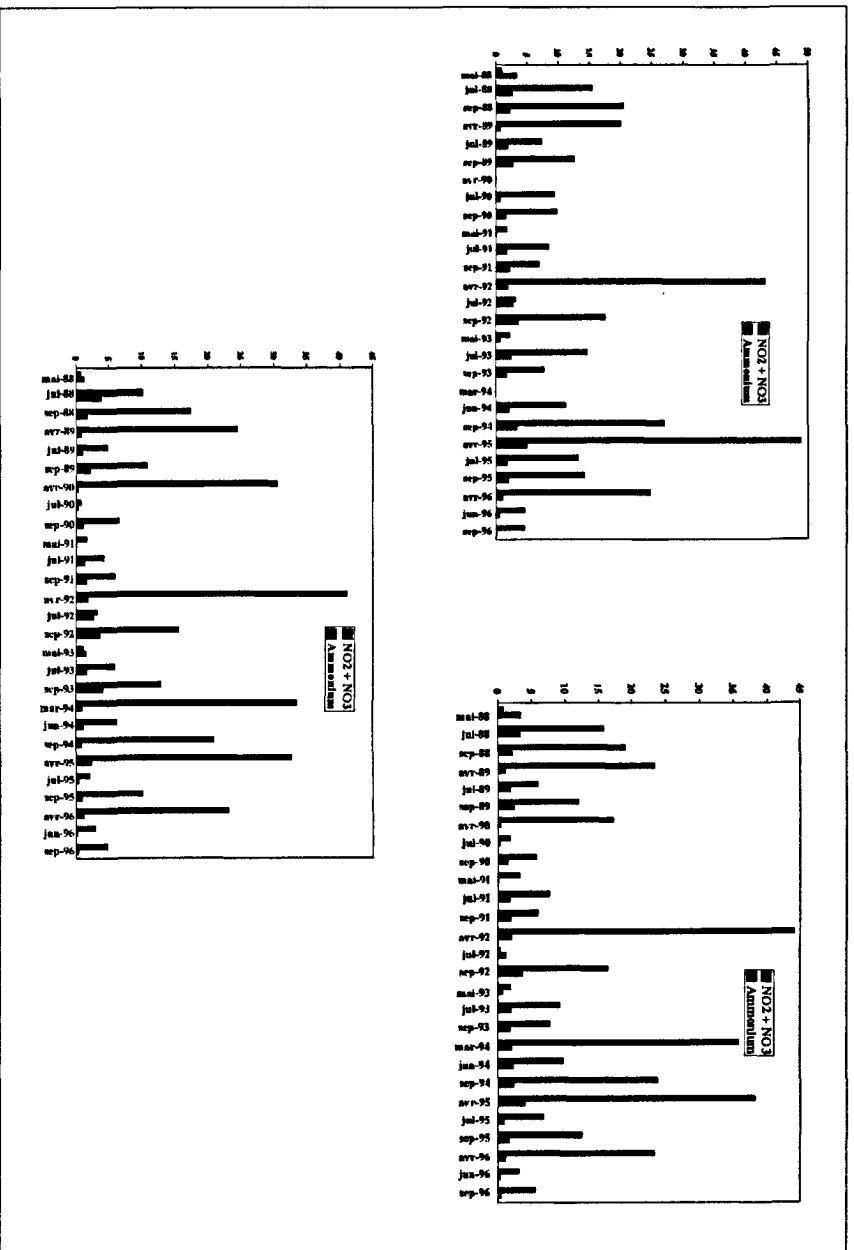


Fig 4.1 : Les sels nutritifs à Paluel depuis 1988

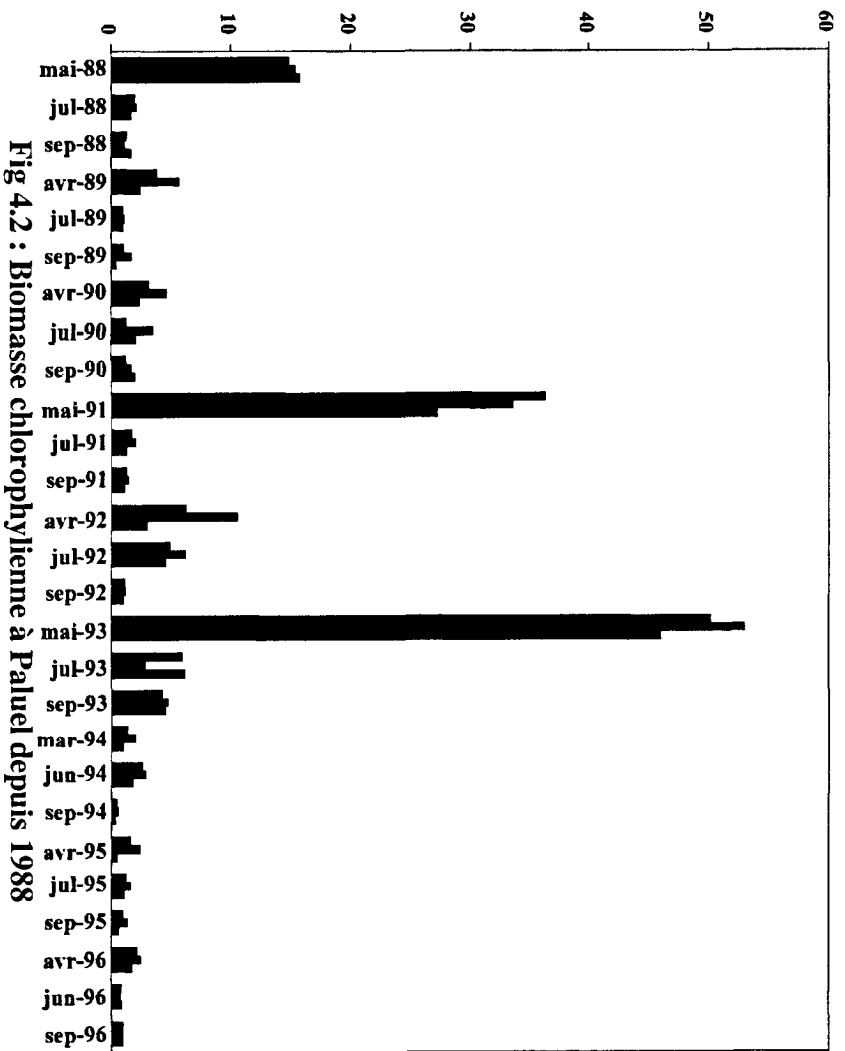


Fig 4.2 : Biomasse chlorophyllienne à Paluel depuis 1988

#### 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
ASREGLA	42.600	33.200	65.600	16.500
BIDD			600	200
CHAE		100		
COSC	400	300	500	1.100
DITY	1.100	500	500	1.100
LAUDERIA			900	
MELO	6.300	3.000	18.400	8.700
NITZ	900	100	1.000	100
PLEU	10.800	11.100	6.200	8.700
PROI	300	100		
RHAP		100		
RHIZSET	1.800	1.600	2.100	900
THAANIT	14.500	23.200	22.900	13.900
THAL		900	2.800	
THALROT	1.200	1.900	300	1.500

**Tableau 4.1 : Résultats de la campagne d'avril 1996 en nb Cell/l**

Par rapport à 1995, à cette même époque, les valeurs enregistrées lors de cette campagne printanière (tableau 4.1)) montrent une richesse spécifique et en densité nettement plus forte. Deux espèces se détachent nettement, *Asterionella glacialis* et *Thalassionema nitzschioides*.

Les sels nutritifs sont encore bien présents dans le milieu (fig 4.1 ci-contre).

ESPECES	REJET	REF-S	REF -10m	CANAL d'AMENEE
ASTEGLA		1.500	900	
BIDUL	400			
CHAE				1.000
COSC	1.300	2.200	1.500	600
MELO	1.400	10.000	8.300	800
NAVI	500			
NITZ	100			
PLEURO		800	1.000	
RHIZDEL		11.000	9.000	6.000
RHIZFRA		11.000	13.000	6.000
RHIZSET	7.900	11.900	500	200
RHIZSTOL	1.900	25.000	15.000	12.000
RHIZIMB		200	500	200
PROI	700	2.000	900	1.000
SKELCOS	2.200			
THAA		3.000	1.600	1.200
THAL				1.000
THALROT	1.500	3.000	2.500	1.400

**Tableau 4.3 : Résultats de la campagne de septembre 1996 en nb cell/l**

ESPECES	REF-S	REF -10m	REJET	CANAL D'AMENEE
ACTI				300
ASTEGLA	1.800	2.200	3.500	5.200
BIDD	400			1.000
CHAE				500
COSC	100		500	900
DITY		100	500	200
MELO	500	3.100	9.000	18.400
PLEU			100	300
PROI	2.000	1.200		1.600
PRORMIC				500
RHIZ	900	400	3.000	1.200
THAANIT	300	3.200	700	2.600
THAL	800	700		1.200
THALROT	400	1.100		2.000

**Tableau 4.2 : Résultats de la campagne de juillet 1996 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 reste cependant faible. Trois espèces, classiquement observées à cette époque, se détachent nettement : *Asterionella*, *Rhizosolenia* et *Melosira*.

En septembre (cf tableau 4.3 ci-contre), on constate une richesse spécifique plus importante que lors des deux campagnes précédentes. Parmi elles, le genre *Rhizosolenia* et *Melosira* est particulièrement représenté. L'analyse de la population exprime l'arrivée de l'automne.

	Chloro a totale (mg/m <sup>3</sup> )	Prod Prim (mg C/m <sup>3</sup> /h)	P/B
Canal d'amenée	2,86	18,03	6,3
Rejet	2,44	20,85	8,5
Référence Sfce	1,84	15,44	8,4
Référence -10m	1,72	16,01	9,3

**Tableau 4.4 : Campagne d'avril 1996**

	Chloro a totale (mg/m <sup>3</sup> )	Prod Prim (mg C/m <sup>3</sup> /h)	P/B
Canal d'amenée	0,76	9,12	12
Rejet	0,82	7,59	9,2
Référence Sfce	0,96	9,08	9,4
Référence -10m	0,88	11,29	12,8

**Tableau 4.5 : Campagne de juin 1996**

	Chloro a totale (mg/m <sup>3</sup> )	Prod Prim (mg C/m <sup>3</sup> /h)	P/B
Canal d'amenée	0,91	11,06	12,1
Rejet	0,95	11,95	12,6
Référence Sfce	1	11,71	11,7
Référence -10m	0,92	14,96	16,3

**Tableau 4.6 : Campagne de septembre 1996**

## 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.

On constate une relative pauvreté notamment en nombre d'espèces et ce par rapport à un site comme Penly, sensible, il est vrai, aux « vidanges » de la baie de Somme.

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

Cette année nous avons testé, en double avec le *Thalia*, l'utilisation d'un zodiac lors de la campagne d'avril. Les résultats sont très comparables avec cependant une plus grande facilité de positionnement notamment aux points canal d'amenée et rejet.

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

### Codes espèces et libelles



## **CHAPITRE 5**

### **ZOOPLANCTON**

**France TOULARASTEL  
IFREMER BREST**

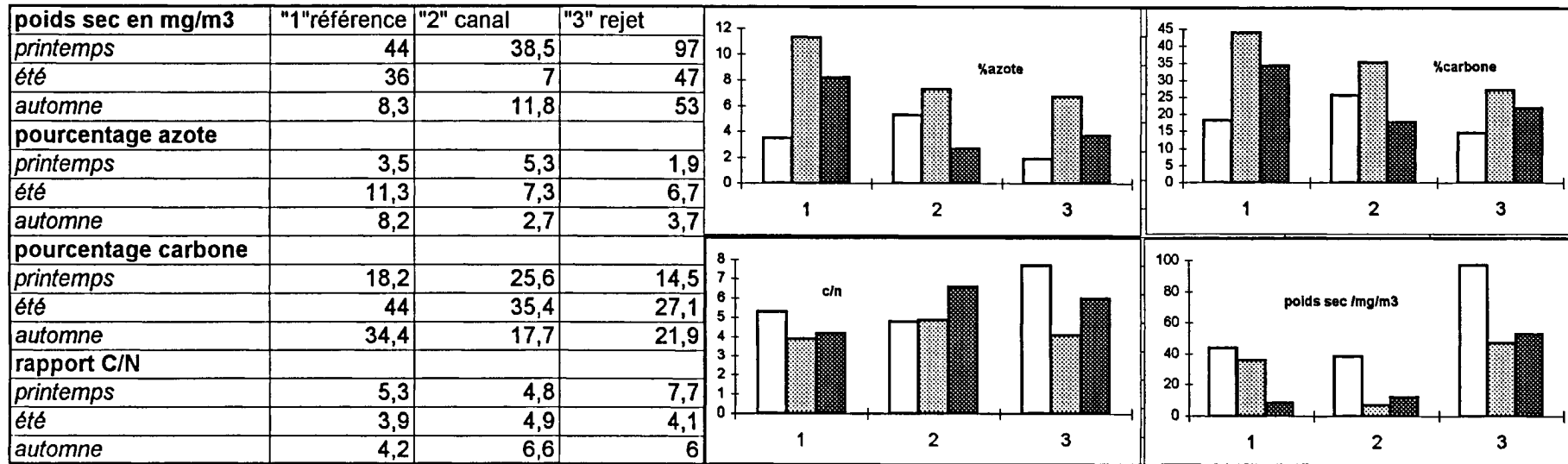


tableau 5.1

## **5.1 - Introduction**

En 1996, les campagnes de prélèvement ont eu lieu les 9 avril, 26 juillet et 3 septembre. A chaque point sont faits sept prélèvements de zooplancton, six pour l'évaluation des poids de biomasse et à l'analyse des teneurs en carbone et azote, le septième est formolé pour l'étude qualitative et quantitative des espèces animales. Les prélèvements sont faits au filet triple de type WP2, verticalement sur toute la hauteur de la colonne d'eau. Le maillage du filet est de 200  $\mu$ .

## **5.2 - Etude de la biomasse zooplanctonique globale**

(Cf tableau 5.1 ci-contre)

\* Poids sec : le poids de biomasse sèche varie en 1996 entre 7 et 97 mg par m<sup>3</sup> ce qui est dans la fourchette des valeurs observées depuis le début de la surveillance sur ce site.

