

Direction des ressources vivantes  
service des ressources halieutiques

Daniel Halgand  
Geneviève Arzul  
Marie-Laure Cochard  
Evelyne Erard-Le-Denn  
Jérôme Huet  
Jacques Le Claire  
Françoise Quiniou  
Alain Tétard

Mai 2000 – DRV/RH/RST/2000-09.

---

## Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la centrale de Penly (Manche est) : année 1999

<b>Numéro d'identification du rapport DRV/RH/RST/2000-09:</b> <b>Diffusion :</b> restreinte <b>Validé par :</b> le département Ressources Halieutiques <b>Version du document :</b> définitif		<b>date de publication</b> <b>mai 2000</b> <b>nombre de pages :</b> 139 <b>bibliographie (Oui / Non)</b> <b>illustration(s) (Oui / Non)</b> <b>langue du rapport :</b> français
<b>Titre et sous-titre du rapport :</b>  <b>SURVEILLANCE ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE DE L'ENVIRONNEMENT MARIN DU SITE DE LA CENTRALE DE PENLY ( MANCHE EST ) : ANNEE 1999</b>  <b>Titre traduit :</b>		
<b>Auteur(s) principal(aux) :</b> nom, prénom <b>Daniel HALGAND - Geneviève ARZUL - Marie-Laure COCHARD - Evelyne ERARD-LE-DENN - Jérôme HUET - Jacques LE CLAIRE. - Françoise QUINIOU - Alain TETARD.</b>		<b>Organisme / Direction / Service, laboratoire</b> <b>IFREMER / DRV / RH, ECOHAL</b> <b>IFREMER / DRV / RH, Port-en-Bessin</b> <b>IFREMER / DEL / EC, PP</b> <b>IFREMER / DEL / PC</b> <b>Laboratoire Municipal et Régional de Rouen</b>
<b>Collaborateur(s) :</b> nom, prénom <b>M.P. CRASSOUS - J. LE GRAND - A. YOUENOU - M. RUMEBE - D. WOEHLING - O. LEPAPE - E.FOUCHER - D.MIOSSEC - I.SCHLAICH - J. D'ELBEE..</b>		<b>Organisme / Direction / Service, laboratoire</b>
<b>Travaux universitaires :</b> <b>diplôme :</b> <span style="float: right;"><b>discipline :</b></span> <b>établissement de soutenance :</b> <span style="float: right;"><b>année de soutenance :</b></span>		
<b>Titre du contrat de recherche :</b>		<b>n° de contrat IFREMER</b> <b>N° EDF CNPE-PENLY YOB8011</b>
<b>Organisme commanditaire :</b> <b>Electricité De France, EDF, Direction de l'équipement 2 avenue Wagram 75382 Paris Cedex 08</b> <b>Organisme réalisateur :</b> <b>Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, IFREMER, rue de l'Ile d'Yeu BP 21105 44311 Nantes Cedex 03</b>  <b>Responsable scientifique : Daniel HALGAND</b>		
<b>Cadre de la recherche :</b> <b>Programme :</b> <span style="float: right;"><b>Convention :</b></span>  <b>Projet :</b> <span style="float: right;"><b>Autres (préciser) :</b></span>  <b>Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire)</b>		

**Résumé :**

— La surveillance n° 10, 2<sup>ème</sup> phase, sur le site de PENLY couvre la période de mars à septembre 1999. Les domaines étudiés sont l'hydrologie, la microbiologie, le plancton végétal et animal et le domaine halieutique. —

**Abstract :**

— Monitoring n° 10, 2<sup>nd</sup> phase, of PENLY nuclear power - plant takes in account studies between March and september 1999. Hydrology, microbiology, phytoplankton, zooplankton and fishing are studied. —

**Mots-clés :**

**Pelagos - Halieutique - Centrale nucléaire - Surveillance**

**Keywords :**

**Pelagos - fishing - nuclear power plant - monitoring**

**Commentaire :**

# **SURVEILLANCE ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE SITE DE PENLY**

**Mars 1999 - Septembre 1999**

## **IFREMER**

Centre de BREST

B.P. 70  
29280 PLOUZANE  
Tél. : 02 98 22 40 40  
Fax : 02 98 22 45 47

Centre de NANTES

Rue de l'Ile d'Yeu  
B.P. 21105  
44311 NANTES CEDEX 03  
Tél. : 02 40 37 40 00  
Fax : 02 40 37 40 73

Station de PORT EN  
BESSIN

Avenue du Général de  
Gaulle  
B.P. 32  
14520 PORT EN BESSIN  
Tél. : 02 31 51 13 00  
Fax : 02 31 51 13 01

## **Laboratoire Municipal et Régional de ROUEN**

49, Rue Mustel  
B.P. 4063  
76022 ROUEN Cedex  
Tél. : 02 32 10 22 44  
Fax : 02 32 10 22 41

Convention générale EDF/IFREMER n° S68T0020  
Commande EDF-GRPT Normandie n° YOB 8011

L'étude écologique et halieutique du site de PENLY a été confiée à deux organismes par Electricité de France : le CNEXO pour la partie écologique entreprise en 1978 et l'ISTPM pour la partie halieutique entreprise en 1977(\*).

L'étude de Projet menée par ces deux organismes de février 1978 à janvier 1980 (étude écologique) ou de février 1978 à décembre 1979 (étude halieutique) avait pour but d'établir un état de référence avant l'implantation de la centrale nucléaire. Par la suite, Electricité de France a permis la poursuite de l'étude de la nourricerie de poissons plats au-delà des études de projet de 1980 à 1984 lors d'une phase d'études complémentaires.

A la demande d'Electricité de France, l'étude de Surveillance a commencé en 1987, soit trois ans avant la date prévue de mise en fonctionnement de la centrale.

Cette étude de Surveillance doit permettre dans un premier temps d'apprécier les fluctuations naturelles pluriannuelles des principaux paramètres retenus à partir de l'étude de Projet et, dans un second temps, d'analyser l'incidence éventuelle de la centrale sur le milieu marin et ses ressources.

L'année 1999, objet du présent rapport, est la 10<sup>ème</sup> année de fonctionnement de la centrale. Les résultats obtenus au cours de cette 10<sup>ème</sup> année de surveillance 2<sup>ème</sup> phase contenus dans le rapport concernent l'étude :

- de l'hydrologie, du phytoplancton et de la production primaire, et du zooplancton réalisés au Centre IFREMER de BREST par le département Environnement Littoral de la Direction de l'Environnement Littoral (DEL/EC et DEL/EX) ;
- de la microbiologie confiée au Laboratoire municipal et régional de ROUEN ;
- de l'halieutique réalisée aux Centres IFREMER de NANTES et de BREST et à la Station IFREMER de PORT EN BESSIN par le département Ressources Halieutiques de la Direction des Ressources Vivantes (DRV/RH).

La coordination a été assurée au Centre IFREMER de NANTES par Daniel HALGAND (DRV/RH).

(\*) Une étude très succincte, dite d'Avant-Projet a été réalisée auparavant par ces deux organismes en 1975 et 1977.

**1. PRESENTATION DU SITE ET DES TRAVAUX REALISES EN 1999**

1.1. CLIMATOLOGIE AUX ABORDS DU SITE.....	3
1.2. FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE.....	9
1.3. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES .....	10
1.4. NATURE ET FREQUENCE DES OBSERVATIONS .....	10

**2. LE DOMAINE PELAGIQUE**

2.1. METHODOLOGIE.....	3
2.2. HYDROBIOLOGIE.....	3
2.3. PHYTOPLANCTON.....	15
2.4. ZOOPLANCTON.....	26
2.5. MICROBIOLOGIE.....	40

**3. LE DOMAINE HALIEUTIQUE**

3.1. METHODOLOGIE.....	3
3.1.1. Zooplancton.....	3
3.1.2. Macrofaune halieutique.....	5
3.2. RESULTATS.....	13
3.2.1. Poissons plats .....	16
3.2.2. Autres espèces de poissons.....	23
3.2.3 Crustacés.....	29
3.2.4 Autres planctontes.....	31
3.3. CONCLUSION.....	31
BIBLIOGRAPHIE.....	33
ANNEXES.....	37
<b>4. RESUME .....</b>	<b>1</b>

# 1. Présentation du site et des travaux réalisés en 1999

Chapitre réalisé:

Au centre IFREMER de Brest par  
• Geneviève ARZUL (climatologie)

Au centre IFREMER de Nantes  
• par Daniel Halgand

## 1.1. CLIMATOLOGIE

Les données météorologiques sur le site de Penly pour 1999 sont celles fournies par le Sémaphore de Dieppe à Météo France. Quelques perturbations dans les relevés des données, dues à des problèmes de panne d'appareillage n'ont pas permis d'avoir la totalité des valeurs relatives à 1999, présentées sur la figure 1.1.

Les températures étaient proches des normales saisonnières sur l'ensemble de l'année. Aux périodes voisines des missions sur le site, le 26 mars la moyenne maximale était supérieure de 2 degrés à la moyenne des maxima, et en septembre l'ensemble des températures était également supérieur de 2 degrés aux moyennes. Par rapport aux années précédentes, cette année 1999 était particulièrement tempérée, les températures négatives étant seulement ponctuelles en janvier (-3.1 le 31), février (-4.3 le 14), mars (-0.1 le 27). Une période plus fraîche était relevée en novembre-décembre, mais ceci ne présentait pas d'incidence sur notre étude. Aucune température particulièrement élevée n'était observée, mais en août-septembre les valeurs mesurées étaient supérieures à la moyenne sur une durée relativement étendue. Les maxima au mois d'août étaient de 28.8 et 27.7 degrés.

Les durées d'ensoleillement en 1999 ne sont pas exploitables en raison du foudroiement des appareils. Les données dont nous disposons sont identiques aux moyennes des années antérieures.

De même les hauteurs de précipitations manquent à partir de septembre. Les valeurs publiées correspondent à une période printanière très moyenne, un mois de juin légèrement arrosé, un début d'août très humide avec des précipitations atteignant 102.8 mm (moyenne des 12 années : 51.8mm).

Comme pour 1998, l'année 1999 présente des caractéristiques d'une année moyenne, si nous considérons les paramètres mesurés.

Aux dates des campagnes les conditions météorologiques étaient les suivantes :

- 26 mars : température basse, mer agitée à peu agitée, vent force 3-4 de secteur nord-ouest à ouest.
- 14 avril : temps couvert avec petites pluies, vent faible sud-est à nord-est.
- 5 mai : vent très faible et instable .
- 26 mai : vent faible de sud-est à nord-est.
- 8 juin : petites pluies éparses (pluies abondantes la veille), jolie brise de secteur ouest avec mer agitée.
- 24 juin : légère brise de nord-est, période ensoleillée.
- 17 septembre : légère brise de sud-ouest, quelques traces de pluies.



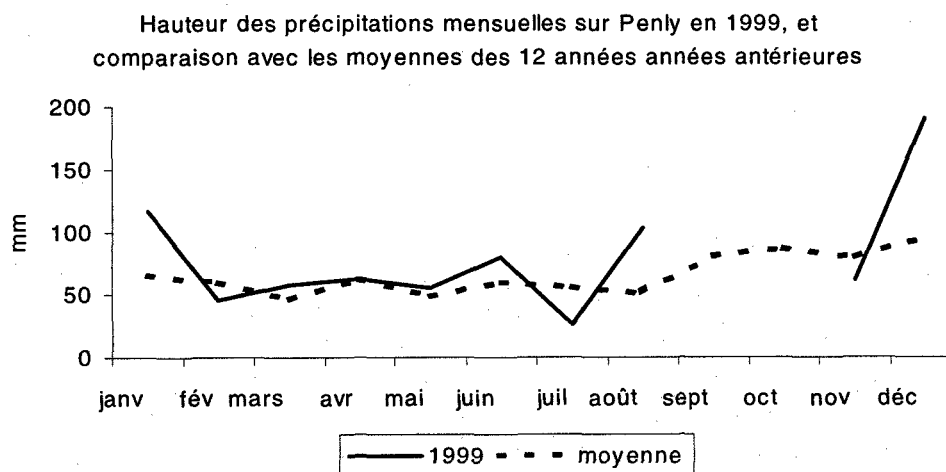
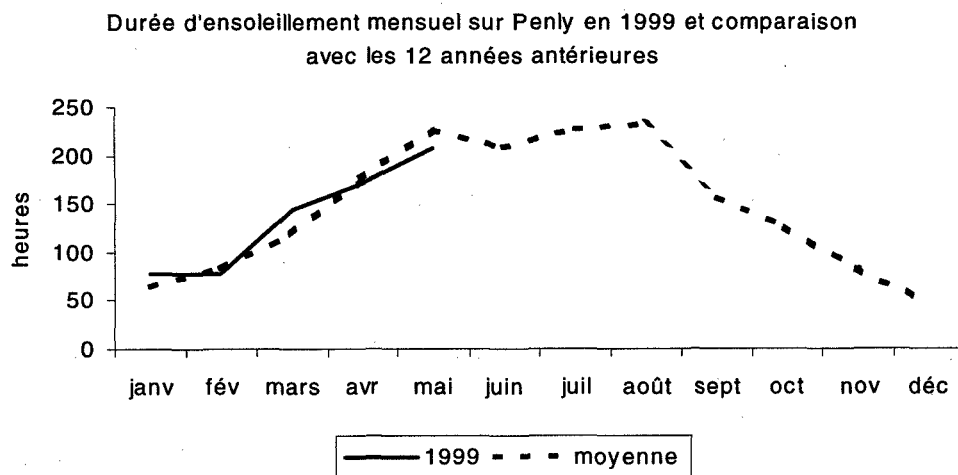
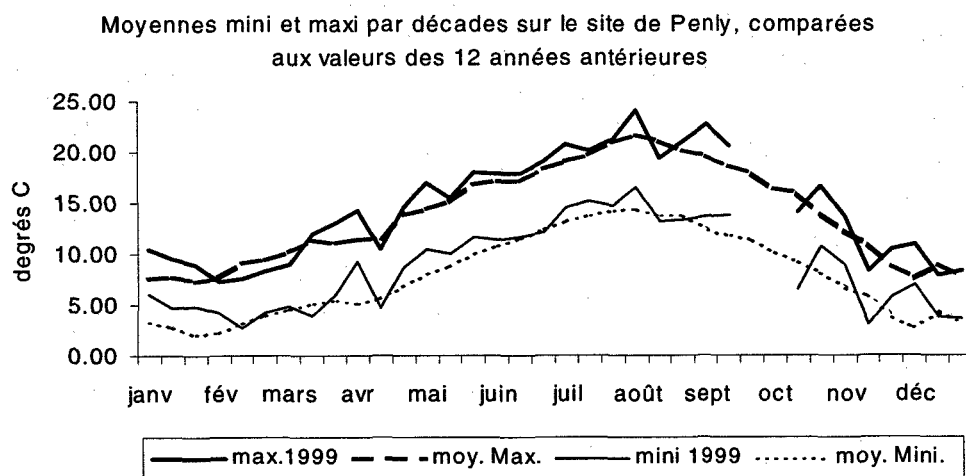