\* Teneur en carbone et azote : le pourcentage en azote dans la biomasse sèche varie de 2 à 11% et ceux de carbone de 22 à 44%.

\* Rapport Carbone/azote : il varie entre 4,1 et 6,6 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. Il faut noter cependant une valeur du rapport C/N de 7,7 au printemps au point rejet qui ne peut s'expliquer que par une forte quantité de matières en suspension.

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

<b>PALUEL 1996</b>	<b>nombre d'individus par 10m3</b>						
<b>temora longicornis</b>	"1"référence	"2" canal	"3" rejet				
<i>printemps</i>	333	176	4382				
<i>été</i>	6065	100	2960				
<i>automne</i>	2800	438	620				
<b>acartia clausi</b>							
<i>printemps</i>	74	146	335				
<i>été</i>	13387	200	3170				
<i>automne</i>	6700	9498	8021				
<b>euterpina acutifrons</b>							
<i>printemps</i>	10	10	10				
<i>été</i>	10	10	10				
<i>automne</i>	84	213	294				
<b>centropages hamatus</b>							
<i>printemps</i>	8	65	29				
<i>été</i>	1710	10	180				
<i>automne</i>	240	192	364				
<b>oikopleura dioica</b>							
<i>printemps</i>	10	10	10				
<i>été</i>	209	30	32				
<i>automne</i>	256	363	294				
<b>lv.cirripèdes</b>							
<i>printemps</i>	1116	5654	32294				
<i>été</i>	16	100	252				
<i>automne</i>	252	1347	513				
<b>lv.annélides</b>							
<i>printemps</i>	264	1246	741				
<i>été</i>	11	50	130				
<i>automne</i>	126	310	101				
<b>lv.crustacés</b>							
<i>printemps</i>	30	16	21				
<i>été</i>	160	80	54				
<i>automne</i>	270	142	41				
<b>total individus</b>							
<i>printemps</i>	1920	25580	11540				
<i>été</i>	7890	820	5230				
<i>automne</i>	39280	9780	11670				

**temora**

Station	printemps	été	automne
1	333	6065	2800
2	176	100	438
3	4382	2960	620

**acartia**

Station	printemps	été	automne
1	74	13387	6700
2	146	200	9498
3	335	3170	8021

**centropages**

Station	printemps	été	automne
1	8	1710	240
2	65	10	192
3	29	180	364

**lv.cirripèdes**

Station	printemps	été	automne
1	1116	16	252
2	5654	100	1347
3	32294	252	513

**lv.annélides**

Station	printemps	été	automne
1	264	11	126
2	1246	50	310
3	741	130	101

**lv.crustacés**

Station	printemps	été	automne
1	30	160	270
2	16	80	142
3	21	54	41

**total individus**

Station	printemps	été	automne
1	1920	7890	39280
2	25580	820	9780
3	11540	5230	11670

**oikopleura**

Station	printemps	été	automne
1	10	209	256
2	10	30	363
3	10	32	294

tableau 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 appendiculaires. On dénombre aussi des juvéniles de crabes, crevettes, vers, mollusques et poissons dont seule une phase du cycle est pélagique.

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 montrent l'importance de ces cinq espèces, à chaque point et pour les années 88, 90, 92, 94, 95 et 96. Ces résultats correspondent aux dix-huit dernières campagnes faites à raison de trois par an, au printemps, en été et en automne.

L'espèce *Temora longicornis* est abondante au large (point référence) en été en 1996, avec 6.000 individus par 10 m<sup>3</sup>.

C'est *Acartia clausi* qui domine en 1996 avec près de 13.000 individus par 10 m<sup>3</sup> en été au point référence.

L'espèce *Euterpina acutifrons*, plus côtière et plus tardive, s'observe cette année au canal d'aménée en automne avec des effectifs inférieurs à 300 par 10 m<sup>3</sup>.

En ce qui concerne l'holoplancton on remarque *Sagitta setosa* au point référence en automne, et des appendiculaires *Oikopleura dioica* au rejet en été.

Parmi les larves méroplanctoniques on notera l'abondance des larves cirripèdes au rejet au printemps, ce qui est normal vu l'abondance des adultes dans l'environnement de la centrale; les effectifs atteignent plus de 32.000 par 10 m<sup>3</sup> le 9 avril.

Les larves de mollusques et de crustacés (cirripèdes exceptés) ne se comptent que par dizaine par 10 m<sup>3</sup> alors que les larves d'annélides (spionidés) sont nombreuses en été au large avec des effectifs de l'ordre de 1.200 par 10 m<sup>3</sup>, ainsi que les larves de porcellanidés et de gastéropodes, au large et en automne.

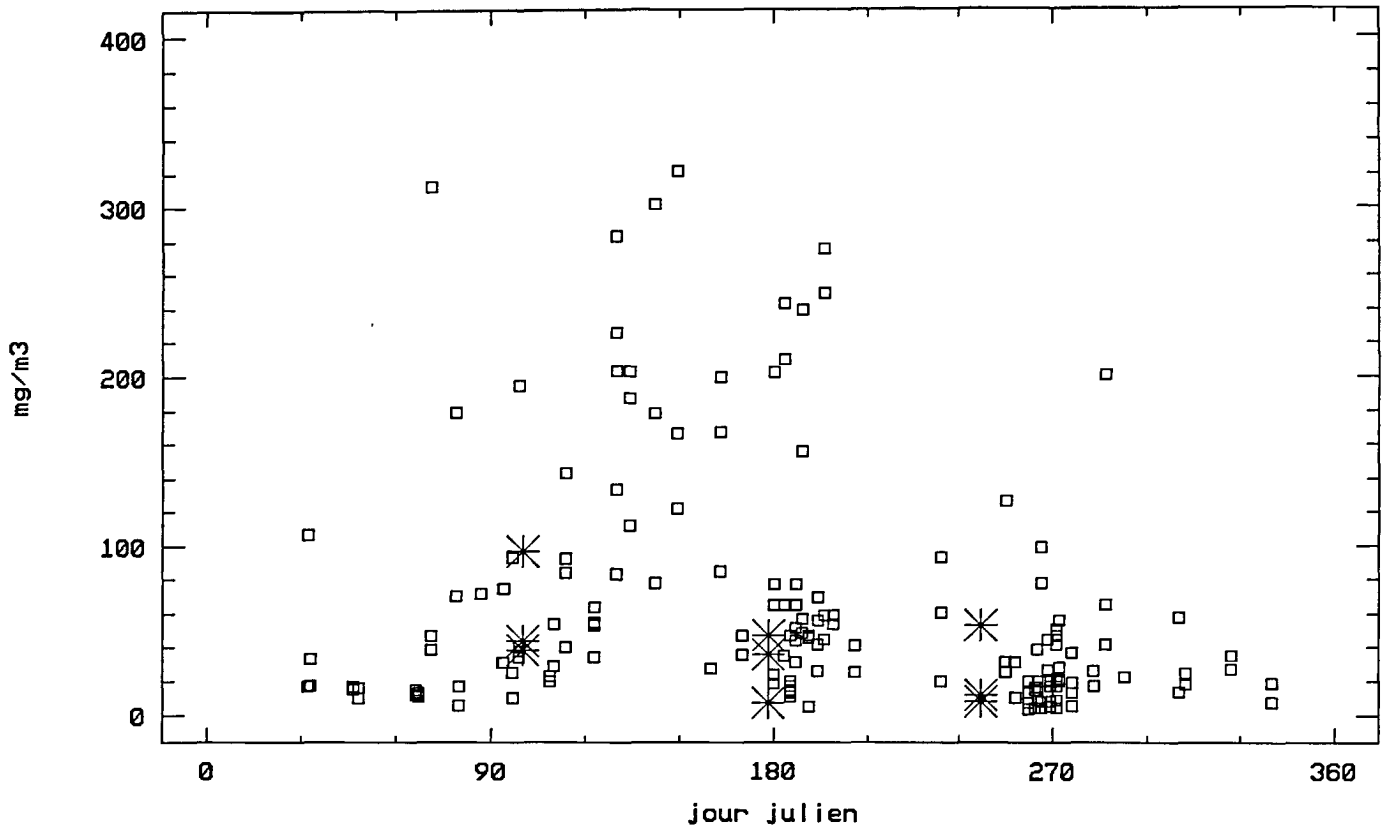
Pour finir il faut insister comme chaque année, sur le grand nombre d'alevins de sprats capturés au printemps au niveau des rejets de la centrale.

### 5.4 - Conclusion

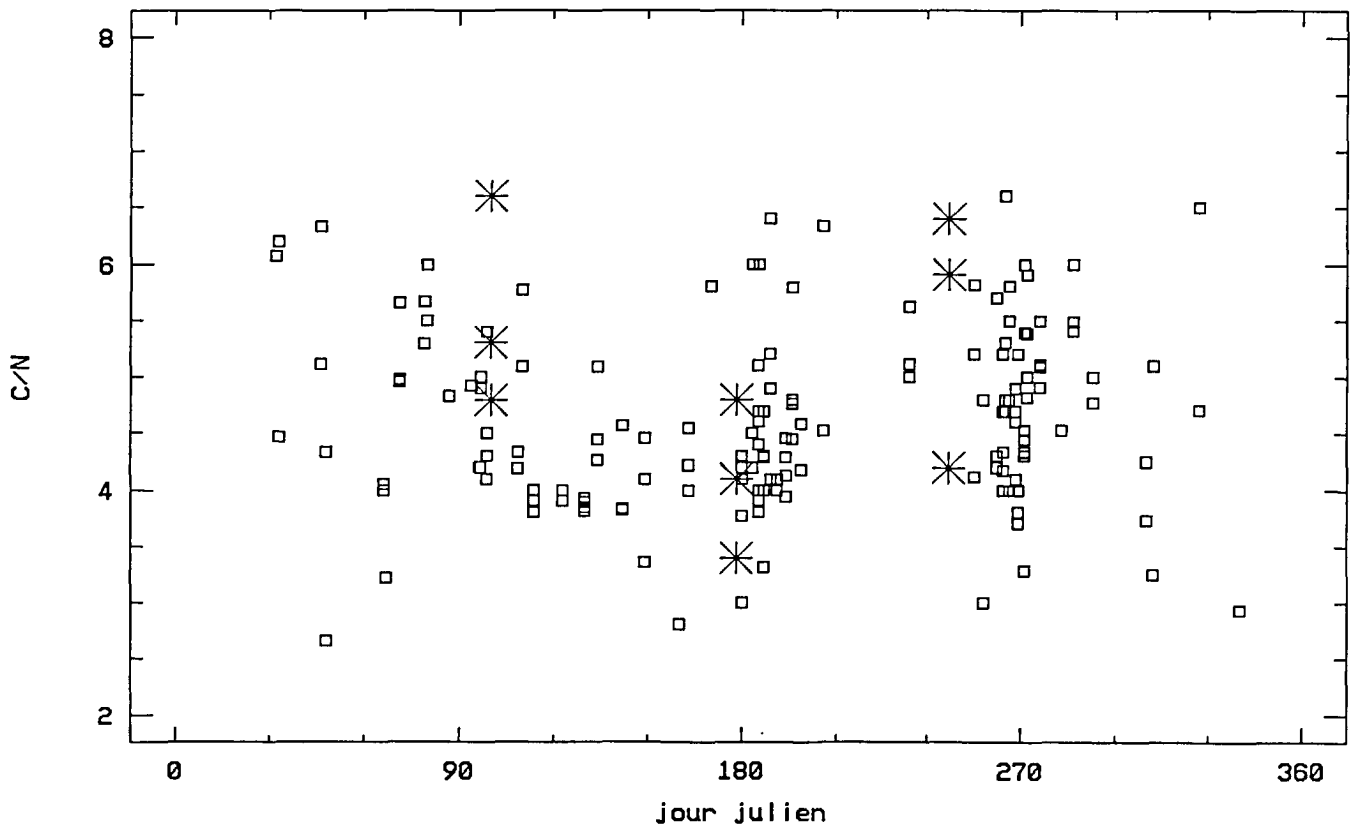
En 1996 on notera que la valeur du poids de la biomasse zooplanctonique et celle du rapport carbone/azote se situent parfaitement dans la fourchette de toutes les valeurs observées précédemment.

En ce qui concerne les espèces, on ne remarque ni prolifération excessive ni absence anormale. Les observations sur leur présence et leur comportement saisonnier, correspondent au cycle naturel connu sur ce site.