Fig. 1.1 - : Climatologie littorale de Haute Normandie en 1999

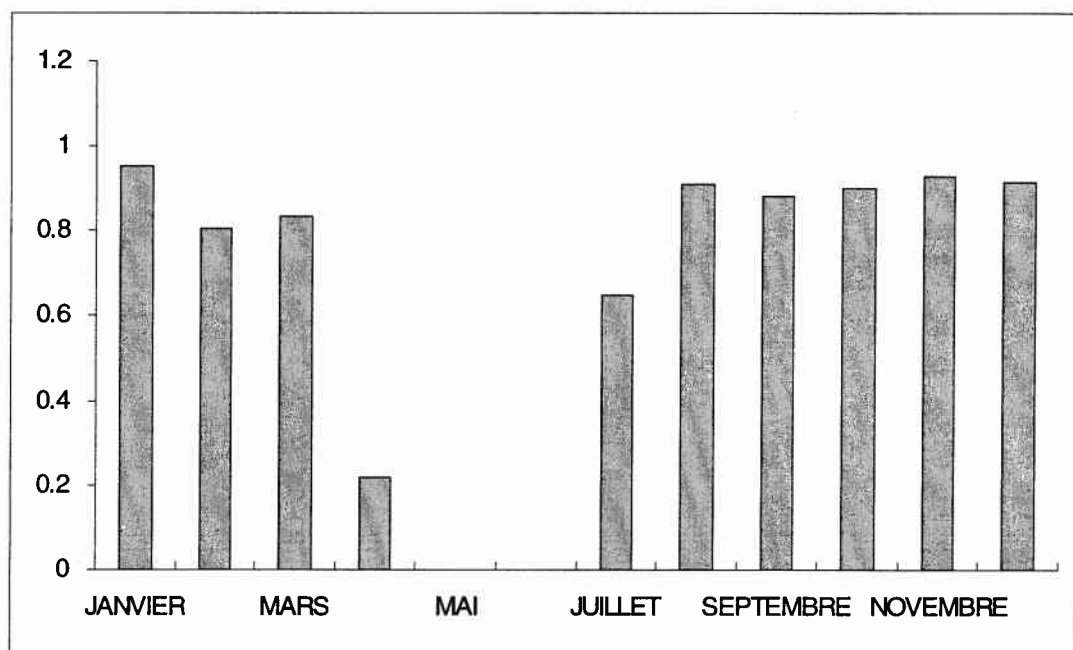
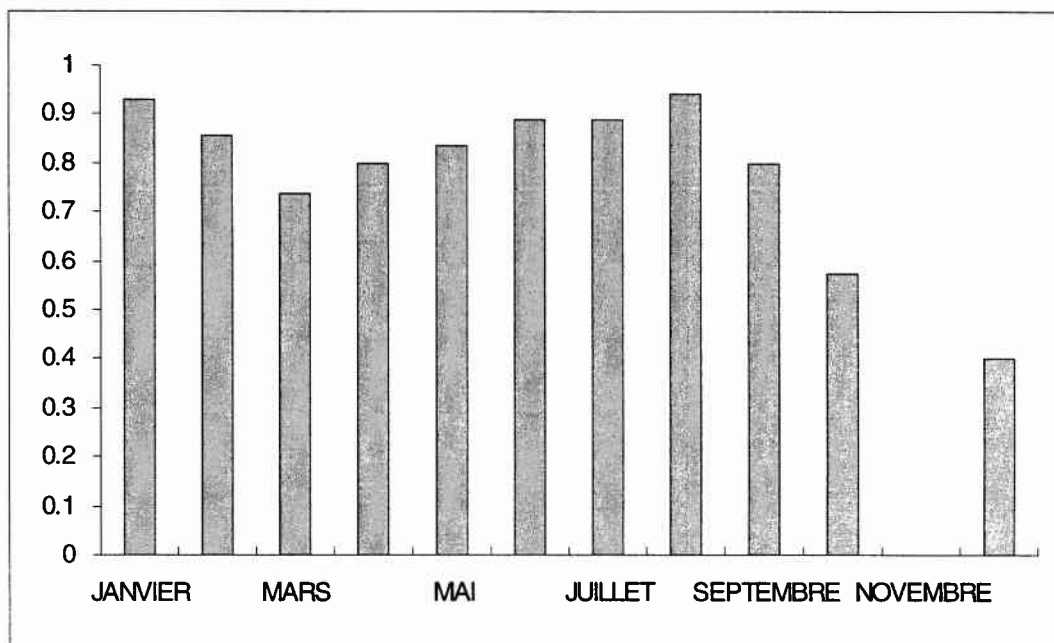
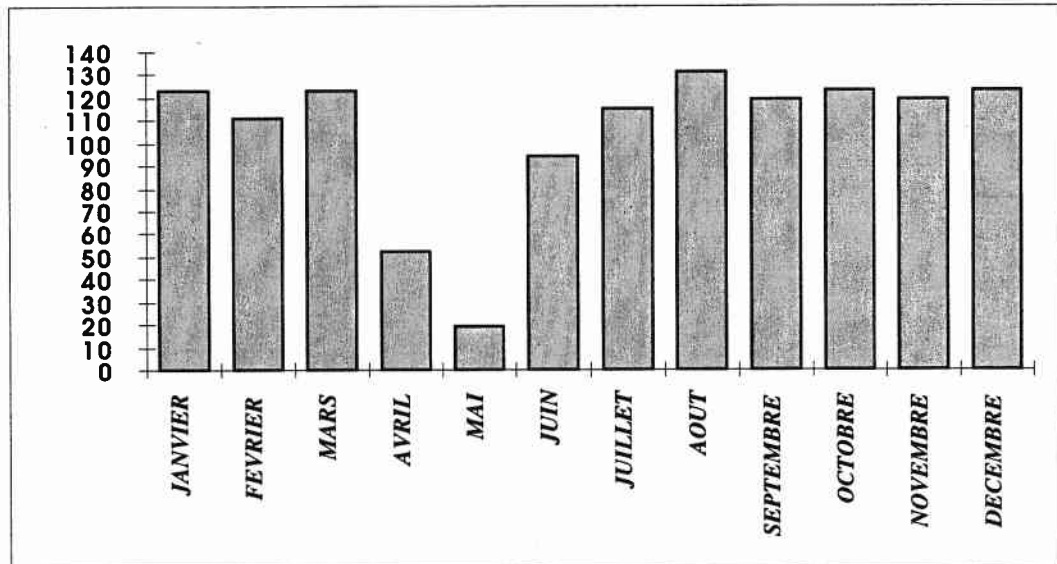
**- Energie nette mensuelle tranche 1 :****- Energie nette mensuelle tranche 2 :**

Fig. 1.2 – Diagrammes de fonctionnement des tranches 1 et 2

## Tranche 1



## Tranche 2

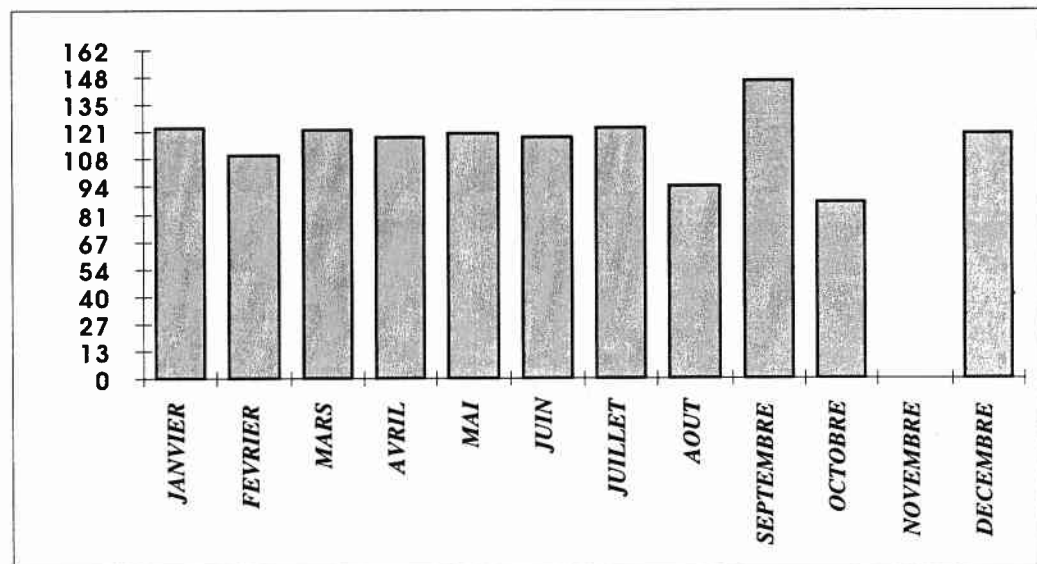
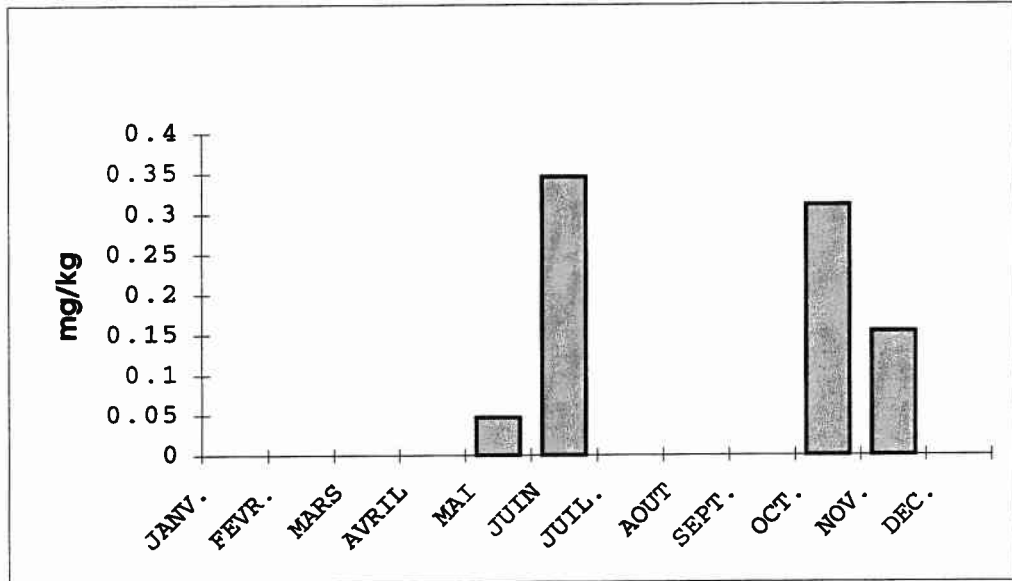
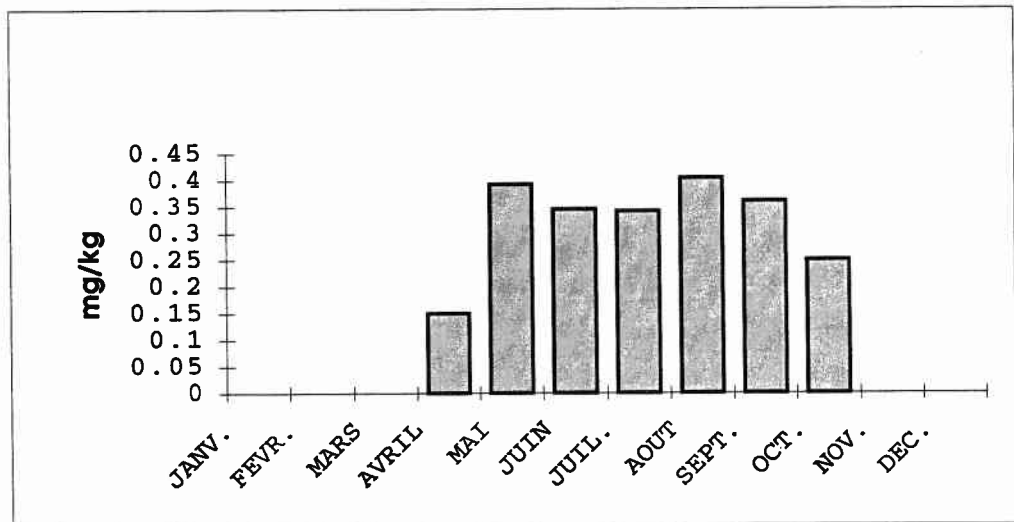


Fig. 1.3 – Volumes d'eau de mer prélevés

**Tranche 1**



**Tranche 2**



**Fig. 1.4 – Concentration volumique de chlore à l'injection**

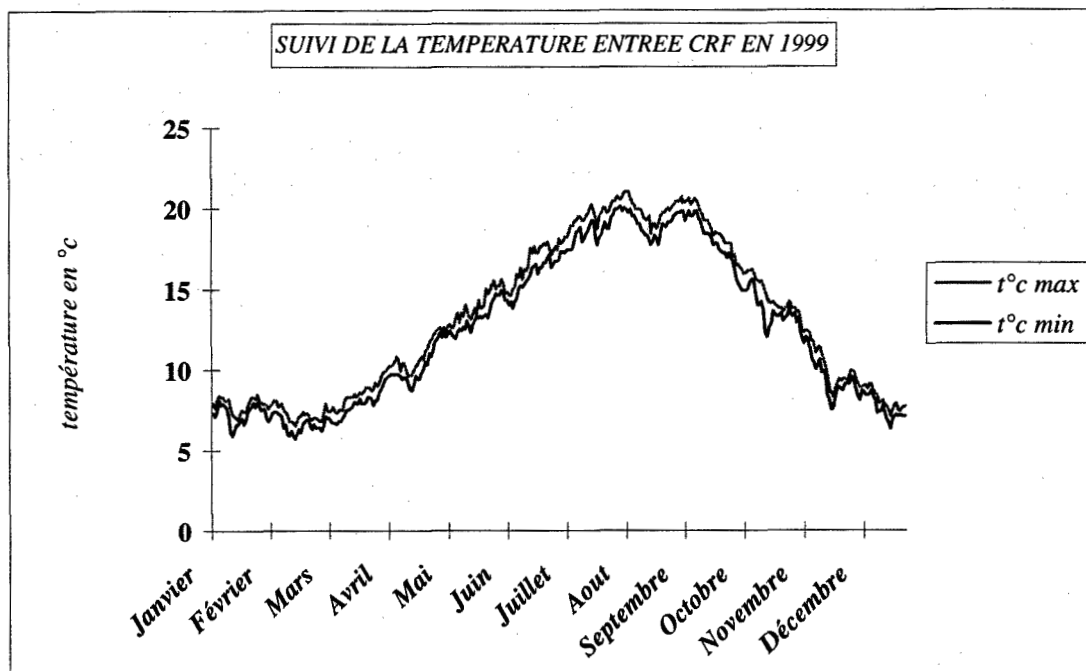


Fig 1.5 – Evolution de la température de l'eau de mer.