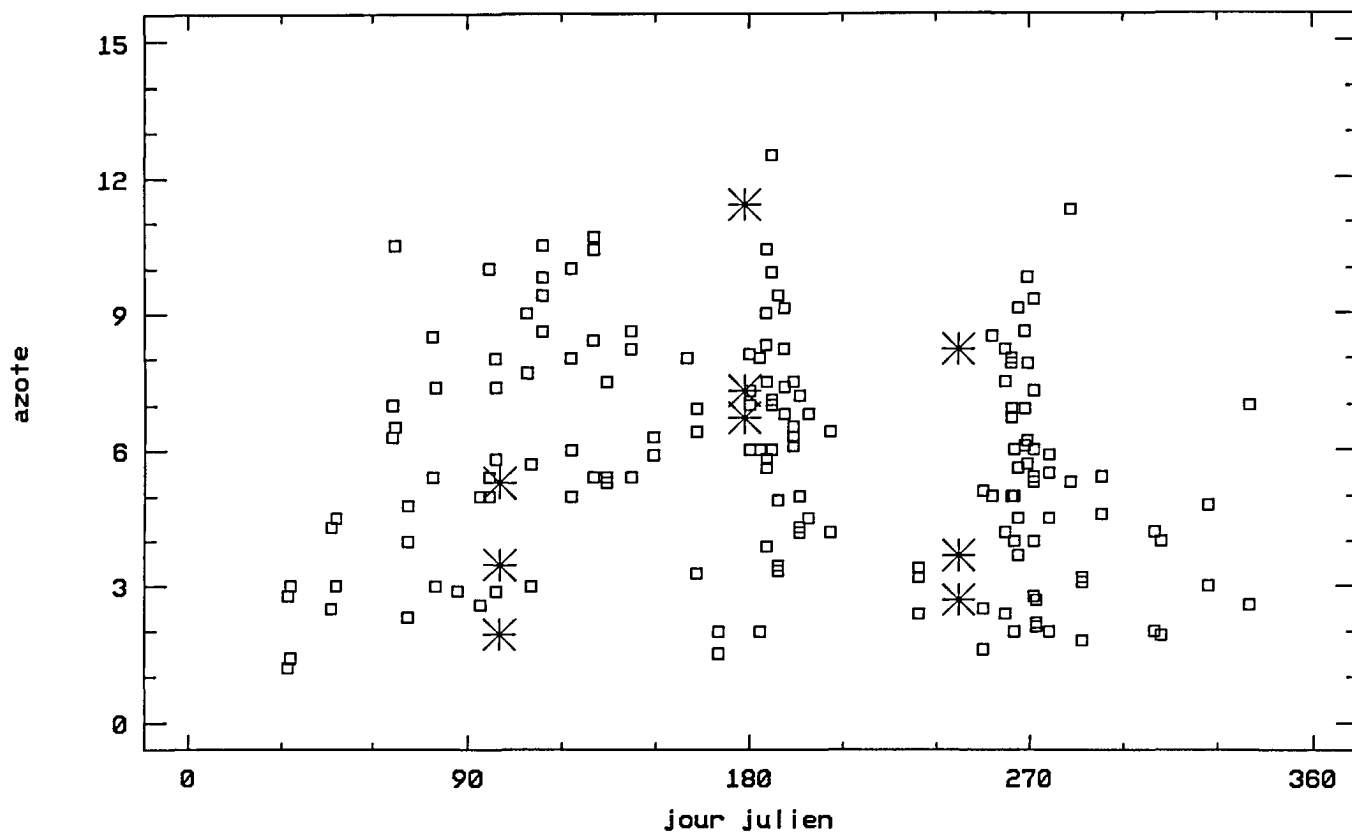
pois sec de la biomasse en mg/m<sup>3</sup>  
comparaison 1996 avec années précédentes



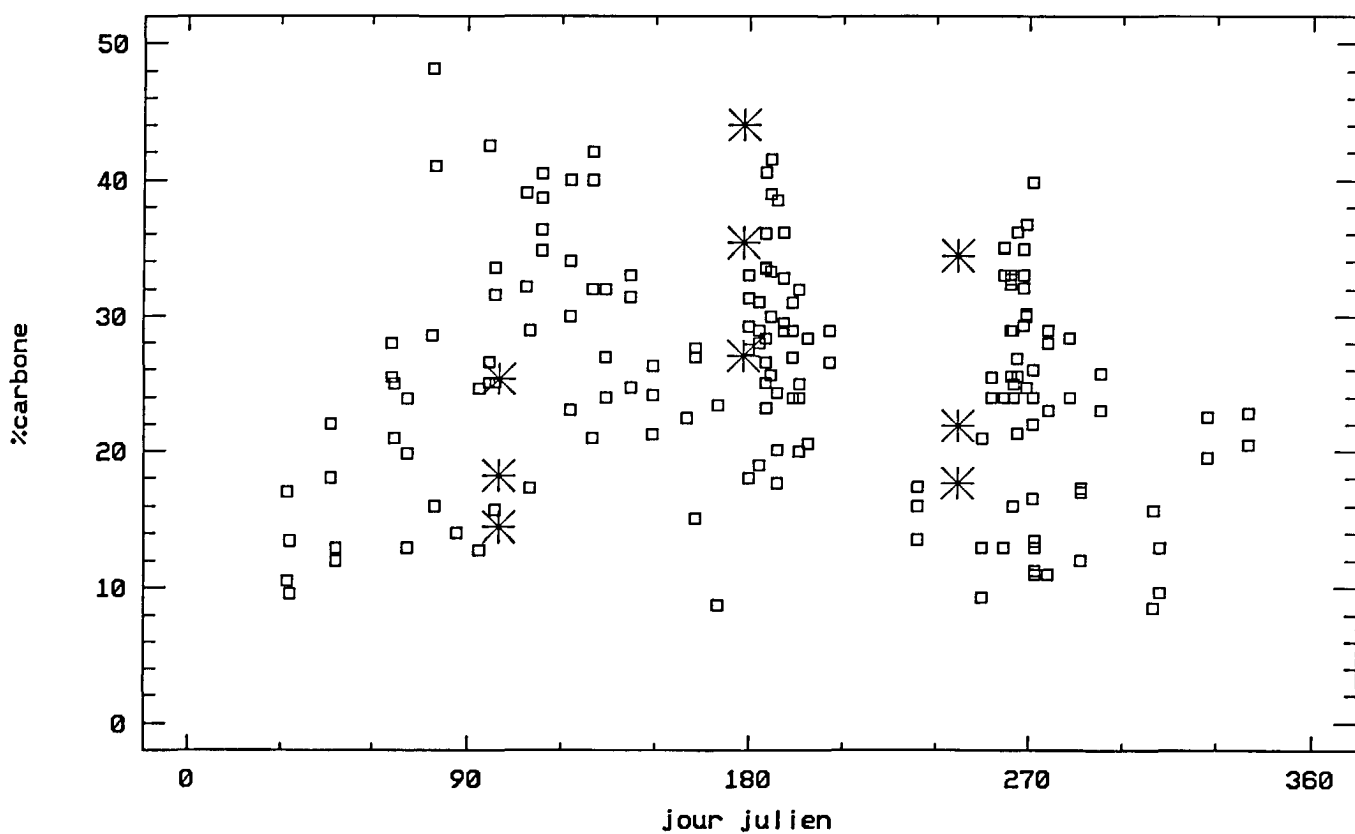
rapport carbone/azote



pourcentage d'azote dans biomasse sèche



pourcentage carbone dans biomasse sèche

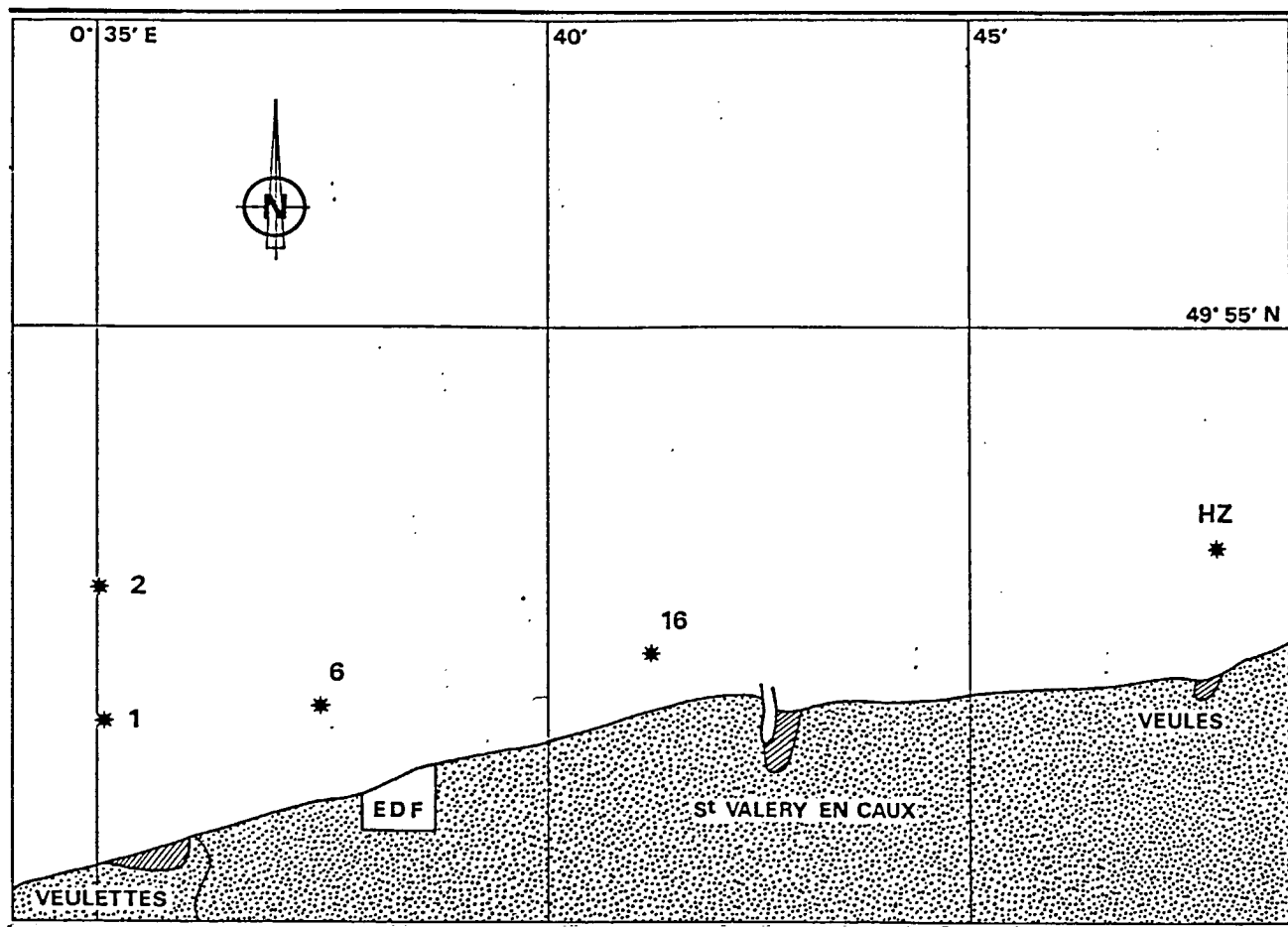


## **CHAPITRE 6**

### **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 1996	1, 2, 6, 16 et H.Z
juillet 1996	1 et 6
octobre 1996	1, 2, 6, 16 et H.Z
janvier 1997	1 et 6

**Tableau 6.1 : Calendrier des campagnes 1996/1997**

## 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. Davoult, 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. 6.1) sont donc échantillonnées au printemps et en automne:

- la station 1, autrefois 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).

Cette année, les opérations se sont déroulées selon la procédure prévue (cf tableau 6.1).

## 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'agrégation 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 dominant 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:

$$E = H / \log_2 N$$

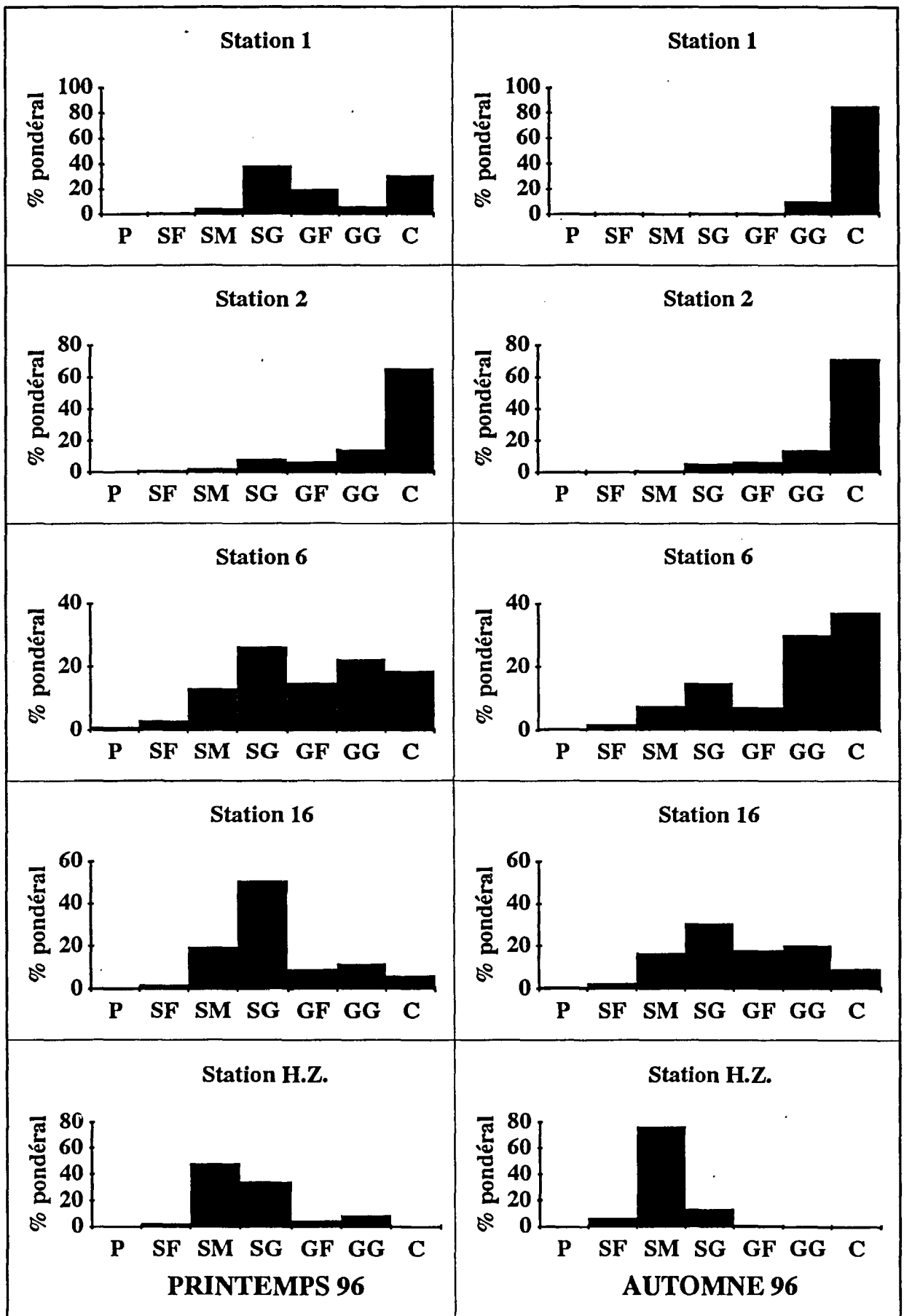


Fig 6.2 : Analyse granulométrique

### 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 proches au printemps et en hiver, sauf à la station 1.

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, à l'exception du prélèvement de printemps de la station 1 qui montre une proportion assez forte de sables grossiers mais qui présente néanmoins globalement l'image d'un sédiment grossier hétérogène. 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 de 1993 à 1995 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, et il devient plus grossier, dominé par les 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 en 1994 et 1995. Comme en 1995, 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 observée au cours des années précédentes a donc fait place à une situation qui paraît de nouveau relativement stable : 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, depuis 1995, le sédiment apparaît légèrement plus grossier sur l'ensemble de la zone étudiée.

	<b>P</b>	<b>SF</b>	<b>SM</b>	<b>SG</b>	<b>GF</b>	<b>GG</b>	<b>C</b>
<b>Station 1</b>	0,1	1,1	4,9	38,7	19,8	6,4	30,8
<b>Station 2</b>	0,4	1,2	2,9	8,6	6,9	14,5	65,5
<b>Station 6</b>	1,1	3,1	13,3	26,4	15	22,4	18,7
<b>Station 16</b>	0,1	2,1	19,6	50,9	9,3	11,7	6,3
<b>Station H.Z</b>	0	2,9	48,5	34,4	5,1	9,1	0

**Tableau 6.2 : Analyses granulométriques - Fréquences pondérales (Printemps 1996)**

	<b>P</b>	<b>SF</b>	<b>SM</b>	<b>SG</b>	<b>GF</b>	<b>GG</b>	<b>C</b>
<b>Station 1</b>	0,2	0,4	0,5	1,4	1,4	10,4	85,7
<b>Station 2</b>	0,2	0,4	1,2	5,7	6,8	14,3	71,4
<b>Station 6</b>	0,7	2	7,7	14,9	7,4	30,1	37,2
<b>Station 16</b>	0,9	2,8	16,6	30,9	18,2	21	9,9
<b>Station H.Z</b>	0,3	6,8	76,7	14	1,3	0,8	0

**Tableau 6.3 : Analyses granulométriques - Fréquences pondérales (Hiver 1996/1997))**

## 6.3.2 - Analyse faunistique

### 6.3.2.1 - Résultats globaux

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

Spongiaires: 5 espèces  
Cnidaires: 10 espèces  
Nématodes: 1 espèce  
Annélides: 27 espèces  
Sipunculien: 2 espèce  
Mollusques: 7 espèces  
Bryozoaires: 12 espèces  
Cirripèdes: 2 espèces  
Amphipodes: 11 espèces  
Mysidacés: 1 espèce  
Décapodes: 10 espèces  
Echinodermes: 3 espèces  
Tuniciers: 8 espèces  
Poissons: 1 espèce

Le nombre d'espèces récoltées est proche de celui de 1992 (115 espèces), 1993 (113 espèces), 1994 (111 espèces) et 1995 (97 espèces). 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, 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 (27 %), suivis par les Bryozoaires (12%), les Amphipodes (11%), les Crustacés décapodes (10 %), les Cnidaires (10 %) et les Tuniciers (8%). Les Mollusques (7 %) n'arrivent plus qu'au 7ème rang.

2 espèces nouvelles pour la zone ont été identifiées:

Mollusque gastéropode : *Philineaperta*  
Tunicier : *Polycarpapomaria*

Il s'agit d'espèces déjà signalées en Manche orientale mais jamais récoltées sur le site de Paluel.



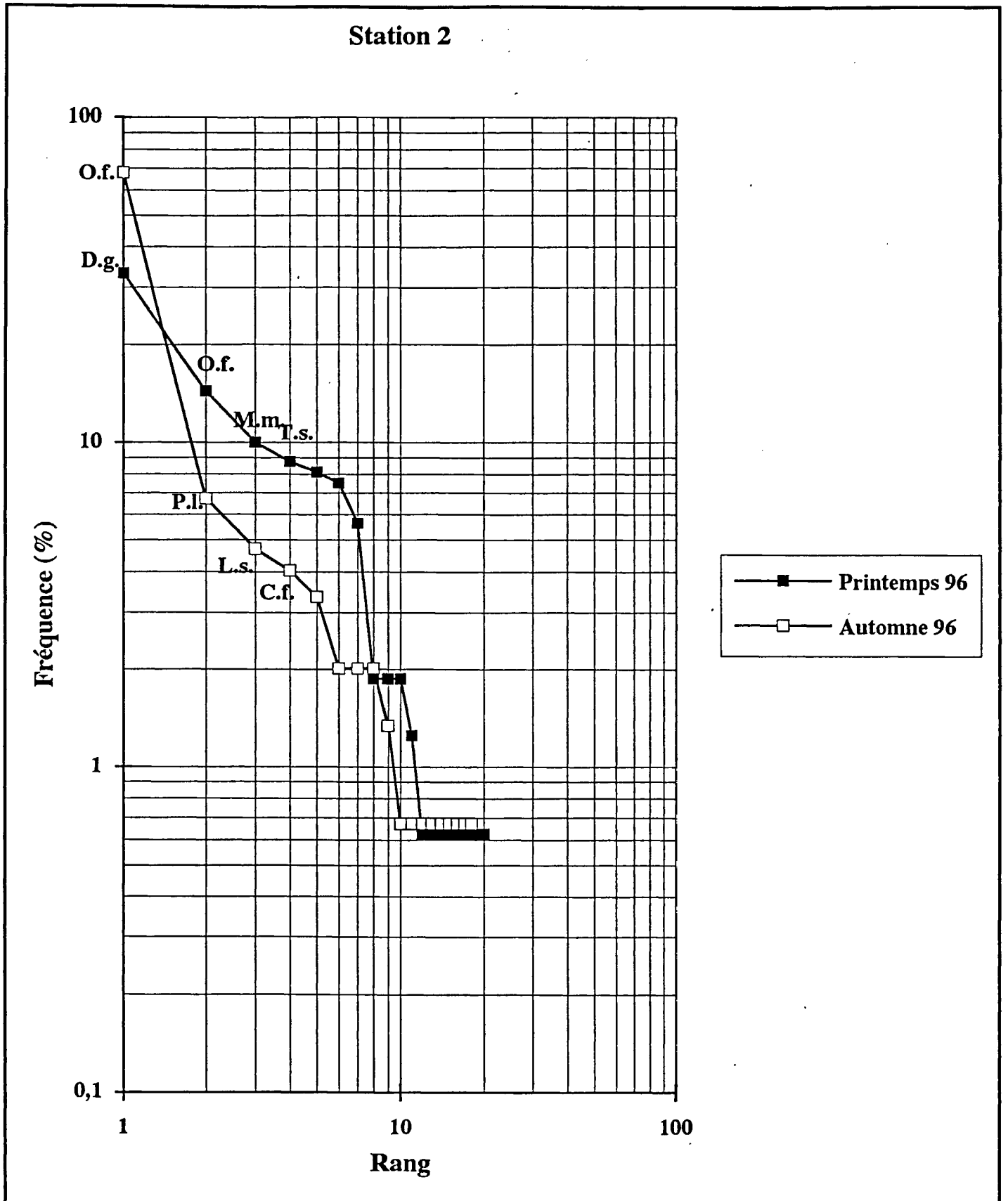


Fig 6.3 : DRF de la station 2

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*, *Molgula manhattensis* ou *Thelepus setosus* selon les campagnes). Cette année, *O. fragilis* est fortement dominante en automne mais devancée par *Dendrodoa grossularia* au printemps. Les DRF sont rectilignes et typiques de ce peuplement bien que celui du printemps montre la co-dominance d'un plus grand nombre d'espèces (Fig. 6.4). L'indice de diversité de Shannon (tableau 6.4) varie en fonction de cette caractéristique et la régularité est moyenne (0,5 et 0,7), ce qui confirme le déséquilibre de la distribution d'abondance.

Stations	Nb d'espèces	Nb d'individus	H	E
<b>Printemps 96</b>				
1	27	150	2,3	0,6
2	36	160	3,2	0,7
6	49	425	3	0,6
16	9	8	2,8	1,0
H.Z	3	4	1,5	0,9
<b>Été 96</b>				
1	14	58	2,7	0,8
6	10	21	1,9	0,7
<b>Automne 96</b>				
1	39	216	3,5	0,8
2	30	149	2,1	0,5
6	42	226	3	0,6
16	9	17	3	0,9
H.Z	3	6	1,5	0,9
<b>Hiver 96/97</b>				
1	28	116	2,6	0,7
6	33	112	3,7	0,8

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

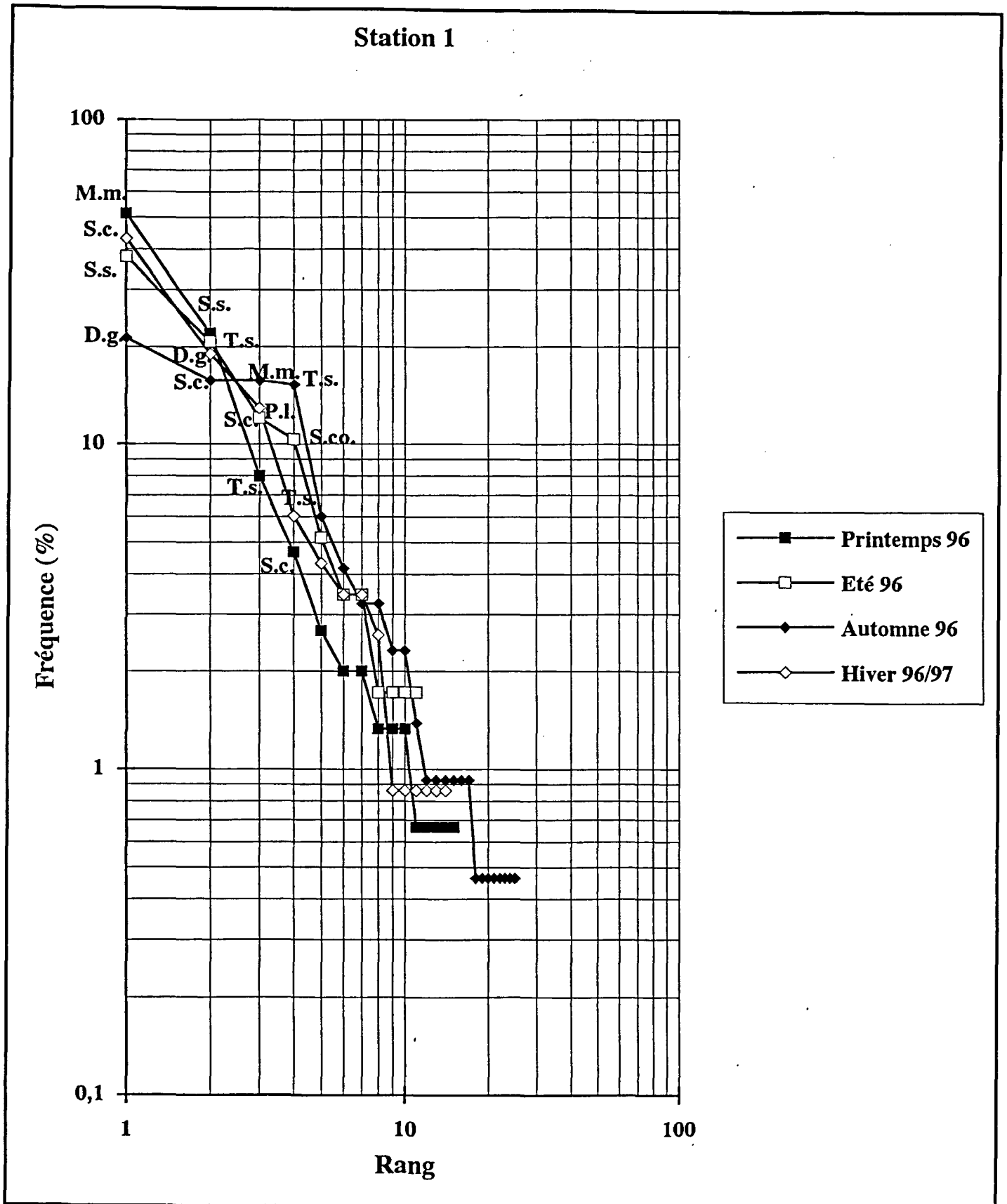


Fig 6.4 : DRF de la station 1

-un faciès côtier (stations 1 et 6) dominé par les Tuniciers *Molgula manhattensis*, *Styela clava* et *Dendrodoa grossularia*, ainsi que par les Annélides tubicoles *Thelepus setosus* et *Sabellaria spinulosa*; cette dernière, déjà abondante l'année précédente, est dominante au printemps à la station 6 et en été 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 5 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).