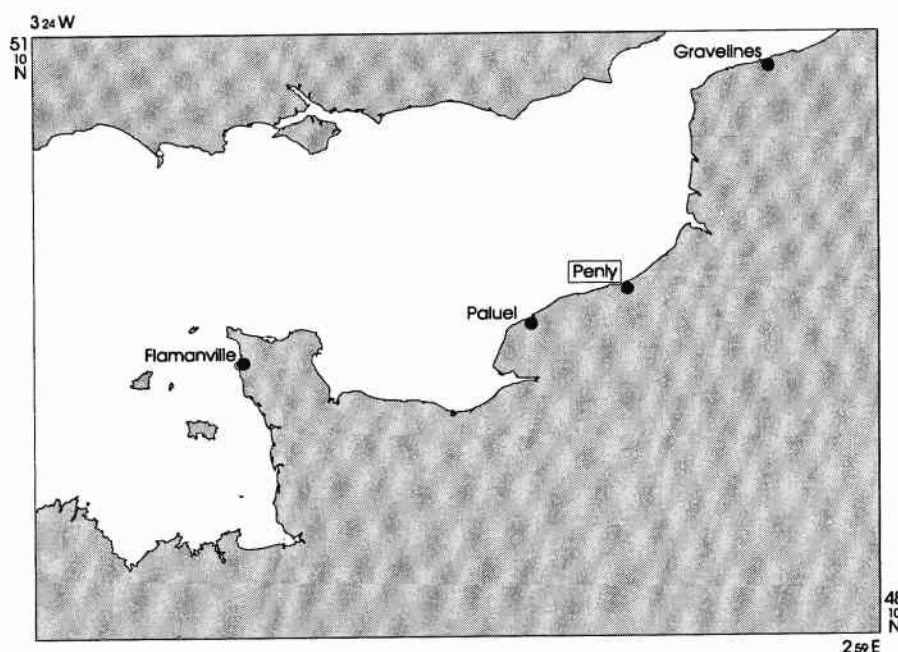
## 1.2. FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE

L'année 1999 est la 10<sup>ème</sup> année de fonctionnement de la centrale de PENLY, la 13<sup>ème</sup> année consécutive pour les études de surveillance.

D'après les documents fournis par le CNPE de PENLY, comme le montre la figure 1.2, les tranches 1 (arrêt du 10 avril au 27 juin ) et 2 (arrêt du 23 octobre au 14 décembre) ont produit en 1999 une énergie nette cumulée de l'ordre de 16 648 GWh.

Les volumes d'eau de mer prélevés cette année varient de 18 à 143 millions de m<sup>3</sup> par mois suivant les tranches, pour un cubage annuel de 2 541 millions de m<sup>3</sup> pour les deux tranches (fig. 1.3).

Comme le montre la figure 1.5, la température de 10°C de l'eau de mer est dépassée du 2 avril au 16 novembre, ce qui conditionne une chloration en continu des circuits de refroidissements dès avril jusqu'à fin novembre pour les tranches 1 et 2. L'injection d'hypochlorite de sodium (de 0,12 à 0,69 mg/kg fig. 1.4) dans l'eau de mer prélevée, pour assurer la protection des circuits de refroidissement, a eu pour effet une production journalière de chlore de 0,2 à 1,6 tonnes au cours de la période avril - novembre.



**Figure 1.6 - Localisation des principaux sites E.D.F. en Manche.**

### 1.3. Localisation des points de mesures

La figure 1.6 ci-dessus situe le secteur de PENLY par rapport aux autres sites étudiés par IFREMER, tandis que la figure 1.7 ci-contre montre l'emplacement des mesures et prélèvements réalisés pour les différentes parties de l'étude.

Quatre stations de mesures sont retenues pour la surveillance 2<sup>ème</sup> phase :

- 3 points (A, B, C, ou 1, 2, 3,) répartis sur une radiale côte large au droit du site (A ou 1 : canal d'aménée, B ou 2 : rejet, C ou 3 : contrôle ou large).
- 1 point (pour le domaine pélagique) dans la zone "hors d'influence" thermique (D. : référence).

Cinq zones (A, B, C, D et E) sont définies pour le calcul des densités moyennes en poissons.

### 1.4. Nature et fréquence des observations

Le tableau 1.1 regroupe les différentes interventions de chaque équipe sur le terrain et précise pour chacune les paramètres étudiés, les points de prélèvement (ou de mesures), le nombre de répliqués en chaque point et les dates auxquelles ces prélèvements ou mesures ont été réalisés.

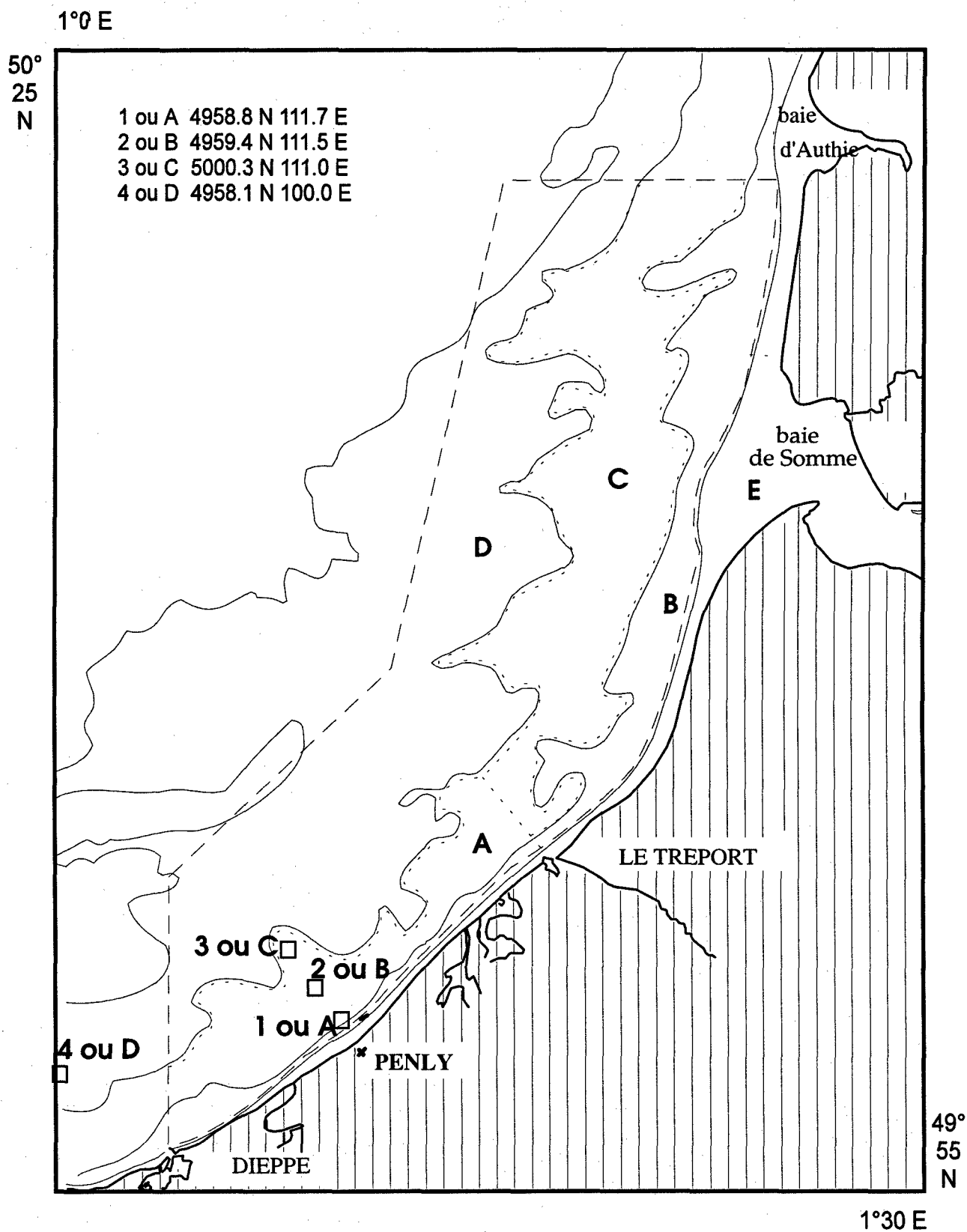


Fig. 1.7 - Emplacements des points de prélèvements



	Paramètres étudiés	Nombre d'échantillons par campagne				Date de mission
		Canal amenée 1 ou A	Rejet 2 ou B	Contrôle 3 ou C	Référence 4 ou D	
<b>1. Surveillance écologique</b> 1.1. Domaine pélagique 1.1. Hydrobiologie	Température	4 surface	4 surface	2 surface 2 - 10 m	2 surface 2 - 10 m	26 / 3
	Salinité	1	1	1 surface 1 - 10 m	1 surface 1 - 10 m	
	MES	1	1	1 surface 1 - 10 m	1 surface 1 - 10 m	24 / 6
	NO <sub>3</sub> +NO <sub>2</sub> +NH <sub>4</sub>	4	4	2 surface 2 - 10 m	2 surface 2 - 10 m	15 / 9
	Chlore libre	1	1	1	1	
	Bromoformes	2	2	2	2	
1.2. Phytoplancton	Chlorophylle et phaéopigments	4	4	2 surface 2 - 10 m	2 surface 2 - 10 m	26 / 3
	Production primaire potentielle	4	4		(2x3) surface (2x3) -10m	24 / 6
	Détermination et comptage	1	1		1 surface 1 - 10 m	15 / 9
1.1.3. Zooplancton	poids sec, carbone, azote	6 WP2 congelés	6 WP2 congelés	6 WP2 congelés	6 WP2 congelés	26/3 24 / 6
	Détermination et comptage	1 WP2 formolé	1 WP2 formolé	1 WP2 formolé	1 WP2 formolé	15 / 9
1.4. Microbiologie	Dénombrement des germes totaux					26 / 3
	Dénombrement des germes viables	2	2	4	4	24 / 6
	Recherche des vibrions halophiles					15 / 9
<b>2. Surveillance halieutique</b> 2.1. hydrologie et Zooplancton	Température-Salinité					14 / 4
	Densité des organismes holoplanctoniques et méroplanctoniques	Surface & fond	Surface & fond	Surface & fond		6 / 5
	et méroplanctoniques (oeufs et larves de poissons)	2 bongo	2 bongo	2 bongo		26 / 5
2.2. Suivi de la macrofaune halieutique	Etude de la nourricerie de poissons plats - soles, plie, limande - autres espèces ( crevette grise, merlan, tacaud)	- 34 traits de 1/4 h au chalut perche 3 m entre la baie d'Authie et Dieppe				16/9
		- 17 traits de 3 mn au chalut perche 2 m à l'intérieur de la baie de Somme				17 18 & 19/9

Tableau 1.1 - Travaux réalisés en 1999 concernant l'étude de surveillance écologique et halieutique du site de PENLY

## **2. LE DOMAINE PELAGIQUE**

*Etude et rapport réalisés :*

*- au Centre IFREMER de Brest :*

Geneviève ARZUL (Hydrologie)

Evelyne ERARD-LE DENN (Phytoplancton)

Françoise QUINIOU (Zooplancton)

*avec la collaboration de :*

Marie-Pierre CRASSOUS, Jacqueline LE GRAND, Agnès YOUENOU  
Myriam RUMEBE

*- au Laboratoire Municipal et régional de Rouen :*

Jacques LE CLAIRE (Microbiologie)

## 2.1 METHODOLOGIE

### 2.1.1-Matériel, méthodes, calendrier des missions

Les techniques appliquées sont présentées dans l'ouvrage « recueil des techniques » rapport Ifremer DERO/86.24/EL au chapitre I, par N. Degros, les dates des campagnes et l'échantillonnage sont mentionnés précédemment.

### 2.1.2-Méthodologie de traitement

Les résultats sont présentés dans les tableaux 2.1 et les figures 2.1 à 2.8.

## 2.2 HYDROBIOLOGIE

### 2.2.1 – Température (figure 2.1)

La température mesurée le 27 mars aux quatre points d'observation est peu différente de celle du 23 mars 1998. La température mesurée en juin est également très voisine de celle de juin 1998 à l'exception de celle du rejet, légèrement plus basse en 1999 : 17.4 °C (18.7 °C l'année précédente). En septembre la température présente une élévation générale sur la zone étudiée et pour chaque point les valeurs enregistrées sont supérieures aux mesures antérieures. Cette situation peut être une conséquence de la situation météorologique en août-septembre où les températures étaient légèrement plus élevées que la moyenne, sur une durée relativement étendue.

Le calcul du taux de dilution de l'eau réchauffée théoriquement de 15 °C, arrivant en surface au point rejet est le suivant :

$$\pi = [1 - (T^{\circ} R_j - T^{\circ} CA)/15]100$$

avec  $\pi$  : proportion de l'eau réchauffée

$T^{\circ} R_j$  : température au point rejet

$T^{\circ} CA$  : température au canal d'amenée, supposée identique à celle du point rejet avant l'apport de l'eau échauffée.

En appliquant cette formule, les taux de dilution calculés sont respectivement de 84, 97 et 87 %, pour chacune des trois campagnes.

### 2.2.2 – Salinité (figure 2.2)

La salinité mesurée au printemps est basse et cette situation ressemble à celle observée en 1994 et 1995. En juin la salinité présente une légère baisse par rapport à celle mesurée en 1998, tandis qu'en septembre on observe une tendance à la resalure, comparé à 1998. D'une façon générale l'ensemble des masses d'eau apparaît homogène.

### 2.2.3 – Ammonium (figure 2.3)

En mars 1999 les teneurs en ammonium : de l'ordre de  $0.4 \mu\text{M N-NH}_4$ , sont peu différentes de celles analysées l'année précédente à cette même période. En juin les concentrations sont légèrement plus élevées dans l'eau du rejet ( $1.12 \mu\text{M N}$ ) par rapport à celles du canal d'amenée ( $0.70 \mu\text{M N}$ ) et du point référence ( $0.56 \mu\text{M N}$ ), et ces teneurs sont normales par rapports aux données antérieures. En septembre la concentration en ammonium est plus élevée dans la bande d'eau côtière :  $3.67 \mu\text{M N}$  au canal d'amenée, et  $3.11 \mu\text{M N}$  au rejet, que dans l'eau de référence :  $1.0 \mu\text{M N}$ , le point contrôle étant intermédiaire :  $1.44 \mu\text{M N}$ .

### 2.2.4 – Nitrate (figure 2.4)

Les concentrations en nitrate mesurées en mars sont les plus élevées depuis le début de l'étude sur ce site : de  $36.90 \mu\text{M N-NO}_3$  au canal d'amenée, à  $44.48 \mu\text{M N}$  au point référence. Les teneurs relativement élevées observées en 1994 et 1995 ( $25$  à  $25.5 \mu\text{M N}$ ) pour une période identique correspondaient, comme en 1999, à une masse d'eau plus dessalée. En juin les teneurs en nitrate présentent également une tendance à l'élévation par rapport à celles de juin 1998, tandis qu'en septembre l'abaissement est très marqué dans l'eau plus côtière (canal d'amenée, rejet et contrôle). La comparaison des teneurs en nitrate avec les variations de la salinité montrent que cet apport, nutritif pour le phytoplancton, est étroitement lié à l'arrivée d'eau dessalée.

**2.2.5- Nitrite (figure 2.5)**

Les teneurs en nitrite évoluent de façon identique à celles des années précédentes.

**2.2.6 – Phosphate (figure 2.6)**

Il paraît intéressant de rapprocher les teneurs en phosphate de celles en nitrate, et les mêmes remarques peuvent être faites. En mars les concentrations sont les plus élevées parmi celles analysées depuis 1987 : 2.66  $\mu\text{M P-PO}_4$  en référence et de 1.34 à 1.60  $\mu\text{M P}$  aux autres stations. En septembre les teneurs s'abaissent mais contrairement au nitrate la concentration la plus élevée est mesurée au canal d'amenée (1.04  $\mu\text{M P}$ ).