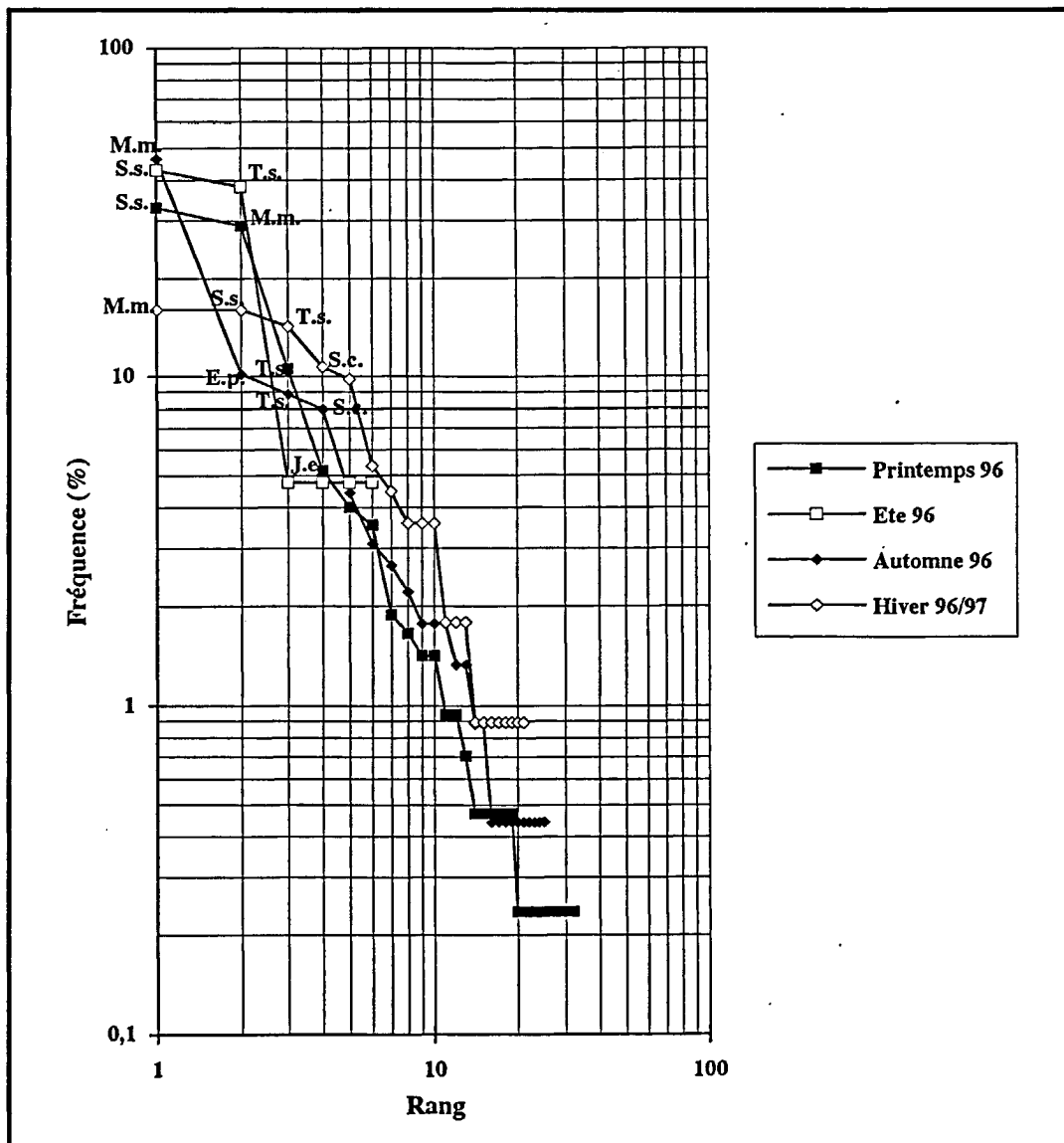


Fig 6.5 : DRF de la station 6

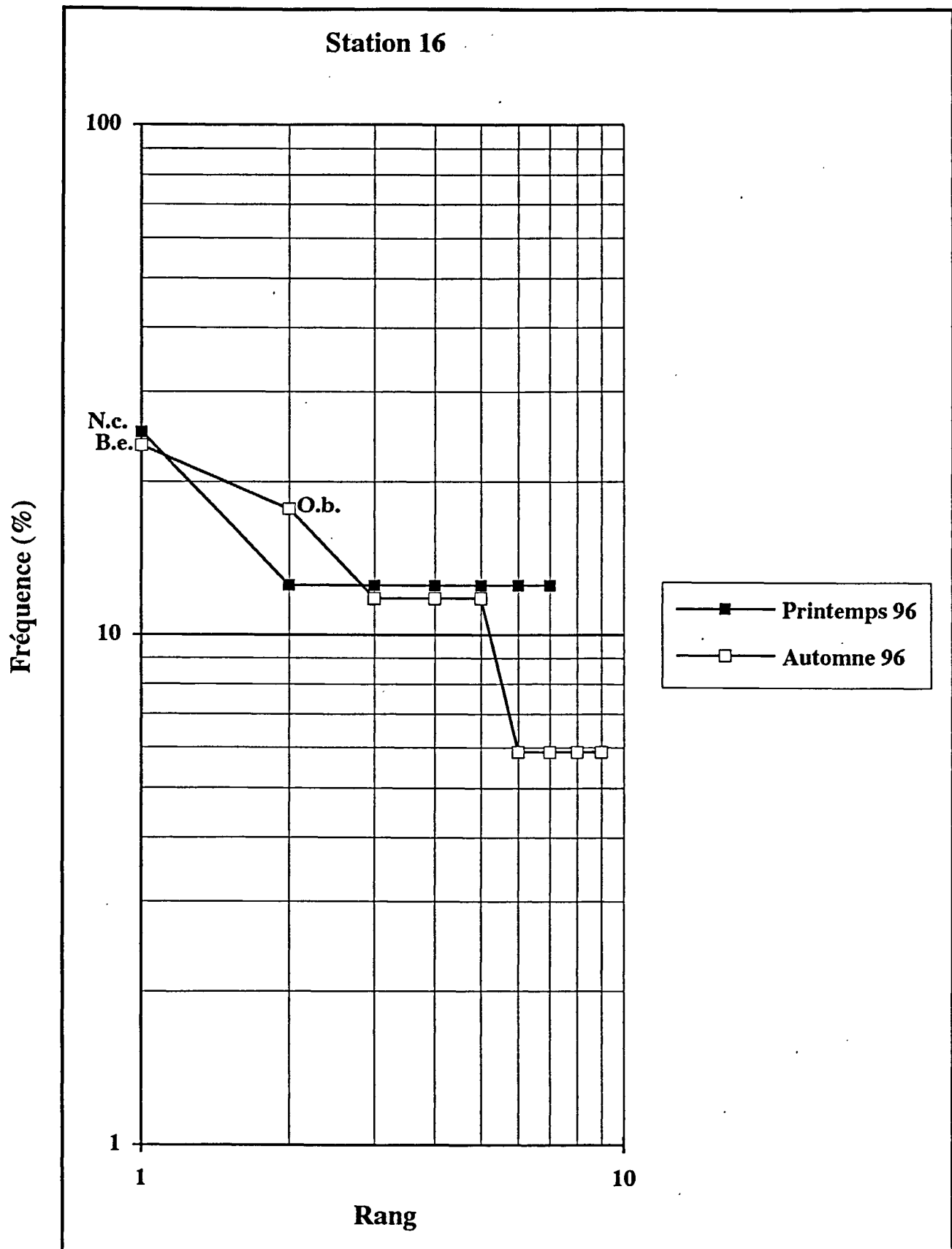


Fig 6.6 : DRF de la station 16

### 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, légèrement dominante (*Ophelia borealis*, *Nephtys cirrosa*, *Bathyporeia elegans*) et d'espèces de sédiments grossiers (*Sycon ciliatum*, *Sabellaria spinulosa*, *Thelepus setosus*). Ce résultat confirme celui de 1995, le peuplement reste oligospécifique et son hétérogénéité suit celle du sédiment (fig 6.2). Les DRF mettent en évidence le faible nombre d'espèces et leur équilibre d'abondance (fig 6.6), la diversité de Shannon résultante étant assez élevée, de même que la régularité (tableau 6.4).

La station H.Z. est caractéristique du peuplement: le nombre d'espèces récoltées est très faible (3), de même que le nombre d'individus (4 et 6), ce qui explique l'absence de DRF pour cette station. Les espèces dominantes sont sabulicoles (*Aonides oxycephala*, *Nephtys cirrosa*, *Lanice conchilega*, *Ensis arcuatus*, *Urothoe brevicornis* et *Gastrosaccus spiniferphelia*). On retrouve les mêmes tendances que les années précédentes, mais le nombre d'espèces récolté est trop faible pour une comparaison.

Les résultats de 1996 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. garde 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*).

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.

L'évolution de la couverture sédimentaire de la zone côtière a suivi la disparition de la moulière à *Mytilus edulis*. La stabilité de structure observée maintenant depuis plusieurs années risque donc de se poursuivre si aucune sédentarisation massive de moules ne se produit sur la zone des stations 1 et 2. L'évolution encore sensible en 1995 vers des sédiments plus grossiers est maintenant stabilisée, elle 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 1996				Été 1996		Automne 1996				Hiver 96/97		
		1	2	6	16 HZ	1	6	1	2	6	16 HZ	1	6	
<b>Spongiaires</b>														
<i>Leucosolenia botryoides</i>			+	+				+					+	
<i>Sycon ciliatum</i>				+	+		+							
<i>Halichondria panicea</i>										+				
<i>Dysidea fragilis</i>			+											
<i>Spongiaire spp.</i>		+	+						+	+			+	
<b>Cnidaires</b>														
<i>Tubularia indivisa</i>		+	+	+				+	+	+			+	+
<i>Abietinaria abietina</i>			+					+	+					
<i>Sertularia cupressina</i>			+	+					+	+			+	
<i>Hydrallmania falcata</i>				+			+						+	
<i>Kirchenpaueria pinnata</i>							+	+		+				
<i>Nemertesia antennina</i>				+										
<i>Alcyonium digitatum</i>			1					2	1					
<i>Urticina felina</i>		1	1	1		2		1		1		1	2	
<i>Sagartia elegans</i>		1						1		2	1			
Actiniaux spp.			2	6				1	1				1	
<b>Nématodes spp.</b>														
<b>Annélides</b>														
<i>Laonice cirrata</i>				1	1									
<i>Aonides oxycephala</i>					1									
<i>Chaetopterus variopedatus</i>										1				
<i>Notomastus latericeus</i>			1	1							2			
<i>Ophelia borealis</i>											3			
<i>Eumida sanguinea</i>						1								
<i>Lepidonotus squamatus</i>		2	3	2			1	9	7	2		3	4	
<i>Polynoe scolopendrina</i>		3	12	7		1		13	2	6		5	5	
<i>Sthenelais boa</i>				2						4			4	
<i>Pholoe minuta</i>						1								
<i>Lagisca extenuata</i>			1											
<i>Syllidae sp.</i>										1				
<i>Nereis zonata</i>		1					1							
<i>Glycera lapidum</i>											1			
<i>Nephtys cirrosa</i>					2	2					2			
<i>Nephtys caeca</i>		1		2									1	
<i>Marphysa sanguinea</i>								1					1	
<i>Sabellaria spinulosa</i>		33	9	140	1	22	9	7		4			18	
<i>Pectinaria koreni</i>					1								6	
<i>Amphicteis gunneri</i>				4						1			1	
<i>Lanice conchilega</i>				4		1				1	1			
<i>Thelepus setosus</i>		12	14	45	1	12	8	33	3	20		7	16	
<i>Eupolymnia nebulosa</i>			3	1				2		7			2	
<i>Jasmineira elegans</i>		2		22		2								
<i>Amphitrite johnstoni</i>				3										
<i>Dasychone bombyx</i>							1	1						
<i>Pomatoceros triqueter</i>		+	+	++		++	++	+	+	+		+	+	

Espèces	Stations	Printemps 1996					Été 1996		Automne 1996					Hiver 96/97	
		1	2	6	16	HZ	1	6	1	2	6	16	HZ	1	6
<b>Sipunculien</b>															
<i>Golfingia elongata</i>		1		1					1						
<i>Golfingia minuta</i>										++					
<b>Mollusques</b>															
<i>Lepidopleurus asellus</i>									1						
<i>Philine aperta</i>								2		1					
<i>Diodora apertura</i>				1											
<i>Crepidula fornicata</i>		3	1	6	1			5	6	3			1	1	
<i>Spisula solida</i>											2				
<i>Ensis arcuatus</i>												1			
<i>Mya truncata</i>														1	
<b>Bryozoaires</b>															
<i>Disporella hispida</i>									+						
<i>Alcyonidium gelatinosum</i>		+	+	+							+		+	+	
<i>Alcyonidium mytili</i>			+												
<i>Conopeum reticulum</i>		+		+				+	+	+			+	+	
<i>Electra pilosa</i>		+	+					+	+				+	+	
<i>Bicellariella ciliata</i>		+	+	+			+				+				
<i>Cellepora pumicosa</i>		+	+	+				+	+	+			+		
<i>Tubulipora sp.</i>			+	+				+	+	+			+	+	
<i>Escharella immersa</i>		+	+					+	+	+			+	+	
<i>Schizomavella auriculata</i>				+				+	+	+			+	+	
<i>Amphiblestrum flemingii</i>		+		+							+		+		
<i>Flustra foliacea</i>			+	+	+								+		
<b>Cirripèdes</b>															
<i>Balanus crenatus</i>		+	+	+			+	+		+			+		
<i>Verruca stroemia</i>		+		+				+	+	+			+	+	
<b>Amphipodes</b>															
<i>Sthenothoe marina</i>				2									1		
<i>Melita obtusata</i>				1											
<i>Melita gladiosa</i>							1								
<i>Bathyporeia elegans</i>											4				
<i>Urothoe brevicornis</i>													3		
<i>Gammaropsis maculata</i>				1											
<i>Corophium sextonae</i>				1											
<i>Erichtonius brasiliensis</i>										1					
<i>Ampelisca spinipes</i>		4		8										1	
<i>Pseudoprotella phasma</i>				1											
<i>Caprella linearis</i>				1											
<b>Mysidacés</b>															
<i>Gastrosaccus spinifer</i>													2		
<b>Décapodes</b>															
<i>Eualus pusiolus</i>			1					7		23					
<i>Pandalina brevirostris</i>								2		3					
<i>Pandalus montagui</i>									1						

Espèces	Stations	Printemps 1996					Été 1996		Automne 1996					Hiver 96/97	
		1	2	6	16	HZ	1	6	1	2	6	16	HZ	1	6
<i>Galathea intermedia</i>			1							1					
<i>Galathea squamifera</i>									1					1	
<i>Pisidia longicornis</i>							1		5	10	4			15	11
<i>Pagurus bernhardus</i>			1												
<i>Anapagurus hyndmanni</i>				1						1				1	
<i>Pilumnus hirtellus</i>														1	1
<i>Eurynome aspera</i>											1				
<b>Pycnogonides</b>															
<i>Nymphon sp.</i>									1						
<b>Echinodermes</b>															
<i>Asterias rubens</i>									2						
<i>Ophiothrix fragilis</i>			23							101					
<i>Psammechinus miliaris</i>				2					3	1				4	
<b>Tuniciers</b>															
<i>Ascidia mentula</i>			3	1					2	1	5				2
<i>Ascidia conchilega</i>			1						1						
<i>Ascidiella scabra</i>			1												
<i>Polycarpa pomaria</i>											1				
<i>Styela clava</i>		7	13	15			7		34	3	18			50	12
<i>Styela coriacea</i>							6								
<i>Dendrodoa grossularia</i>		2	53	17					46	3	10			22	4
<i>Molgula manhattensis</i>		77	16	123			3		34	5	105			4	18
<b>Poissons spp.</b>				2											

## CHAPITRE 7

<p><b>DOMAINE BENTHIQUE INTERTIDAL</b></p>
--

**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> .....	83
7.2.1.3. Etude de la population d' <i>Idotea granulosa</i> .....	83
7.2.1.3.1. Mâles.....	83
7.2.1.3.2. Femelles .....	83
7.2.2. RAPPELS SUR L'ECOLOGIE ET LA BIOLOGIE D' <i>IDOTEA GRANULOSA</i> .....	83
7.2.3. VARIATION DE LA DENSITE D'ALGUES ET D' <i>IDOTEA GRANULOSA</i> .....	85
7.2.3.1. Densité d'algues.....	87
7.2.3.1.1. St Valéry-en-Caux.....	87
7.2.3.1.2. Veulettes.....	87
7.2.3.2. Densité d' <i>Idotea granulosa</i> .....	88
7.2.3.2.1. St Valéry-en-Caux.....	88
7.2.3.2.2. Veulettes.....	88
7.2.4. VARIATION DES TAILLES D' <i>IDOTEA GRANULOSA</i> .....	89
7.2.5. VARIATION DU SEX-RATIO .....	93
7.3. CONCLUSION.....	93
BIBLIOGRAPHIE .....	95

## 7.1. INTRODUCTION

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

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.

Trois campagnes de prélèvement ont été effectuées pendant la période estivale qui correspond à la période de recrutement maximal de l'espèce *Idotea granulosa* : le 4 juillet, le 3 août et le 3 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 16 prélèvements de 0,25 mètre carré dans les couvertures de Fucacées (photos 1 et 2). Mais contrairement aux années précédentes où la pénurie de *Fucus* ne le permettait pas, nous n'avons prélevé que du *Fucus vesiculosus* dans lequel on trouve préférentiellement l'espèce *Idotea granulosa*, afin d'établir une comparaison plus juste avec le site de St-Valery.



Photo 1 : Veulettes, septembre 1996 - La ceinture des Fucacées



Photo 2 : Veulettes, septembre 1996 - Prélèvement de *Fucus vesiculosus*

Au niveau de la radiale de "référence" de St Valéry, prospectée depuis 1973, nous avons effectué 16 prélèvements dans la ceinture à *Fucus vesiculosus*.

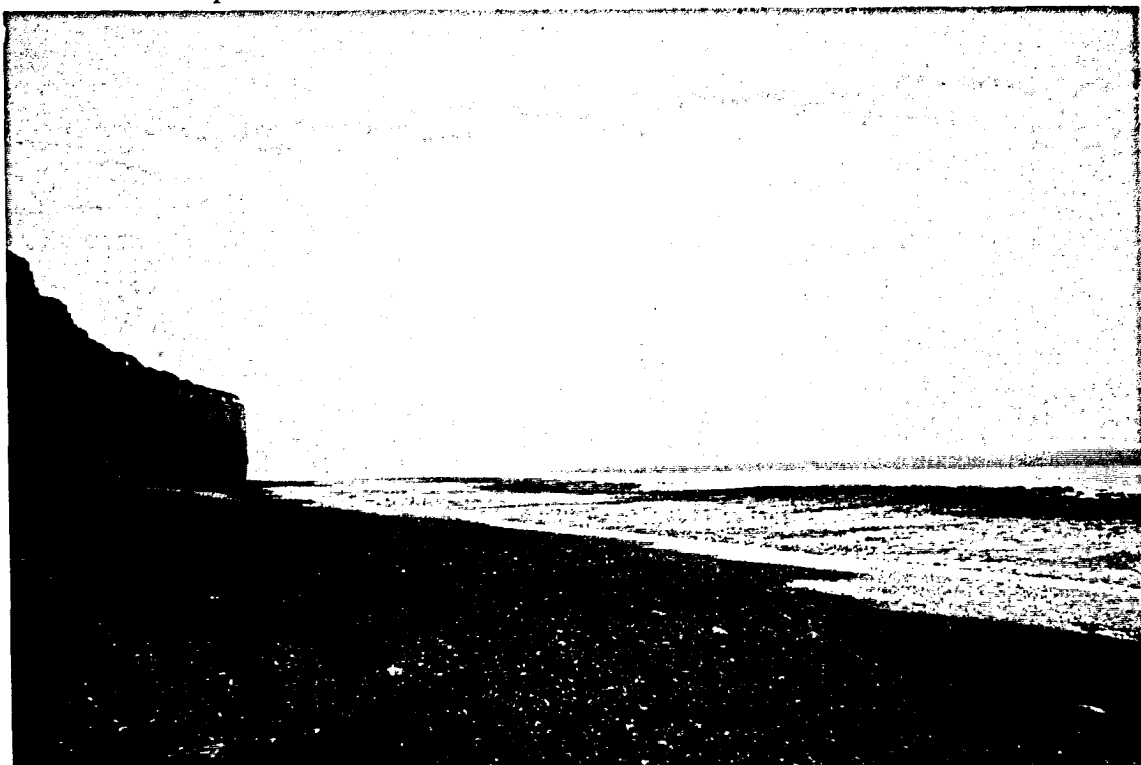


Photo 3 : St-Valéry-en-Caux, septembre 1996  
L'estran : hauts niveaux dénudés et ceinture des Fucacées



Photo 4 : St-Valéry-en-Caux, septembre 1996 - Prélèvement de *Fucus vesiculosus*



### 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 m<sup>2</sup> de St Valéry et Veulettes  
\* *Fucus vesiculosus* \*\* *Fucus serratus***

Prélèvements	4 juillet 1996				3 août 1996				3 septembre 1996			
	St Valéry		Veulettes		St Valéry		Veulettes		St Valéry		Veulettes	
	Poids algues (g)	Nb. I.g.	Poids algues (g)	Nb. I.g.	Poids algues (g)	Nb. I.g.	Poids algues (g)	Nb. I.g.	Poids algues (g)	Nb. I.g.	Poids algues (g)	Nb. I.g.
1*	153,9	14	199,2	7	152,2	33	141,6	18	142,7	19	153,7	28
2*	104	11	188,2	29	193,2	46	152,4	27	125,3	15	157,1	56
3*	102,7	17	183,1	14	113,6	43	157,8	33	133	22	189,4	38
4*	193,2	31	129,8	12	159,8	33	146,4	15	155,3	25	173,1	41
5*	204,2	25	177,4	7	199,7	43	224,5	36	95,7	13	119,9	18
6*	142,9	21	134,5	11	181,4	68	116,5	22	147,4	18	197,7	75
7*	222,2	31	194,4	5	144,1	32	157,2	35	240,7	25	172,1	27
8*	158,1	21	141,3	13	142,6	71	169,2	88	122,4	12	159,7	61
9**	112,7	25	186,5	16	230,7	34	135	39	127,6	17	173,9	29
10**	115,6	17	196,1	9	142,3	54	132,7	54	211,3	28	209,3	60
11**	104,2	12	168,8	9	134,8	32	213,1	85	187,2	30	207,1	43
12**	223,3	35	169,4	7	185,7	44	221,2	54	194,3	18	214,3	42
13**	168	11	222,9	7	148,2	60	148,4	72	168,2	23	143,2	37
14**	188,4	19	181,6	9	197,5	75	187,5	48	147,2	19	148,6	37
15**	173,6	29	159	6	115	50	198,7	31	146,5	27	138,6	43
16**	145,3	37	233,1	19	160,4	62	226,8	37	133,7	33	160,8	56

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 1996, la plus grande femelle atteignait 12,8 mm (3 août 1996- Veulettes).

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

Pour chaque échantillon de 0,25 m<sup>2</sup>, 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 m<sup>2</sup> 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 m<sup>2</sup> 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
1996	628,1	716,3	650,3	682,3	619,6	679,6

**Tableau 7.3 : Densités estimées des *Fucus* (en  $g/m^2$ ) à St Valéry-en-Caux et à Veulettes entre 1988 et 1996 pendant la période estivale (*Fucus vesiculosus* et *Fucus serratus* confondus)**

### 7.2.3.1. Densité d'algues

#### 7.2.3.1.1. St Valéry-en-Caux

Cette année 1996, la constatation que nous avons faite l'année dernière se confirme : les *Fucus* vésiculeux se réinstallent. Nous avons donc fait 16 prélèvements dans la ceinture de *Fucus vesiculosus* (présence maximale de l'espèce *Idotea granulosa*).

On peut constater par rapport aux années précédentes, une très forte augmentation des densités algales à St Valéry cet été 96 (tableau 7.3) : maximum de 650,3 g/m<sup>2</sup> en août 96 par rapport à 490 g/m<sup>2</sup> de poids sec algal observé en septembre 95.

#### 7.2.3.1.2. Veulettes

Sur le tableau 7.3, on constate qu'à Veulettes, les chiffres de densité algale en août et septembre sont plus faibles que ceux de l'année précédente.

Ceci s'explique par le fait que cette année, nous avons récolté uniquement du *Fucus vesiculosus* alors que les années précédentes, la moitié des prélèvements comportaient du *Fucus serratus*.

Jusqu'en 1995, les chiffres reportés dans le tableau 7.3 correspondent, pour le site de Veulettes, aux poids secs algaux des *Fucus vesiculosus* et des *Fucus serratus* confondus.

Si l'on compare uniquement les poids des *Fucus vesiculosus* (tableau 7.4) on note que les densités algales de 96 sont supérieures à celles de 95.

On note (tableau 7.3) que les poids secs algaux sont légèrement plus élevés à Veulettes qu'à St Valéry, cependant, par rapport aux années précédentes, la différence se réduit, en particulier en août et septembre.

Sur le terrain, nous avons remarqué qu'à Veulettes, les jeunes pousses de *Fucus* étaient nombreuses : les pieds de *Fucus* étaient nombreux mais petits ; alors qu'à St Valéry on rencontrait surtout de grandes frondes.

Des mesures (sur un échantillonnage de 4 prélèvements algaux de 0,25 m<sup>2</sup>, en septembre) ont permis de confirmer cette impression : à Veulettes, on comptait 635 pieds de *Fucus* dans un m<sup>2</sup> pour 591,2 g de poids sec, soit 0,93 g de poids sec par pied ; à St Valéry, on dénombrait 312 pieds au m<sup>2</sup> pour un poids sec de 595,6 g soit 1,91 g/pied.

**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 très élevées cette année par rapport aux années précédentes, avec un maximum de 195 Idotées au mètre carré en août.

Il faut remonter à 11 ans pour avoir des chiffres de densités comparables ( 88 Idotées/m<sup>2</sup> en juillet 85 - 104 Idotées/ m<sup>2</sup> en août 85 - 128 Idotées/m<sup>2</sup> en septembre 85).

	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
1996	89	45	195	173,5	86	172,75

**Tableau 7.5 : Densités d'*Idotea granulosa* (nombres d'individus par m<sup>2</sup>) lors des trois campagnes estivales de prélèvements réalisées à St Valéry-en-Caux et à Veulettes**

**7.2.3.2.2. Veulettes**

A Veulettes, la densité maximale d'Idotées s'observe en août: 173,5 Idotées/m<sup>2</sup> (tableau 7.4).

On constate qu'en juillet et août 96, les densités d'Idotées sont plus faibles qu'en 1995.

SITES	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE
VEULETTES 1995	575,8	650,4	624,9
VEULETTES 1996	716,3	682,3	679,6

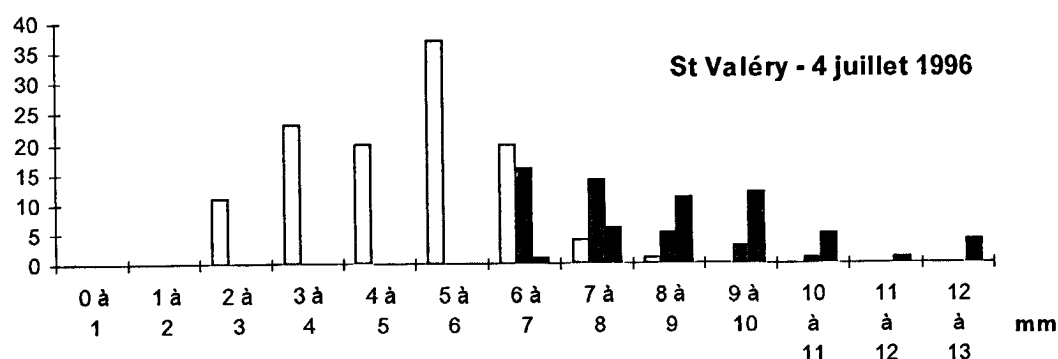
**Tableau 7.4 : Densités estimées des *Fucus vesiculosus* (poids sec algal en g/m<sup>2</sup>) à St Valéry-en Caux et Veulettes**

### 7.2.4 VARIATION DES TAILLES D'*IDOTEA GRANULOSA*

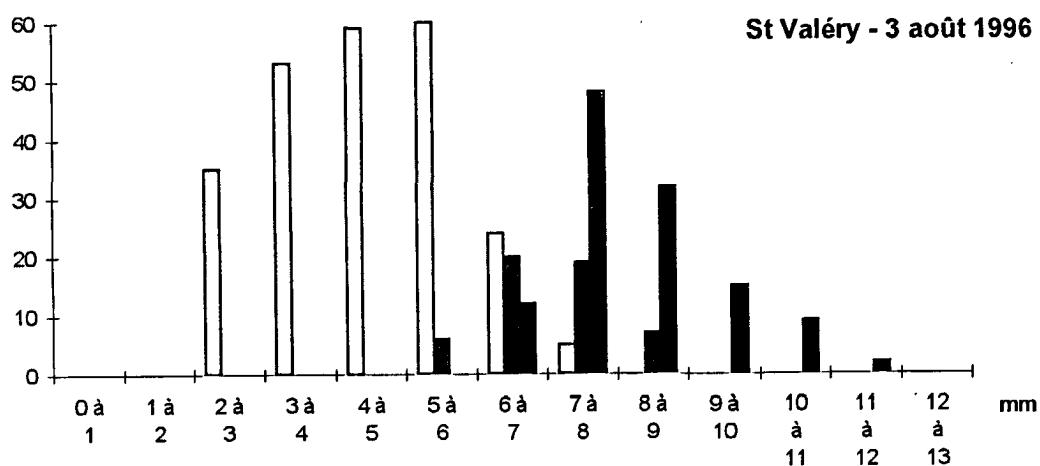
Les valeurs des tailles des *Idotea granulosa* ont été reportées sur des histogrammes en fonction de l'effectif.

A St Valéry, on note une importante cohorte de femelles juvéniles en août avec une moyenne de taille qui se situe entre 4 et 6 mm (figure 7.1). On observe également en août, une proportion non négligeable de femelles mûres dont la moyenne de taille se situe entre 7 et 9 mm.