**2.2.7 – Silicate (figure 2.7)**

Le silicate évolue comme le nitrate et le phosphate en mars (13.36 à 16.02  $\mu\text{M Si}$ ) et en juin (2.73 à 2.10  $\mu\text{M Si}$ ). En septembre la diminution des concentrations est à peine marquée par rapport à 1998 et les concentrations restent relativement élevées (13.64 à 10.25  $\mu\text{M Si}$ ).

**2.2.8 – M.E.S. (figure 2.8)**

Les M.E.S. proviennent essentiellement des remises en suspension des sédiments lors des activités de dragage dans le secteur de Dieppe et dans le canal d'amenée. Les mesures faites en mars et juin 1999 montrent des teneurs faibles comprises entre 15.20  $\text{mg dm}^{-3}$  au canal d'amenée à 3.30  $\text{mg dm}^{-3}$  en référence, en mars. En septembre les M.E.S. mesurées au canal d'amenée et au rejet sont plus élevées, tandis qu'en contrôle l'eau de surface est très chargée (40.60  $\text{mg dm}^{-3}$ ) comparée à la mi-profondeur (7.80  $\text{mg dm}^{-3}$ ), toutes les autres caractéristiques des masses d'eaux étant identiques par ailleurs.

## Conclusion de l'étude hydrologique

Les caractéristiques hydrologiques de l'année 1999 se distinguent par des teneurs très élevées en sels nutritifs au mois de mars.

Tableau N°2.1 : Moyennes et écarts-types des paramètres hydrologiques PENLY

26-mars-99	Température	Salinité	M.E.S.	NH4	NO3	NO2	PO4	Si
Canal amenée (surface)	8.84 ± 0.02	32.370	15.20	0.37 ± 0.06	36.90 ± 11.46	0.22 ± 0.07	1.34 ± 0.06	13.36 ± 3.5
Rejet (surface)	11.11 ± 0.13	32.556	15.50	0.48 ± 0.06	39.87 ± 3.93	0.24 ± 0.04	1.6 ± 0.24	14.11 ± 1.47
Contrôle (surface)	10.36 ± 0.22	32.583	13.80	0.56 ± 0.09	44.21 ± 2.67	0.27 ± 0.01	1.82 ± 0.04	14.92 ± 0.13
Contrôle (mi-profondeur)	9.48 ± 0.18	33.612	10.20	0.42	41.23	0.26	1.34 ± 0.08	12.55 ± 2.09
Référence (surface)	8.66 ± 0.00	32.485	3.30	0.50 ± 0.06	44.31 ± 0.26	0.26 ± 0.01	1.56 ± 0.14	15.07 ± 0.57
Référence (- 10m)	8.65 ± 0.01	32.675	3.30	0.47 ± 0.07	44.65 ± 4.72	0.37 ± 0.00	2.66 ± 0.87	16.97 ± 3.13

24-juin-99	Température	Salinité	M.E.S.	NH4	NO3	NO2	PO4	Si
Canal amenée (surface)	16.91 ± 0.01	33.445	14.00	0.70 ± 0.39	2.13 ± 0.33	0.14 ± 0.04	0.29 ± 0.14	2.73 ± 0.65
Rejet (surface)	17.36 ± 0.85	33.627	11.60	1.12 ± 0.43	0.95 ± 0.19	0.13 ± 0.04	0.29 ± 0.16	2.16 ± 0.42
Contrôle (surface)	16.85 ± 0.01	33.759	8.10	0.46 ± 0.05	0.88 ± 0.04	0.13 ± 0.01	0.14 ± 0.01	1.64 ± 0.19
Contrôle (mi-profondeur)	16.58 ± 0.01	33.721	11.70	0.54 ± 0	0.91 ± 0	0.13 ± 0	0.16 ± 0.02	1.6 ± 0.17
Référence (surface)	16.59 ± 0.17		7.20	0.56 ± 0.12	2.27 ± 0.13	0.14 ± 0.02	0.18 ± 0.01	2.42 ± 1.06
Référence (mi-profondeur)	16.44 ± 0.04		6.60	0.54 ± 0.1	2.40 ± 0.06	0.17 ± 0.01	0.13 ± 0.06	1.8 ± 0.04

17-sept-99	Température	Salinité	M.E.S.	NH4	NO3	NO2	PO4	Si
Canal amenée (surface)	19.710 ± 0.32	34.122	16.50	3.67 ± 0.14	3.18 ± 0.90	0.21 ± 0.01	1.04 ± 1.10	13.64 ± 1.63
Rejet (surface)	21.578 ± 0.12	34.172	34.60	3.11 ± 0.22	2.35 ± 0.53	0.17 ± 0.01	0.54 ± 0.05	12.85 ± 0.63
Contrôle (surface)	19.51 ± 0.27	34.378	40.60	1.47 ± 0.04	1.48 ± 0.01	0.09 ± 0.01	0.31 ± 0.01	10.2 ± 0.35
Contrôle (mi-profondeur)	19.65 ± 0.06	34.427	7.80	1.42 ± 0.01	1.69 ± 0.35	0.08 ± 0	0.24 ± 0.01	10.29 ± 0.22
Référence (surface)	19.46 ± 0.04	34.242	2.40	1.04 ± 0.06	6.08 ± 0.09	0.19 ± 0	0.52 ± 0.04	11.45 ± 0.62
Référence (- 10m)	19.49 ± 0.01	34.273	2.60	0.93 ± 0.01	6.04 ± 0.04	0.19 ± 0.01	0.42 ± 0.01	11.75 ± 0.64

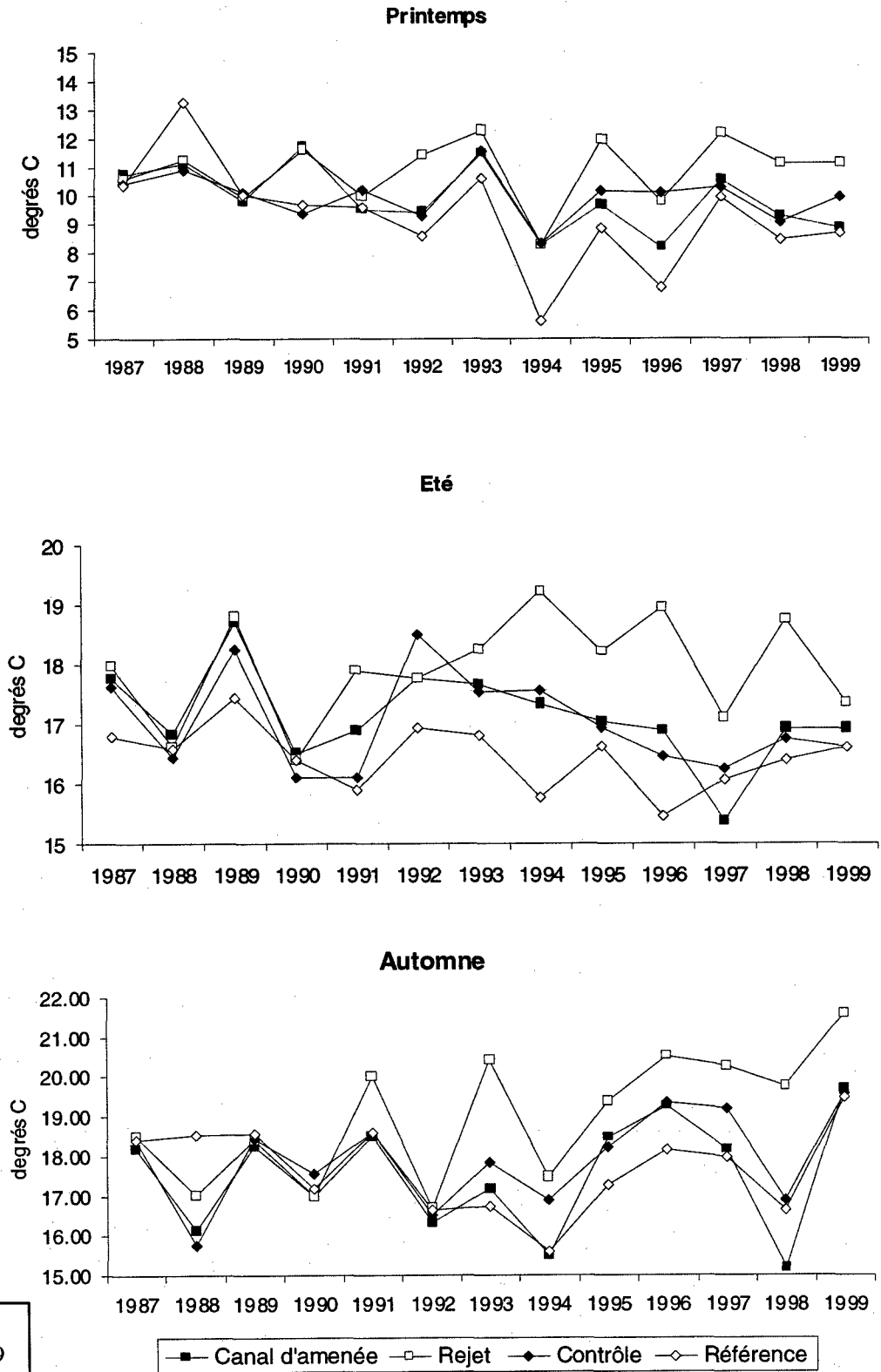
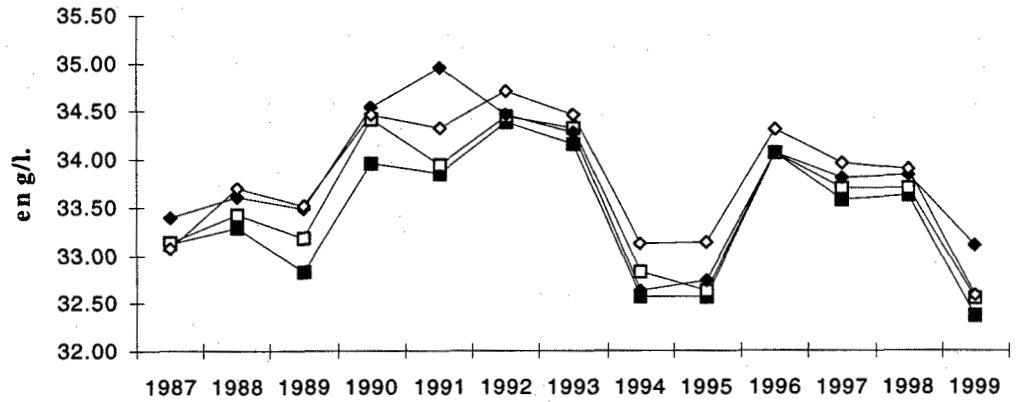
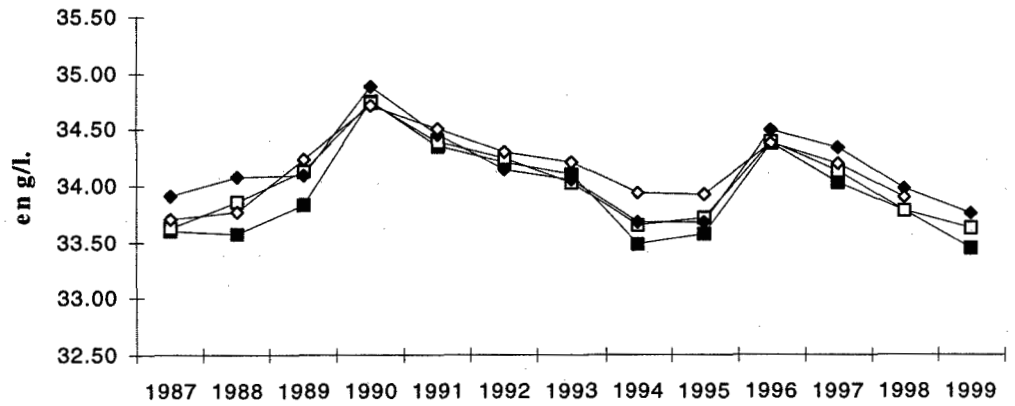


Fig 2.1. : Evolution de la température de 1987 à 1999 au droit du CNPE de Penly

Printemps



Eté



Automne

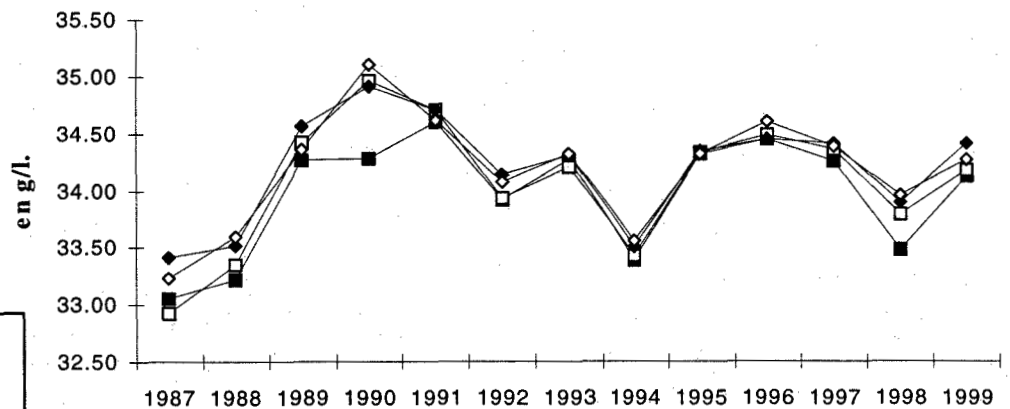


Fig. 2.2 : Evolution de la salinité de 1987 à 1999 au droit du CNPE de Penly

■ Canal d'amenée □ Rejet ◆ Contrôle ◇ Référence



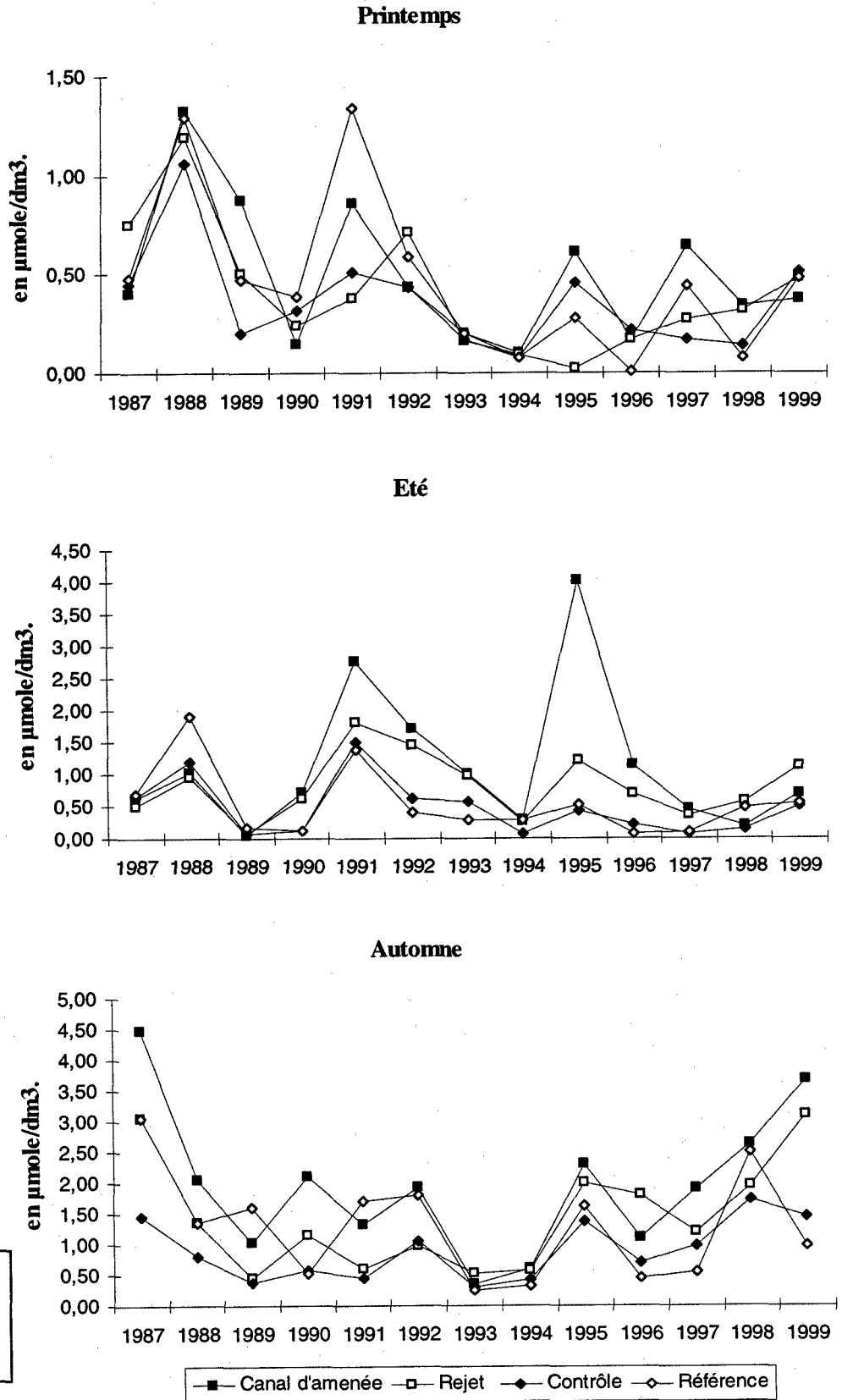


Fig. 2.3 : Evolution de la teneur en ammonium de 1987 à 1999 au droit de Penly.