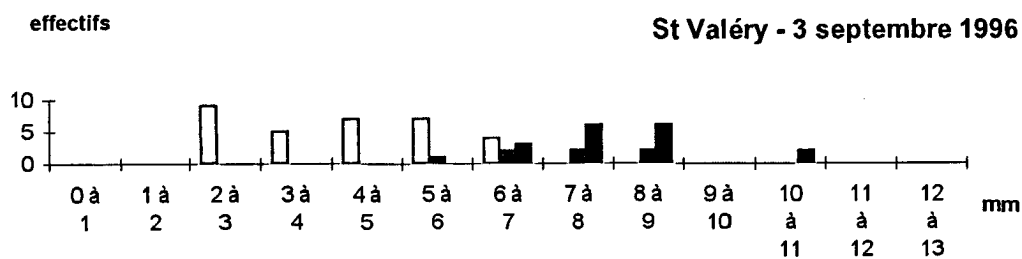
effectifs



effectifs



effectifs

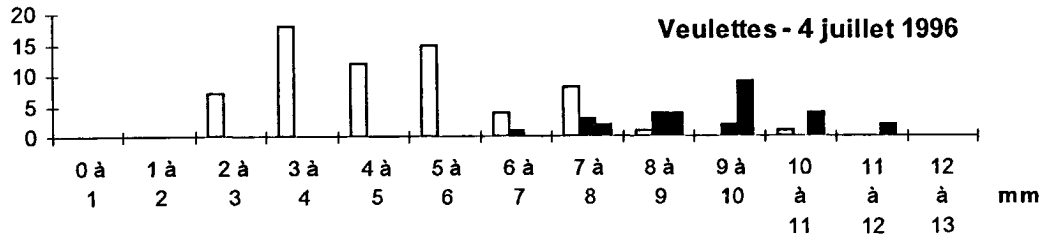


□ femelles sans oostégites ■ femelles avec oostégites ■ femelles mûres

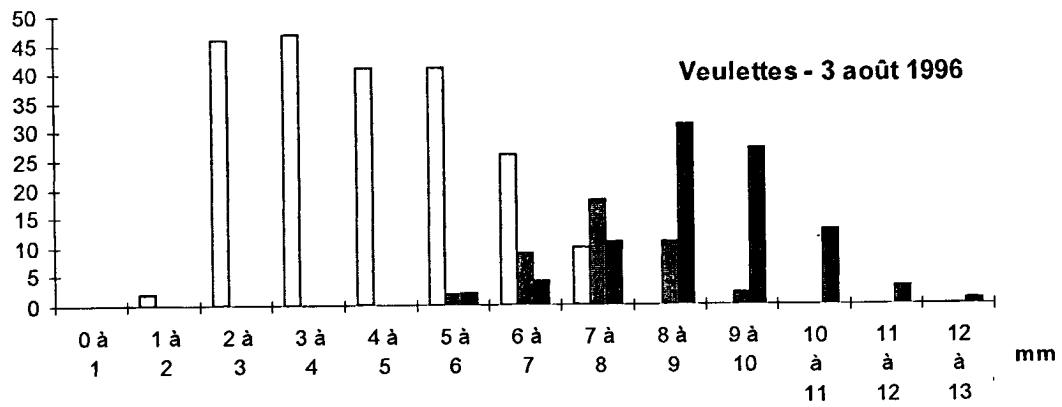
Figure 7.1 : Histogramme de fréquence de taille chez *Idotea granulosa* femelle - St-Valéry-en-Caux 1996

A Veulettes (figure 7.2), on distingue deux abondantes cohortes de femelles juvéniles en août et septembre dont la médiane de taille se situe entre 2 et 4 mm. On note également pour ces mois là, deux ensembles de femelles mûres.

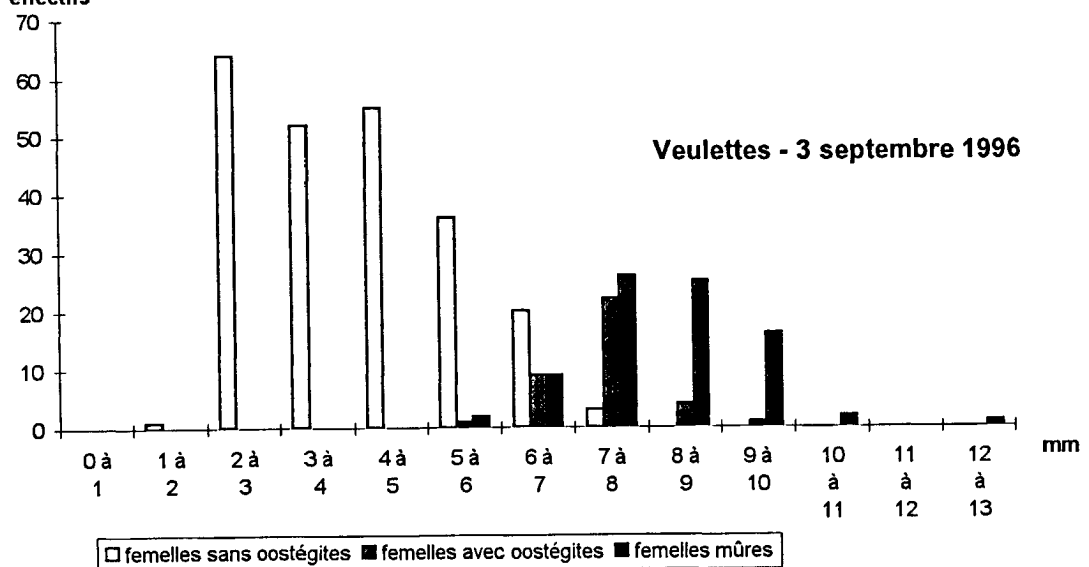
effectifs



effectifs



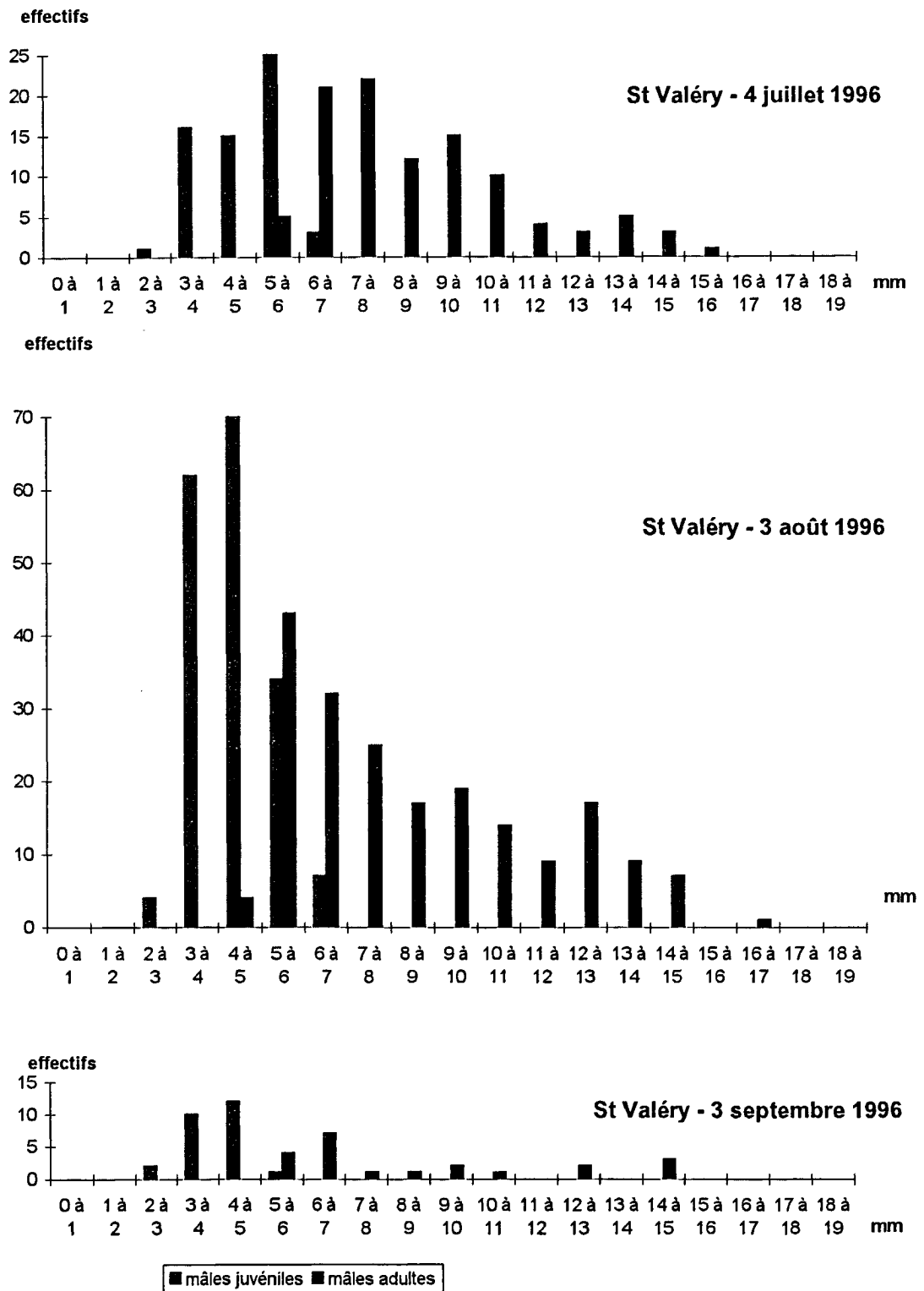
effectifs



**Figure 7.2 : Histogramme de fréquence de taille chez *Idotea granulosa* femelle - Veulettes 1996**



On peut faire les mêmes constatations sur les histogrammes de fréquence de taille chez *Idotea granulosa* mâles (figures 3 et 4) : on note une cohorte de mâles juvéniles et une autre de mâles adultes en août, à St Valéry tandis qu'à Veulettes les deux cohortes les plus représentatives se situent en août et septembre.



**Figure 7.3 : Histogramme de fréquence de taille chez *Idotea Granulosa* mâle - St-Valéry-en-Caux 1996**

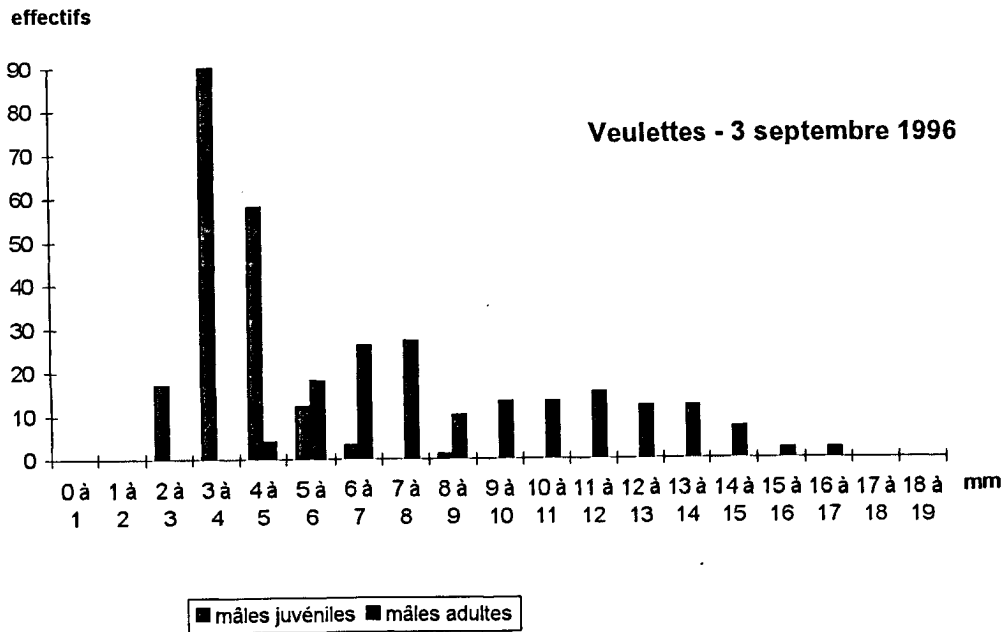
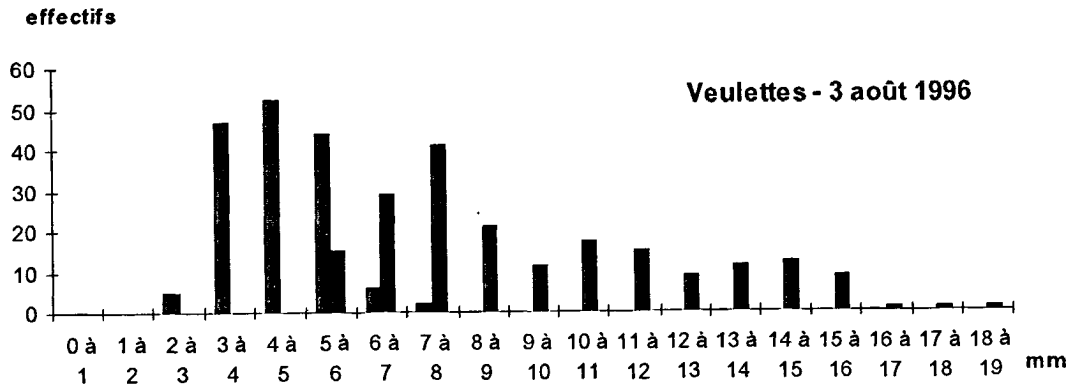
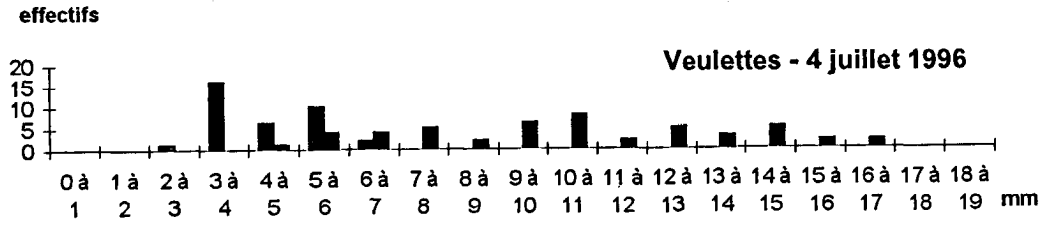


Figure 7.4 : Histogramme de fréquence de taille chez *Idotea Granulosa* mâle - Veulettes 1996

### 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 .

Les résultats sont retranscrits dans le tableau 7.6 ci-dessous.

	4 juillet 1996		3 août 1996		3 septembre 1996	
	St Valéry	Veulettes	St Valéry	Veulettes	St Valéry	Veulettes
% juvéniles	60,39	61,11	59,61	59,22	62,75	64,98
% mâles juvéniles	16,85	19,44	22,69	22,48	24,51	26,19
% femelles juvéniles	43,54	41,67	36,92	36,74	38,24	38,79
% femelles gravides	8,99	9,45	10,64	10,23	9,80	6,51
% femelles vides	2,25	2,22	4,49	2,74	6,86	5,21
% mâles adultes	28,37	27,22	25,26	27,81	20,59	23,3
sex-ratio	0,825	0,875	0,921	1,011	0,82	0,98

Tableau 7.6 : PALUEL 1996 - Répartition des sexes chez *Idotea granulosa*

A St Valéry comme à Veulettes, l'évolution des populations est comparable : les juvéniles représentent près de 60% de la population. Le maximum de juvéniles est constaté en septembre : 62,75 % à St Valéry et 64,98 % à Veulettes, ce qui découle du nombre plus élevé de femelles gravides en août.

Excepté à Veulettes en août, le sex-ratio (rapport entre le nombre de mâles et celui des femelles) est inférieur à 1.

### 7.3. CONCLUSION

On peut confirmer cette année que la ceinture de *Fucus Vesiculosus* s'est reconstituée à St Valéry-en-Caux.

L'estran presque totalement dénudé de 1991 à 1993 s'est repeuplé progressivement à partir de 1994.

En 1995, la ceinture algale, en particulier celle des *Fucus Vesiculosus* s'épaississait.

En 1996, on observe sur l'estran, à l'ouest de St Valéry-en-Caux, une épaisse ceinture de Fucacées.

On constate cette année, que les densités algales, exprimées en poids secs, sont à St Valéry du même ordre de grandeur que celles de Veulettes.

## 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.

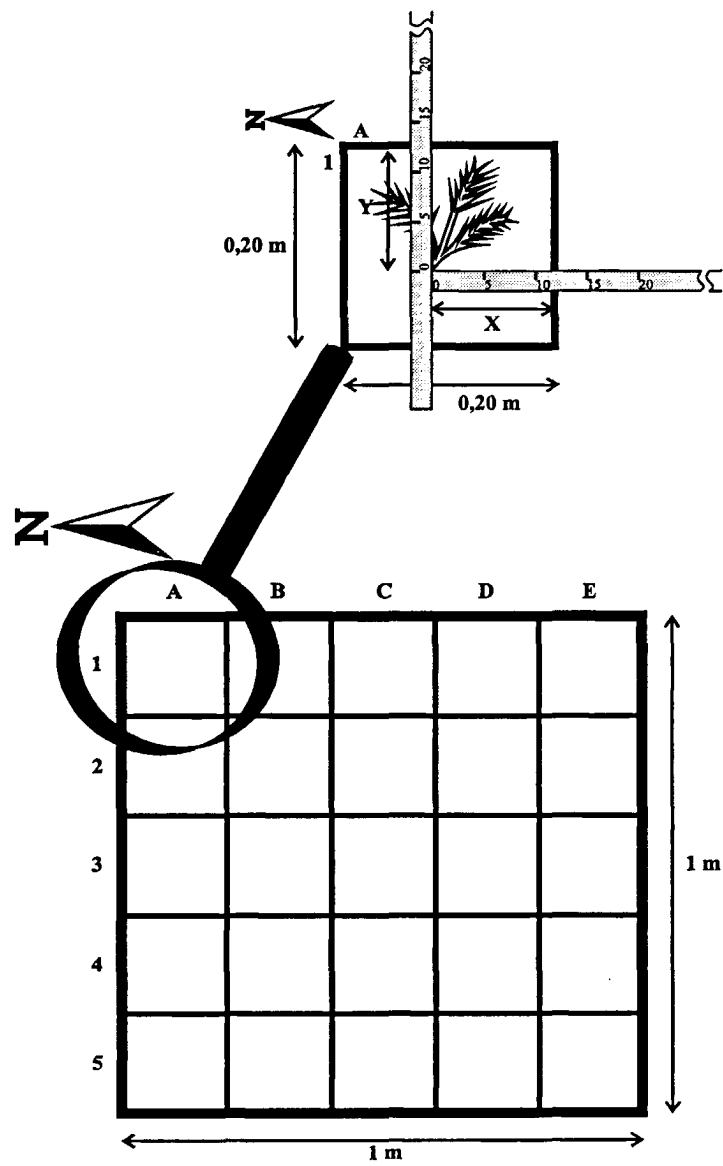
SARS G.O., 1899. An account of Crustacea of Norway, II. *Isopoda*. *Alb. Cammer Meyers Forlag Cristiana* 270 p, 100 pl.

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

**Franck MAHEUX  
Hervé du BOULLAY**



## 8.1 - GENERALITES

Dans le cadre de la dernière convention en 1994, le peuplement de fucus sp. Du platier à l'est et à l'ouest du site de la centrale fait l'objet d'un suivi annuel.

Trois radiales ont été choisies d'Est en ouest :

- Val Martin
- Veulettes sur mer
- St Valéry en Caux

La méthodologie employée pendant les années 1994 et 1995 comportait deux niveaux :

- une estimation de la biomasse par échantillonnage au hasard de dix carrés de 0.25m<sup>2</sup>
- un repérage sur radiale avec un baguage individuel des pieds d'algues.

La très forte dépopulation observée, de l'ordre de 80%, avec cette dernière technique nous a conduit à la modifier au cours de l'année 1996

## 8.2 - NOUVELLE METHODOLOGIE

Nous avons imaginé un quadrat en aluminium de 1m<sup>2</sup>, comprenant 25 divisions, mobile que l'on positionne à l'aide de 4 piquets enfoncés à demeure dans le substrat.

( A noter que les 3 carrés délimités ainsi ont été positionnés sur les radiales étudiées précédemment.)

Pour des raisons pratiques, de disponibilité à la basse mer essentiellement, nous avons distingué deux classes : supérieure et inférieure à 20 cm, valeur la plus proche de celle utilisée de fait précédemment pour le baguage :

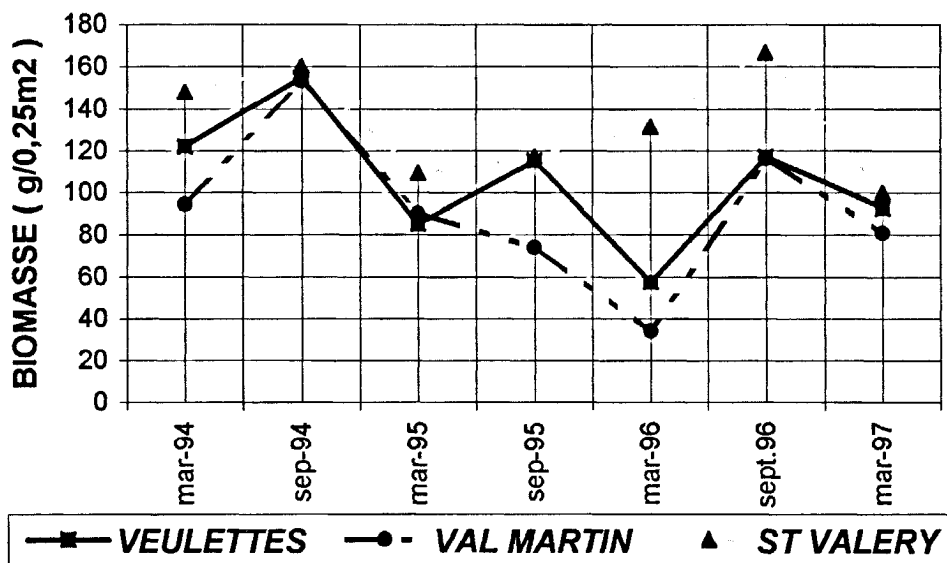
Classe supérieure à 20 cm :

Chaque pied de fucus sp. est positionné en abscisse et en ordonné dans chaque carré et les paramètres mesurés sont l'espèce, la longueur, la fertilité

Classe inférieure à 20 cm :

Les pieds de fucus sp. sont totalisée dans chaque carré.

**EVOLUTION DU STOCK ENTRE MARS 1994  
ET MARS 1997**





### 8.3 - RESULTATS

L'évolution des biomasses mesurées en 1996 (cf graphique ci-contre) correspond logiquement à la tendance déjà observée en 1995, à savoir :

- une apparente recolonisation du site de St Valéry en Caux
- une baisse des biomasses printanières et une constance des biomasses automnales sur les sites de Veulettes et Val Martin

Toutefois, il est important d'observer que ces tendances s'atténuent dès Mars 1997 où les estimations de la biomasse des trois sites sont du même ordre de grandeur : entre 80 et 100g(poids sec)/0.25 m<sup>2</sup>.

Ces valeurs printanières de 1997 redeviennent alors très proches de celles de 1995.

Les pourcentages de fertilité relevés en mars 1996 sur les trois sites sont comparables à ceux de 1995 et 1994 avec une moyenne de 10%.

Ceux relevés en septembre 1996 sont par contre plus faibles que les précédents : en moyenne 40% alors que les années précédents ces mêmes pourcentages étaient plutôt de l'ordre de 90%

*☞ En ce qui concerne les autres caractères relevés pour la première fois en 1996 ( positionnement, importance de la classe inférieure à 20 cm ), seules les données obtenues en 1997 nous permettront d'apprécier puis de préciser un des éléments les plus intéressants, c'est à dire une dépopulation ou une recolonisation sur chacun de ces sites.*

## CHAPITRE 9

### SUIVI HALIEUTIQUE

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

**9.1 - SITUATION AU 31.12.95 DES EFFECTIFS ET DES CARACTERISTIQUES DES FLOTILLES ARTISANALES DU QUARTIER MARITIME DE FECAMP**

La tendance à la diminution des effectifs enregistrée au cours des années précédentes ne se confirme pas en 1995. La mise en place du plan Mellick pour la régulation du nombre d'unités ne semble plus toucher le quartier de Fécamp. L'arrivée d'une nouvelle unité de pêche cotière hauturière de forte capacité a été enregistré au quatrième trimestre.

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
1995	17	17	2	31

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

ANNEE	JV	FV	MS	AV	MI	JN	JL	AT	ST	OT	NV	DC
1994	37	37	37	35	35	35	35	35	35	35	35	35
1995	30	30	30	30	30	28	29	29	29	29	30	30

**Tableau 9.2 : Fluctuation du nombre de navires par mois**

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

Si en terme d'effectifs on observe une relative stabilisation du nombre d'unité, il n' en va pas de même pour l'ensemble des activités de pêche. En effet chaque métier pratiqué enregistre une diminution du nombre de mois d'activité totale pouvant aller jusque 33%. Toutefois les informations ayant permis ce diagnostic n'étant pas encore finalisées, il convient d'être réservé.

METIERS	ANNEE	JV	FV	MS	AV	MI	JN	JL	AT	ST	OT	NV	DC	TOTAL
<b>METIERS DU CHALUT</b>	1994	5	5	5	5	6	9	9	8	9	4	6	5	76
	1995	4	4	4	4	6	6	7	7	8	4	5	5	64
<b>METIERS DU FILET</b>	1994	25	25	25	25	25	23	21	21	26	24	26	26	292
	1995	22	22	22	22	22	21	21	21	21	21	21	21	257
<b>DIVERS METIERS</b>	1994	5	5	8	21	26	19	12	7	7	9	7	7	133
	1995	4	4	6	19	18	14	4	3	3	5	5	4	89
<b>TOTAL</b>	1994	35	35	38	51	57	51	44	36	42	37	39	39	501
	1995	30	30	32	45	46	41	32	31	36	30	31	30	414

**Tableau 9.3 : Nombre de mois d'activité par métier et période**

## **CONCLUSION**

Sur le plan de la **climatologie**, l'année 1996 se caractérise par un déficit pluviométrique le plus important depuis 6 ans et un hiver très rude.

Pour ce qui est des paramètres du **domaine pélagique** (hydrologie, phytoplancton, zooplancton, microbiologie), ils sont dans l'ensemble comparables à ceux de 1995 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.

En ce qui concerne le dosage des organo-halogénés volatils, le seul produit détecté aux abords de la centrale est le tribromométhane dont les quantités sont plus importantes dans les eaux de rejet que dans le canal d'amenée. Toutefois en juin, les résultats restent, au point de rejet, inférieurs à ceux enregistrés au point de référence.

La quantité de tribromométhane trouvée en 1996 varie en fonction des saisons avec un maximum en été.

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*).

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.

L'évolution de la couverture sédimentaire de la zone côtière a suivi la disparition de la moulière à *Mytilus edulis*. La stabilité de structure observée maintenant depuis plusieurs années risque donc de se poursuivre si aucune sédentarisation massive de moules ne se produit sur la zone des stations 1 et 2. L'évolution encore sensible en 1995 vers des sédiments plus grossiers est maintenant stabilisée, elle 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, à 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 quasiment 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 phytobenthos intertidal, entrepris depuis 1994, L'évolution des biomasses mesurées en 1996 (cf graphique ci-contre) correspond logiquement à la tendance déjà observée en 1995, à savoir :

- une apparente recolonisation du site de St Valéry en Caux
- une baisse des biomasses printanières et une constance des biomasses automnales sur les sites de Veulettes et Val Martin

Toutefois, il est important d'observer que ces tendances s'atténuent dès Mars 1997 où les estimations de la biomasse des trois sites sont du même ordre de grandeur : entre 80 et 100g(poids sec)/0.25 m<sup>2</sup>.

Ces valeurs printanières de 1997 redeviennent alors très proches de celles de 1995.

Les pourcentages de fertilité relevés en mars 1996 sur les trois sites sont comparables à ceux de 1995 et 1994 avec une moyenne de 10%.

Ceux relevés en septembre 1996 sont par contre plus faibles que les précédents : en moyenne 40% alors que les années précédentes ces mêmes pourcentages étaient plutôt de l'ordre de 90%

*☞ En ce qui concerne les autres caractères relevés pour la première fois en 1996 ( positionnement, importance de la classe inférieure à 20 cm ), seules les données obtenues en 1997 nous permettront d'apprécier puis de préciser un des éléments les plus intéressants, c'est à dire une dépopulation ou une recolonisation sur chacun de ces sites.*

\*\*\*\*\*