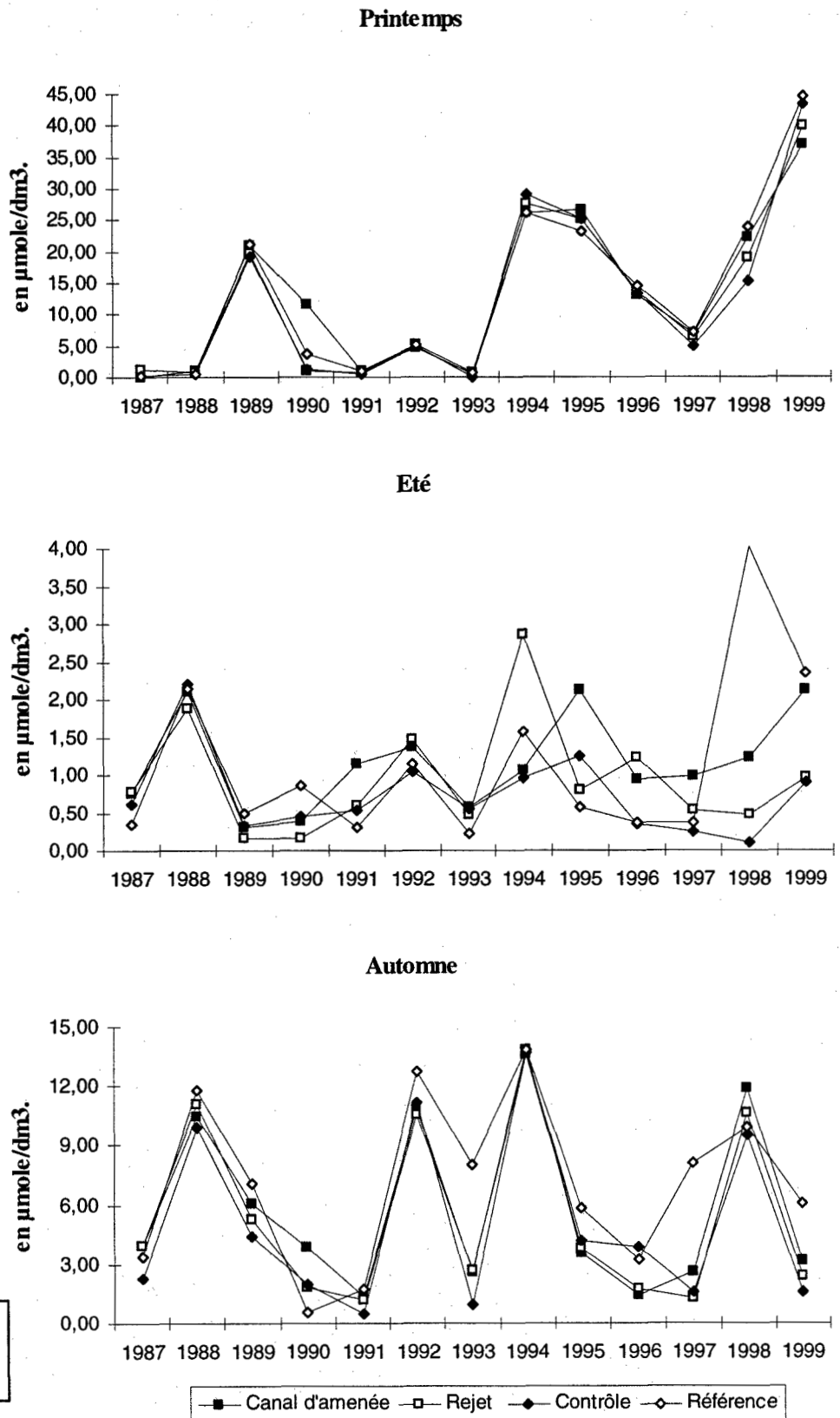
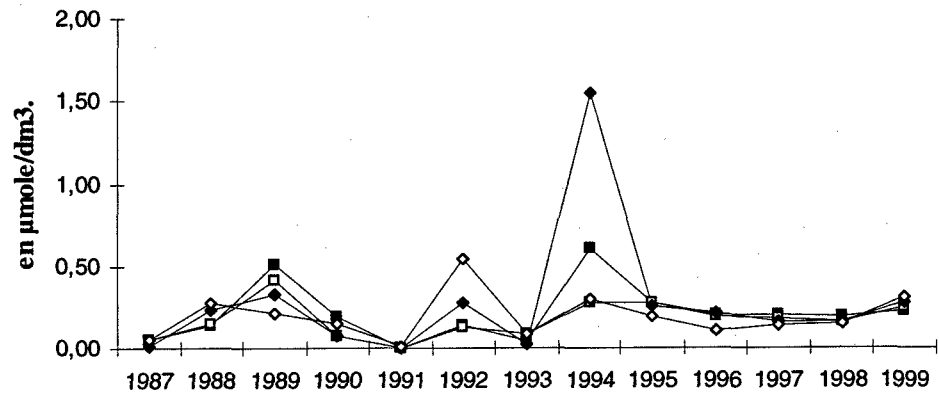
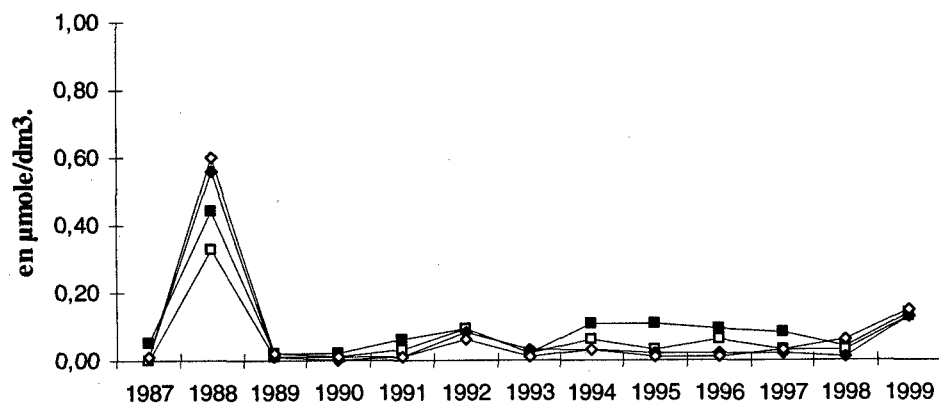


Fig. 2.4. : Evolution de la teneur en nitrate de 1987 à 1999 au droit de Penly

Printemps



Été



Automne

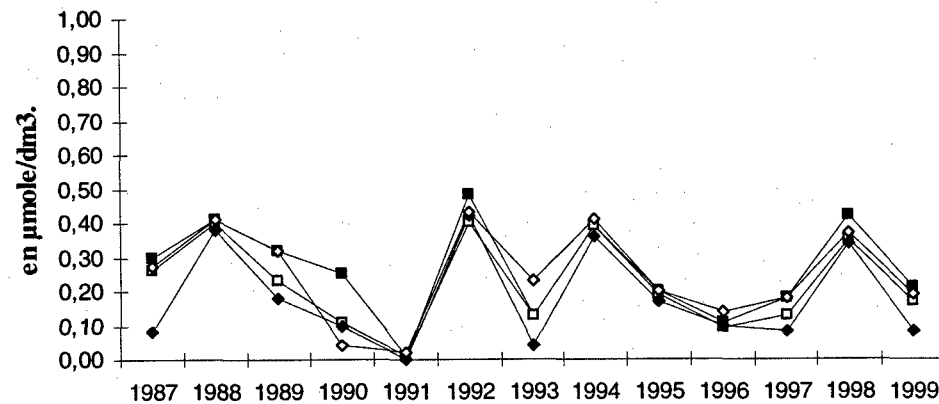
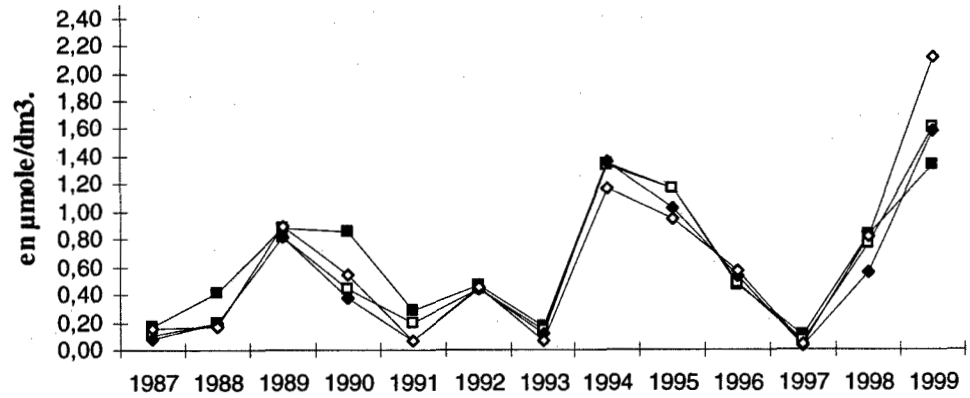


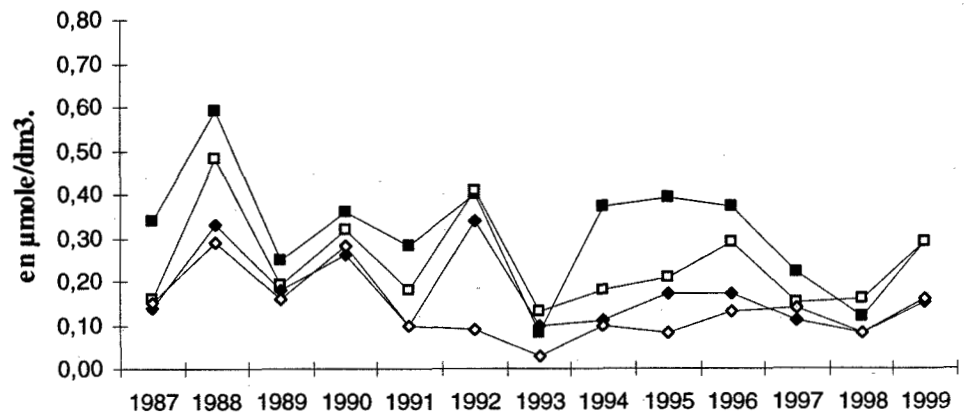
Fig. 2.5. : Evolution de la teneur en nitrite de 1987 à 1999 au droit de Penly.

■ Canal d'aménée □ Rejet ◆ Contrôle ◇ Référence

Printemps



Été



Automne

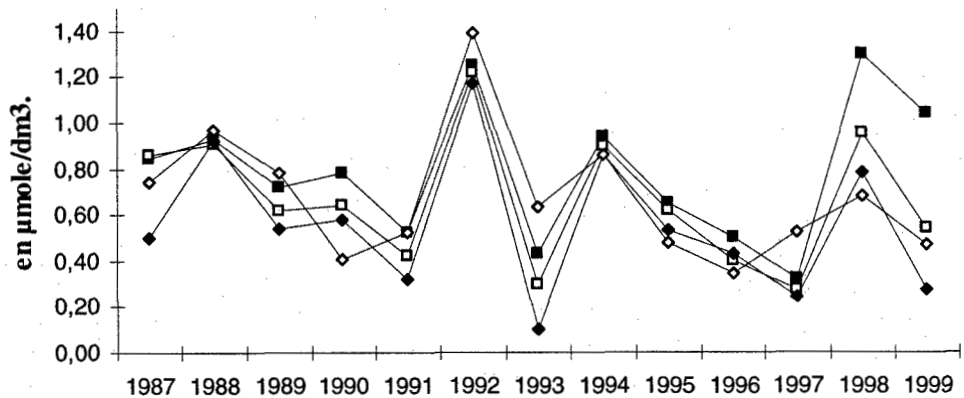
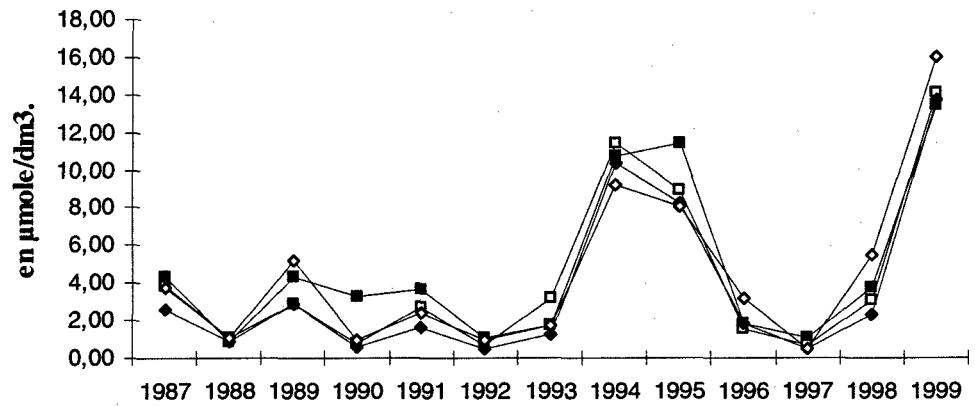


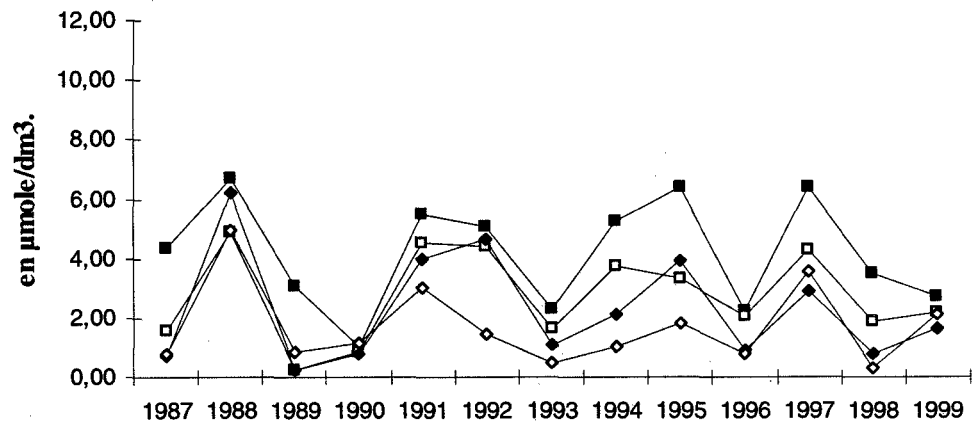
Fig. 2.6. : Evolution de la teneur en phosphate de 1987 à 1999 au droit du site de Penly

■ Canal d'amenée □ Rejet ● Contrôle ◇ Référence

Printemps



Été



Automne

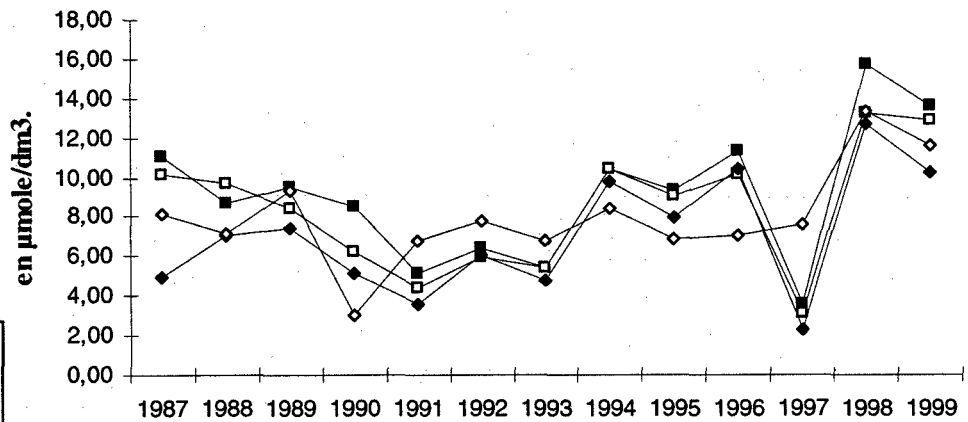


Fig. 2.7. : Evolution de la teneur en silicate de 1987 à 1999 au droit du site de Penly.

■ Canal d'amenée □ Rejet ◆ Contrôle ◇ Référence

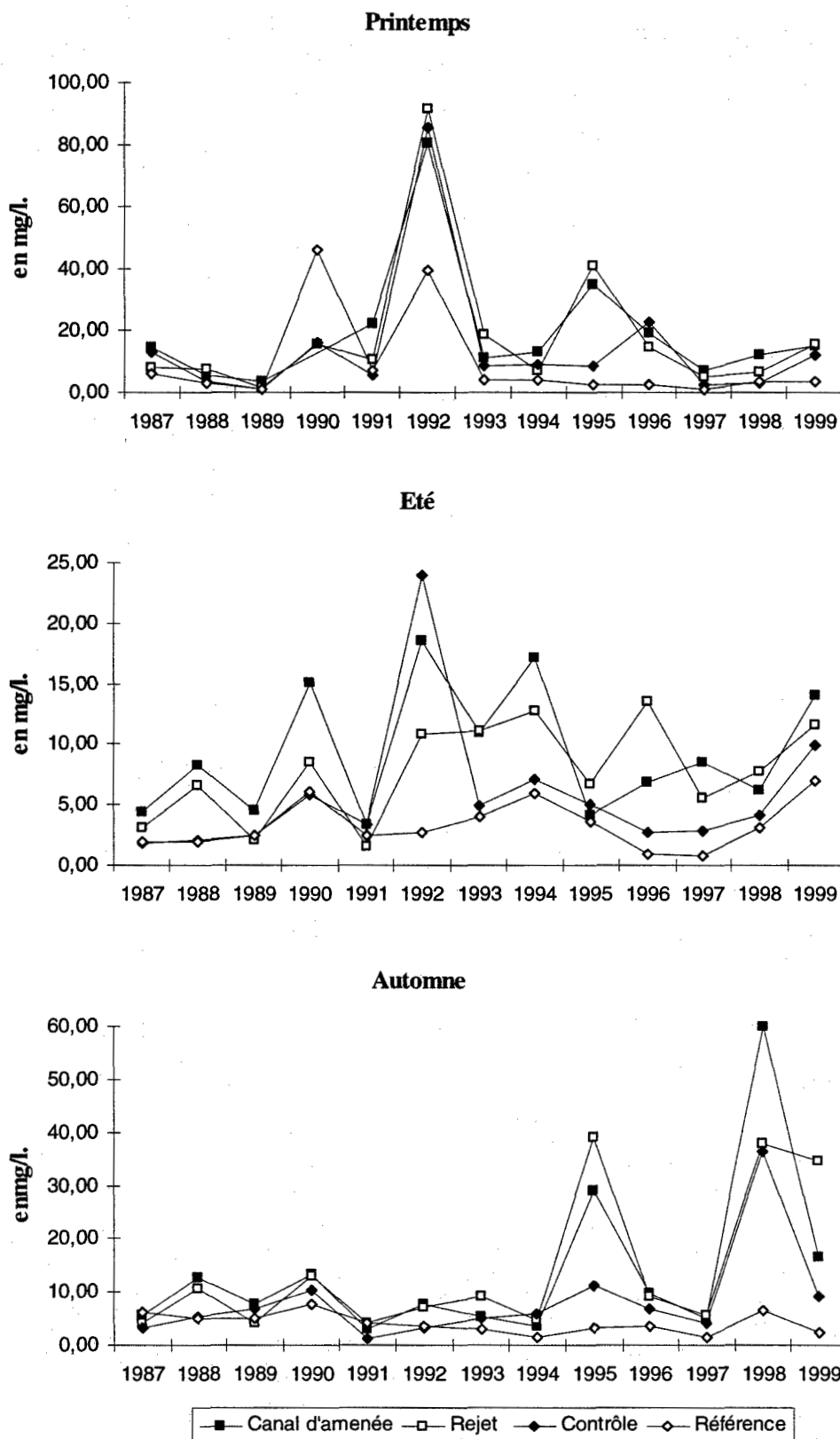


Fig. 2.8. : Evolution de la teneur en M.E.S. de 1987 à 1999 au droit de Penly

### 2.3 Phytoplancton

En 1999, tous les paramètres globaux, chlorophylle, production primaire et microplancton ont été mesurés pour estimer "l'impact" de l'échauffement de la masse d'eau. A chaque point de prélèvement les mesures des réplicats sont moyennées et représentées sous forme de tableau 2.3 et de figures 2.9 à 2.12.

<b>26-mars-99</b>	Chlorophylle µg/dm <sup>3</sup>	Phaéopigments µg/dm <sup>3</sup>	Product. Prim. mg C/m <sup>3</sup> /h	Microplancton nbre/cm <sup>3</sup>	Nanoplancton nbre/cm <sup>3</sup>
Canal amenée (surface)	3,92 ± 0.2	1,94 ± 0.30	16,37 ± 2.37	884	29
Rejet (surface)	2,97 ± 0.28	1,19 ± 0.26	10,95 ± 2.21	529	15
Contrôle (surface)	2,60 ± 0.31	0,87 ± 0.37			
Contrôle (mi-profondeur)	2,77 ± 0.42	0,98 ± 0.15			
Référence (surface)	1,27 ± 0.11	0,37 ± 0.14	5,57 ± 0.29	333	3
Référence (- 10 m)	1,08 ± 0.11	0,48 ± 0.13	4,74 ± 0.36	119	4
<b>24-juin-99</b>	Chlorophylle µg/dm <sup>3</sup>	Phaéopigments µg/dm <sup>3</sup>	Product. Prim. mg C/m <sup>3</sup> /h	Microplancton nbre/cm <sup>3</sup>	Nanoplancton nbre/cm <sup>3</sup>
Canal amenée (surface)	7,60 ± 0.68	1,31 ± 0.32	21,53 ± 3.85	463	819
Rejet (surface)	9,03 ± 0.43	2,22 ± 0.33	22,46 ± 2.27	549	658
Contrôle (surface)	7,87 ± 0.33	1,35 ± 0.32			
Contrôle (mi-profondeur)	7,99 ± 0.66	1,30 ± 0.13			
Référence (surface)	7,37 ± 0.88	1,22 ± 0.2	17,18 ± 0.53	351	626
Référence (- 10 m)	7,41 ± 0.06	1,24 ± 0.3	22,16 ± 1.73	417	658
<b>17-sept.-99</b>	Chlorophylle µg/dm <sup>3</sup>	Phaéopigments µg/dm <sup>3</sup>	Product. Prim. mg C/m <sup>3</sup> /h	Microplancton nbre/cm <sup>3</sup>	Nanoplancton nbre/cm <sup>3</sup>
Canal amenée (surface)	1,02 ± 0.16	1,59 ± 0.41	9,04 ± 1.82	37	145
Rejet (surface)	1,12 ± 0.31	2,27 ± 0.55	6,21 ± 0.39	21	167
Contrôle (surface)	1,34 ± 0.17	1,18 ± 0.2			
Contrôle (mi-profondeur)	1,32 ± 0.16	1,11 ± 0.13			
Référence (surface)	0,91 ± 0.1	0,43 ± 0.1	5,53 ± 0.62	25	137
Référence (- 10 m)	1,13 ± 0.22	0,51 ± 0.08	5,86 ± 0.64	42	172

Tableau 2.3. Moyennes et écarts types des paramètres phytoplanctoniques

Durant les campagnes de 1999, les échauffements sont faibles (cf. 2.2.1), et les taux de dilution de 84 à 97 % laissent supposer une faible variation de la biomasse phytoplanctonique par rapport au canal d'aménée. Les calculs de "déficit" dans l'échelon primaire sont dans ce cas simplifiés et sont calculés suivant la formule :

$$(V_a - V_r) * 100 / V_a \quad \text{avec } V_a : \text{valeur observée au canal d'aménée}$$

$$V_r : \text{valeur observée au canal rejet}$$

	Chlorophylle	Production primaire	Microplancton
26 mars 1999	- 24.2%	- 33.1%	- 40.1%
24 juin 1999	+ 18.8%	+ 4.3%	+ 18.5%
17 septembre 1998	+ 9.8%	- 31.3%	- 43.2%

Tableau 2.4 : "Déficits" phytoplanctoniques.

### 2.3.1 Biomasse chlorophyllienne (figures 2.9)

Au cours de l'année, les valeurs moyennées, comprises dans les fluctuations habituellement mesurées sur ce site, s'échelonnent entre  $1.02 \pm 0.15 \mu\text{g}$  de chlorophylle *a* par  $\text{dm}^3$ , en septembre au point référence, et  $9.03 \pm 0.43 \mu\text{g}$ , en juin au point rejet.

En mars, les valeurs de  $1.17 \pm 0.13$  à  $3.92 \pm 0.2 \mu\text{g}$ , correspondent à des valeurs couramment référencées en cette période (cf. années 1994 et 1995), avant prolifération phytoplanctonique printanière. Le déficit observé au rejet (-24 %) est dû au mauvais état physiologique de la population phytoplanctonique dont la teneur en chlorophylle active est inférieure à 67 % à la prise d'eau au canal.

	canal	rejet	contrôle	référence
26 mars 1999	66.89	71.39	59.2	73.58
24 juin 1999	85.29	80.26	85.08	85.39
17 septembre	39.08	33.03	53.84	68.45

Tableau 2.5 Pourcentages de chlorophylle active ( $\text{chlorophylle } a * 100 / \text{chlorophylle } a + \text{phaéopigment}$ )



En juin et en septembre, aucun déficit n'est observé et les valeurs d'environ 8 et 1.5  $\mu\text{g}$  s'insèrent dans la fourchette des moyennes préalablement observée depuis les études de suivi. En septembre les valeurs de chlorophylle active sont faibles (< à 40 %), elles représentent une flore en mauvais état physiologique liée à des matières en suspension (cf. 2.2.8).

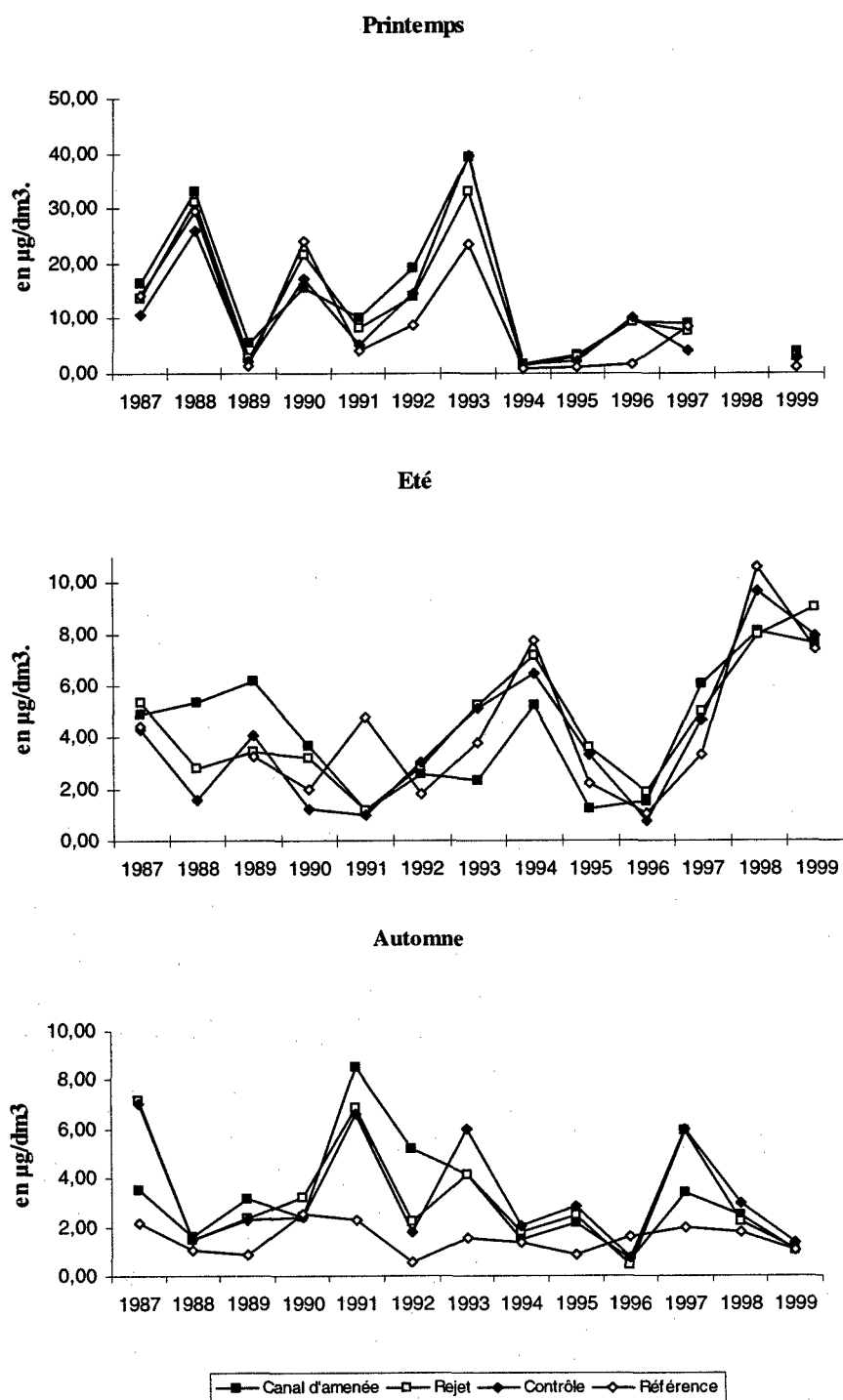


Fig. 2.9. : Biomasse chlorophyllienne de 1987 à 1999 au droit du CNPE de PENLY.

## 2.3.2 Phéopigments (figures 2.10)

Les phéopigments, pigments de dégradation de la chlorophylle, sont recherchés comme indicateurs de l'état physiologique du phytoplancton. C'est particulièrement en septembre que les valeurs les plus élevées ont été notées, notamment aux points canal et rejet (1.59 et 2.27  $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ ) où de nombreux agrégats de matière en suspension ont été observés.

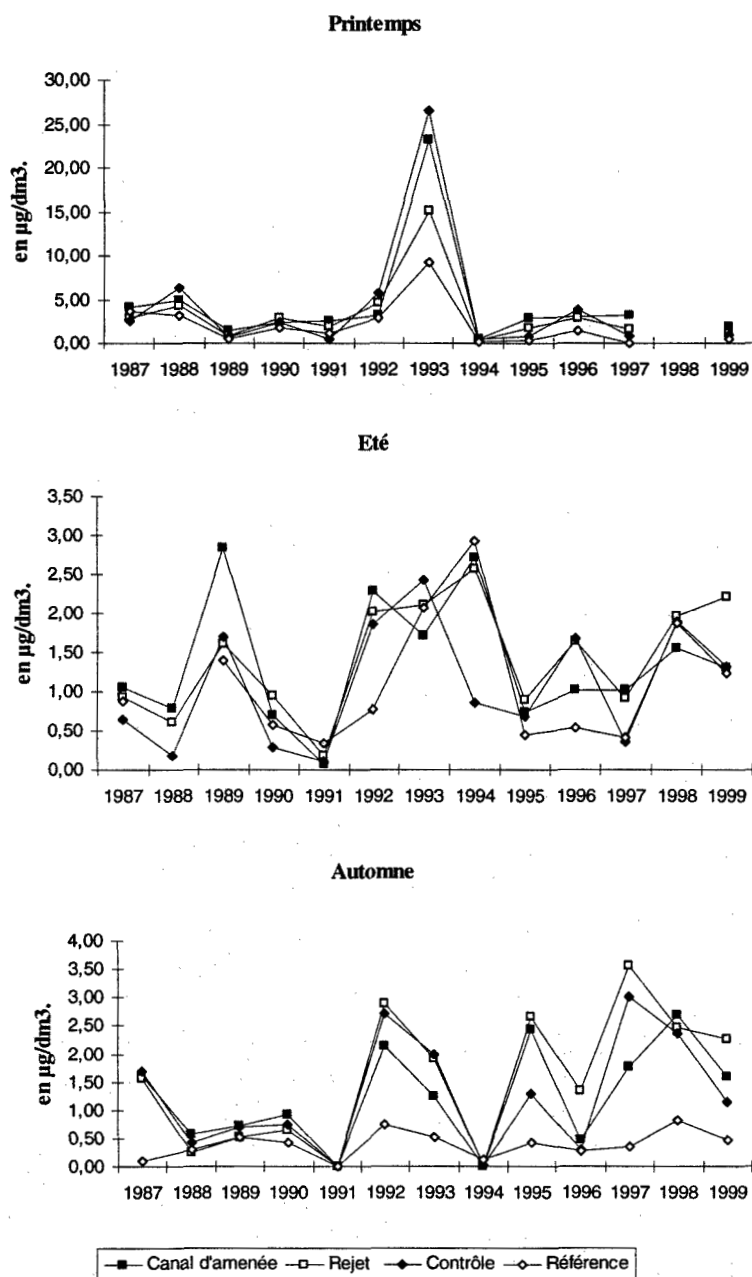


Fig. 2.10. : Phéopigments de 1987 à 1999 au droit du CNPE de PENLY.

2.3.3 Production primaire (figures 2.11)

Les campagnes de mars et septembre se distinguent par des déficits en production d'environ 30 % dus au mauvais état physiologique des communautés phytoplanctoniques. Néanmoins les points côtiers sont dans l'ensemble les plus productifs, et les valeurs relevées sont le reflet de la composition floristique.

Les valeurs comprises entre  $4.74 \pm 0.36$  et  $22.46 \pm 2.47$  mgC/m<sup>3</sup>/h sont comprises dans la fourchette des fluctuations saisonnières relevées depuis 1987.

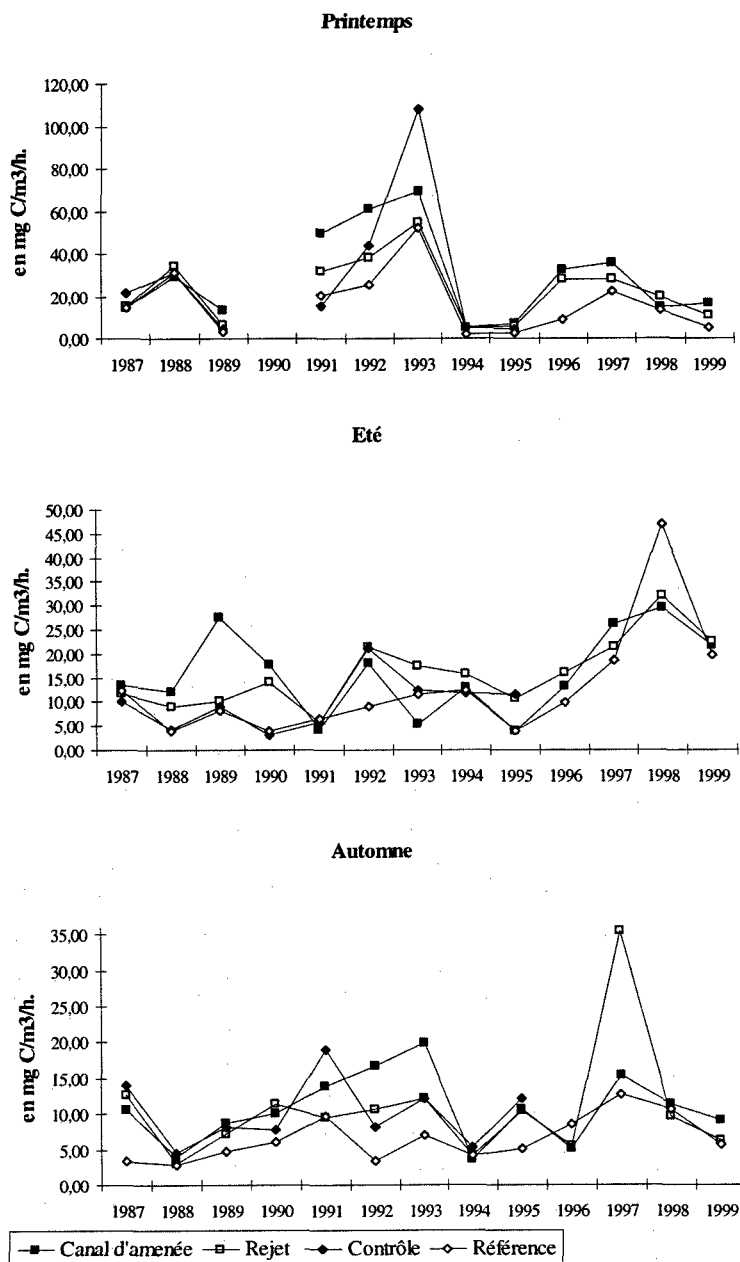


Fig. 2.11. : Production primaire de 1987 à 1999 au droit du CNPE de PENLY

**2.3.4 Microplancton (figures 2.12)**

En 1999, les valeurs microplanctoniques sont comme celles de la chlorophylle et de la production primaire peu élevées, notamment au printemps et en automne où la population algale ne dépasse pas 884 cellules par  $\text{dm}^3$  en mars et 42 cellules par  $\text{dm}^3$  en septembre. Ces faibles valeurs corrélées aux fortes concentrations en sels nutritifs correspondent des situations avant bloom et pré-hivernale. Néanmoins les valeurs relevées (de 21 à 884 cell./ $\text{cm}^3$ ) s'insèrent dans l'intervalle des valeurs observées depuis 1987.

Dans la limite de l'échantillonnage, des déficits d'environ 40 %, sont calculés en mars et en septembre au point rejet. Ces déficits proviennent du mauvais état physiologique des cellules prélevées lors de ces campagnes.

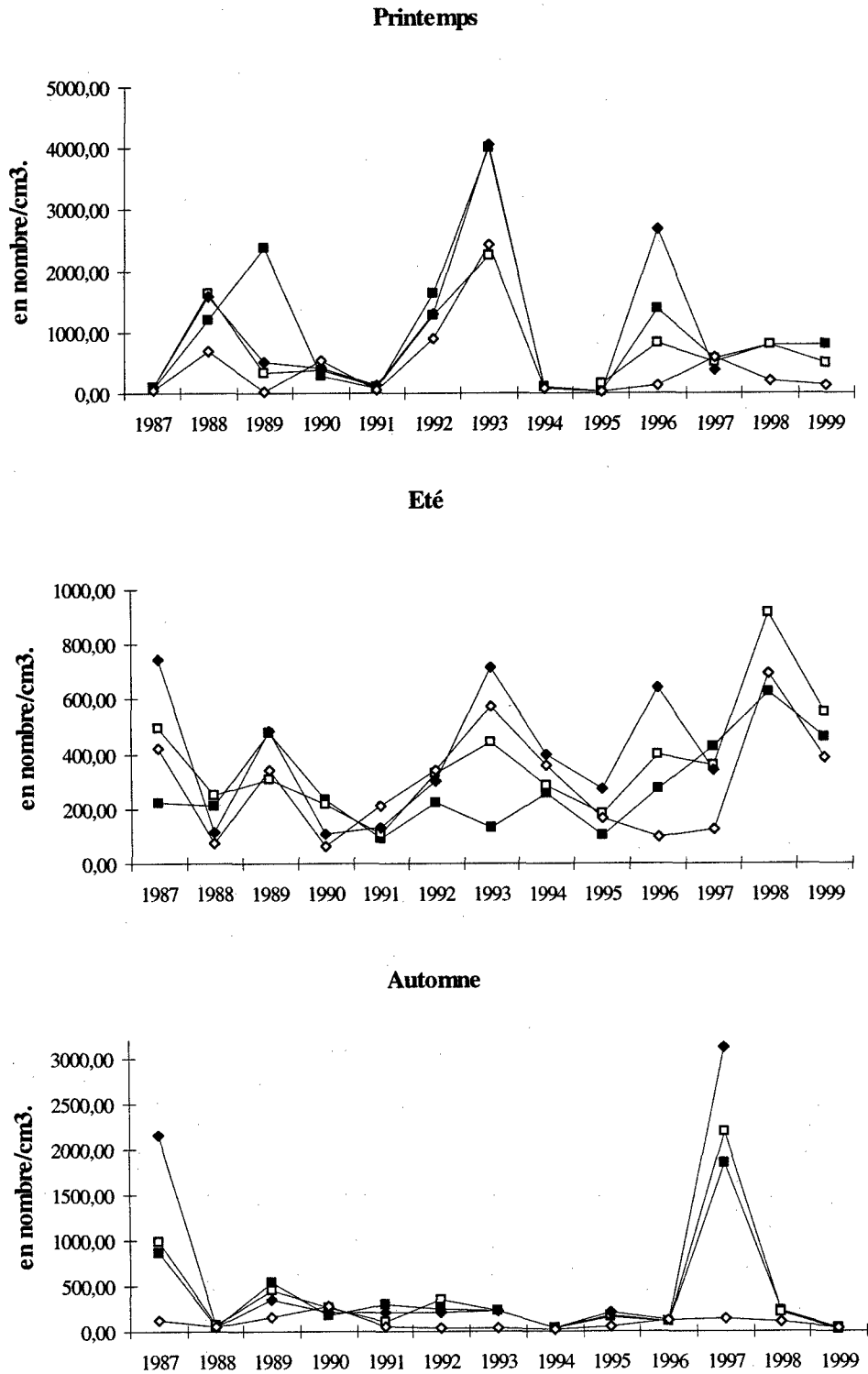


Fig. 2.12. : Microplancton de 1987 à 1999 au droit du CNPE de PENLY.

■ Canal d'aménée □ Rejet ◆ Contrôle ◇ Référence

### 2.3.5 Populations phytoplanctoniques

Tous les taxons phytoplanctoniques ont été codés afin de les insérer dans la base de données informatiques Quadrigé (projet Ifremer/Del, regroupant les réseaux de surveillance RNO, REPHY, REMI et IGA).

Quarante-deux taxons ont été dénombrés en 1999 (tableau 2.6). Cette liste s'appuie sur le Rubin code utilisé par le NCC (Nordic Code Center), appartenant au Muséum d'Histoire Naturelle de Suède. Certaines espèces ont été regroupées car difficilement identifiables par microscopie optique et les anciens libellés ont été reportés entre parenthèses par souci d'harmonisation avec les études antérieures.

Le tableau 2.6 présente les résultats des 3 campagnes en nombre de cellules par cm<sup>3</sup> et en pourcentage de dominance par rapport à la population phytoplanctonique totale. Les diatomées représentent toujours plus de 90% de la population. Les dinoflagellés (*Gymnodinium* sp., *Gyrodinium* sp., *Prorocentrum gracile*, *Protoberidinium bipes*, *Protoberidinium* sp., *Torodinium robustum*), les euglènes, les chlorophycées (*Scenedesmus* sp.) et les silicoflagellés (*Dictyocha speculum*) complètent la flore phytoplanctonique.

Le tableau 2.7 regroupe les 10 taxons dominants. Les diatomées, *Chaetoceros* spp., *Rhizosolenia* spp., *Thalassiosira* spp., *Guinardia flaccida*, *Navicula pelagica*, *Cylindrotheca closterium*, *Thalassionema nitzschoides*, *Skeletonema costatum*, *Asterionella glacialis* et *Paralia marina*. représentent au cours de l'année, 62 à 99 % de la population.

Les taxons dénombrés correspondent à la succession phytoplanctonique saisonnière de la Manche orientale et les différentes espèces sont le reflet des valeurs mesurées en chlorophylle et en production primaire :

- En mars les espèces sont surtout tychopélagiques, montrant comme *Navicula pelagica* (~13 %) et *Paralia marina* (~7 %) une population encore hivernale représentée principalement par *Skeletonema costatum* (jusqu'à 49 %) et *Asterionella glacialis* (~28 %). Une espèce à préférendum d'eau douce (*Scenedesmus* sp.) est également notée indiquant une dessalure au point côtier.
- En juin la population estivale est quasiment mono spécifique puisque 67 à 81 % de la population est représentée par des espèces à grand volume cellulaire comme *Rhizosolenia shrubsolei* et *Rhizosolenia styliformis*.
- En septembre, la flore se diversifie et parmi le faible nombre d'espèces sont répertoriées des espèces à préférendum hivernal, comme *Paralia marina* (<34 %) et *Navicula pelagica* (<12 %).

TAXONS	26-mars-99						24-juin-99						17-sept-99							
	canal		rejet		référence		canal		rejet		référence		canal		rejet		référence			
	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%		
Actinopterychus senarius (=A. undulatus)	2,04	0,25			0,31	0,22										0,2	0,97	0,2	0,60	
Asterionella glacialis (= A. japonica)	224,49	27,99	137,76	28,93	19,11	13,72														
Biddulphia alternans (=Triceratium alternans)													0,2	0,56						
Cerataulina pelagica							2,04	0,44										0,31	0,94	
Chaetoceros curvisetum + C. debile							4,08	0,88												
Chaetoceros perpusillum					0,2	0,14														
Chaetoceros sociale + C. radians							8,16	1,76	9,18	1,67			2,24	6,11	2,44	11,65				
Chaetoceros sp.			1,02	0,21	0,81	0,58	20,41	4,41	16,33	2,97	3,06	0,80	0,41	1,11	1,02	4,86	0,81	2,44		
Cylindrotheca closterium (= Nitzschia closterium)	67,35	8,4	63,27	13,29	5,49	3,94					0,51	0,13						2,34	7,06	
Dictyocha speculum			1,02	0,21	1,12	0,80														
Ditylum brightwellii					0,1	0,07													0,51	1,54
Euglenophycées							1,02	0,22					0,2	0,56						
Guinardia flaccida							7,14	1,54	9,18	1,67	26,53	6,91								
Gymnodinium sp.					0,1	0,07	2,04	0,44	1,02	0,19	0,51	0,13	1,22	3,33	0,81	3,88	0,51	1,54		
Gyrodinium sp.					0,1	0,07							0,41	1,11				0,71	2,14	
Leptocylindrus danicus													0,41	1,11	1,02	4,86				
Navicula pelagica	106,12	13,23	15,31	3,21	10,67	7,66							4,47	12,22	1,83	8,74				
Navicula sp.	6,12	0,76			0,1	0,07	1,02	0,22	1,02	0,19			2,44	6,67	5,08	24,28	1,02	3,08		
Nitzschia sp. + Hantzschia sp.			2,04	0,43	1,22	0,88														
Odontella aurita (= Biddulphia aurita)	14,29	1,78	10,87	2,28	1,02	0,73							4,07	11,11	0,2	0,97	1,12	3,38		
Odontella sinensis (= Biddulphia sinensis)	4,08	0,51			0,2	0,14									0,2	0,97				
Paralia marina (= Paralia sulcata = Melosira sulcata)	55,1	6,87	19,39	4,07	6,51	4,67	10,2	2,2	11,22	2,04			12,6	34,44	4,67	22,34	11,08	33,42		
Pleurosigma sp. + Gyrosigma sp.	12,24	1,53	3,06	0,64	0,1	0,07														
Prorocentrum gracile																		1,02	3,08	
Protoperdinium bipes (= Minuscula bipes)	2,04	0,25	1,02	0,21	0,4	0,29														
Protoperdinium sp. + Peridinium sp.							1,02	0,22			1,02	0,27	0,61	1,67	0,41	1,94	0,51	1,54		
Pseudonitzschia delicatissima (= Nitzschia delicatissima)					0,1	0,07			2,04	0,37								0,1	0,30	
Rhaphoneis sp.			1,02	0,21															0,61	1,84
Rhizosolenia delicatula							4,08	0,88			5,61	1,46	3,25	8,89	0,41	1,94	3,15	9,50		
Rhizosolenia fragilissima					0,1	0,07	3,06	0,66					0,41	1,11						
Rhizosolenia imbricata (= R. shrubsolei) + R. styliformis					0,00		336,73	72,69	446,94	81,41	260,21	67,73								
Rhizosolenia setigera + R. pungens	4,08	0,51			0,41	0,29														
Rhizosolenia stolterfothii							54,08	11,67	43,88	7,99	85,2	22,18	0,61	1,67	1,02	4,86	0,2	0,60		
Scenedesmus sp.	2,04	0,25																		
Skeletonema costatum	148,98	18,58	129,59	27,21	68,9	49,45	6,12	1,32												
Thalassionema nitzschioides	77,55	9,67	21,02	10,71	12,6	9,04							1,02	2,78	1,02	4,86	2,14	6,46		
Thalassiosira decipiens	18,37	2,29	8,16	1,71	2,75	1,97					1,02	0,27								
Thalassiosira gravida					0,61	0,44	2,04	0,44	7,14	1,3			1,83	5				5,39	16,26	
Thalassiosira levanderi	57,14	7,12	27,55	5,79	6,1	4,38														
Thalassiosira rotula			3,06	0,64																
Thalassiosira+Coscinosira +Coscinodiscus eccentricus(=T. ecc.)			1,02	0,21	0,1	0,07									0,61	2,91	1,32	3,98		
Torodinium robustum					0,1	0,07			1,02	0,19	0,51	0,13	0,2	0,56				0,1	0,30	

Tableau 2.6. : Nombre (en cm<sup>3</sup>) et pourcentage de dominance des espèces phytoplanctoniques recensées en 1999



Taxons	26-mars-99						24-juin-99						17-sept-99					
	canal		rejet		référence		canal		rejet		référence		canal		rejet		référence	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Ensemble des <i>Chaetoceros</i>							34,7	7,49	25,5	4,64	3,06	0,8	2,65	7,22	3,46	16,5	0,81	2,44
Ensemble des <i>Rhizosolenia</i>							398	85,9	491	89,4	351	91,4	4,27	11,7	1,43	6,8	3,35	10,1
Ensemble des <i>Thalassiosira</i>	75,5	9,41	39,8	8,35	9,66	6,93							1,83	5	0,61	2,91	6,71	20,2
<i>Guinardia flaccida</i>							7,14	1,54	9,18	1,67	26,5	6,91						
<i>Navicula pelagica</i>	106	13,2	15,3	3,21	10,7	7,66							4,47	12,2	1,83	8,74		
<i>Cylindrotheca closterium</i>	67,4	8,4	63,3	13,3	5,49	3,94											2,34	7,06
<i>Thalassionema nitzschoides</i>	77,6	9,67	21	10,7	12,6	9,04							1,02	2,78	1,02	4,86	2,14	6,46
<i>Skeletonema costatum</i>	149	18,6	130	27,2	68,9	49,5												
<i>Asterionella glacialis</i>	224	28	138	28,9	19,1	13,7												
<i>Parthamaria</i>	55,1	6,87	19,4	4,07	6,51	4,67	10,2	2,2	11,2	2,04			12,6	34,4	4,67	22,3	11,1	33,4

Tableau 2.7. : Nombre (en cm<sup>3</sup>) et pourcentage de taxons dominants

Au cours des trois campagnes, aucun déséquilibre dans la composition floristique entre les différents points n'a été noté, les variations sont essentiellement dues aux variations spatiales.

La surveillance associée à la notion de contrôle a pour objectif de mesurer des modifications dans le temps imputables à la centrale, la démarche est descriptive et non exhaustive, néanmoins, à ce jour aucun dysfonctionnement dû à la centrale aussi bien pour les paramètres quantitatifs que qualitatifs n'a été relevé. Depuis 1987, aucune variation significative due à l'échauffement de la masse d'eau par la centrale est observée. Toute hétérogénéité est attribuée aux évolutions des cycles naturels qui interfèrent sur toute signification "d'impact".

## 2.4 ZOOPLANCTON

### 2.4.1. Introduction

Comme les années précédentes, l'échantillonnage du zooplancton a été réalisé aux quatre points suivis depuis 1987 pour les mesures d'hydrobiologie et de phytoplancton: Canal d'amenée (A), Rejet (B), Contrôle (C) et Référence (D). (figure1). Les résultats sont présentés dans les tableaux 2.8 et 2.9, les figures 2.13 à 2.16 et en Annexes 2.1 et 2.2.

Malheureusement, suite à un problème technique lors des prélèvements en mer, aucun échantillon de zooplancton n'est exploitable pour le mois de septembre 1999.

### 2.4.2 Biomasse

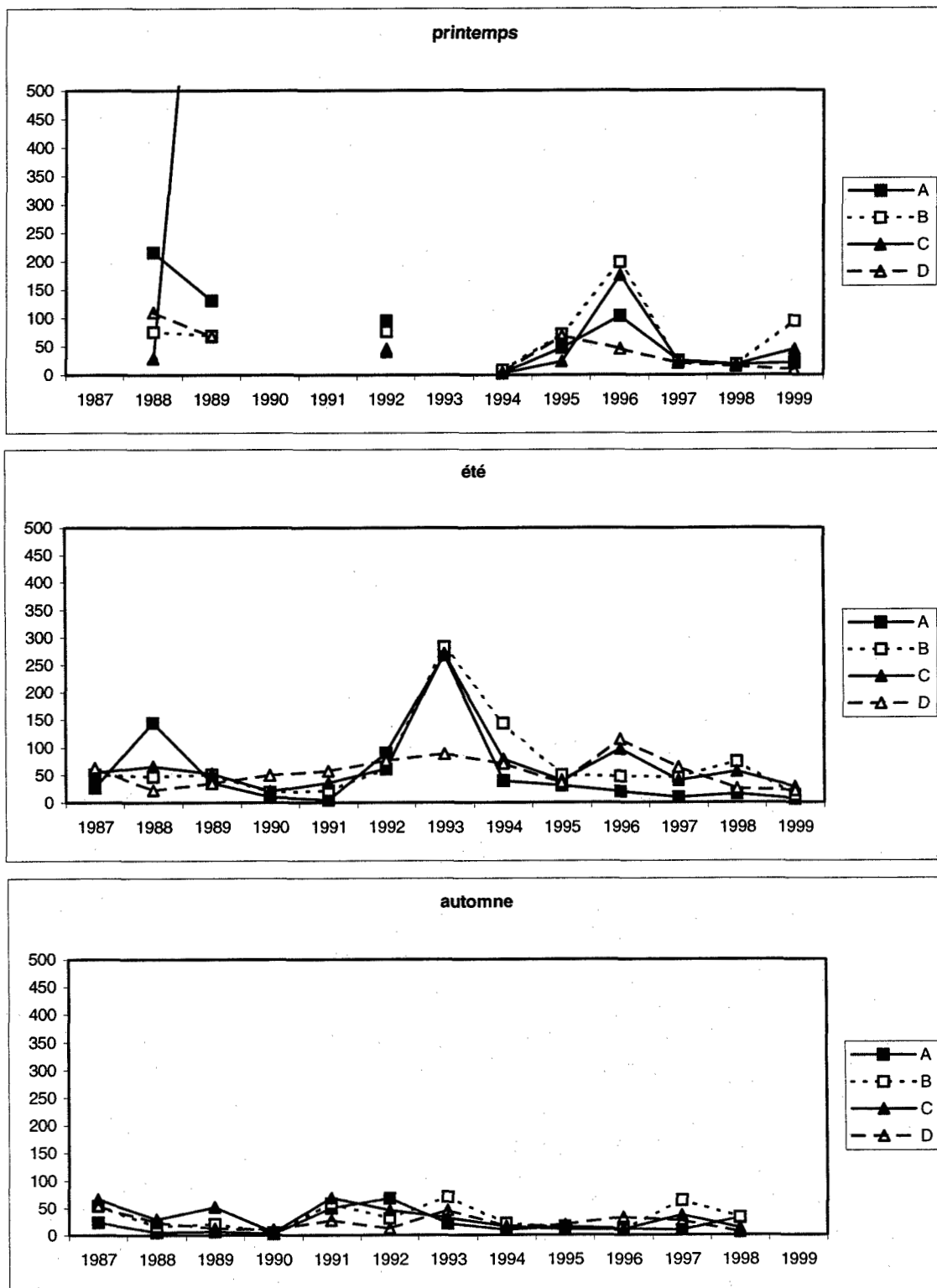
#### 2.4.2.1 Evolution du poids sec

En 1999, les valeurs de biomasse de zooplancton sont hétérogènes au printemps : faibles dans le Canal d'amenée ( $20,5 \text{ mg/m}^3$ ) et très faible au point Référence ( $8,8 \text{ mg/m}^3$ ) ; alors que celles des deux autres point sont relativement élevées avec  $94,6 \text{ mg/m}^3$  au point Rejet ou les densités de zooplancton sont faibles avec un très forte dominance de gros copépodes (*Temora longicornis*). Il n'est pas possible de distinguer un quelconque gradient (Annexe 2.1 ; figure 2.13 ).

En été les valeurs sont les biomasses les plus faibles observées depuis le début des études, avec une valeur moyenne de  $17,9 \text{ mg/m}^3$  .

Les faibles valeurs de biomasses zooplanctoniques de 1999 sont parfaitement liées aux faibles densités de zooplancton en mars : date précoce dans une année où les populations sont encore hivernales. En juin, les faibles valeurs des biomasses se rapprochent de celles de 1990 (moyenne  $25,0 \text{ mg/m}^3$ ), année caractérisée par une dessalure notable. La dessalure mesurée en 1999 pourrait être une explication.

**FIGURE 2,13 :**  
**Evolution de la biomasse du zooplancton de 1987 à 1999, au droit du CNPE**  
**de Penly en mg/m<sup>3</sup>**  
**A : canal ; B : Rejet ; C : Contrôle ; D : Référence**



mois	PS mg./m3	% C	% N	C/N
29-mai-78	128,3	40,3	9,7	4,2
08-mai-87	-	-	-	-
10-mai-88	108,6 ± 58,9	41,04 ± 0,4	10,1 ± 0,2	4,1 ± 0,1
24-avr-89	95,4 ± 32,1	37,6 ± 6,1	9,3 ± 1,6	4,0 ± 0,6
17-avr-90	-	-	-	-
10-mai-91	-	-	-	-
10-avr-92	67,2 ± 23,6	41,1 ± 1,9	9,8 ± 0,5	4,2 ± 0,1
04-mai-93	-	-	-	-
22-mars-94	4,6 ± 3,6	32,8 ± 10,2	7,8 ± 2,4	4,6 ± 0,6
10-avr-96	130,7 ± 64,91	27,5 ± 9,5	9,7 ± 2,2	4,83 ± 0,5
16-avr-97	22,0 ± 6,7	39,2 ± 3,6	8,8 ± 1,1	4,5 ± 0,2
23-mars-98	17,1 ± 3,5	38,1 ± 2,5	8,5 ± 0,7	4,46 ± 0,1
26-mars-99	42,2 ± 35,8	27,1 ± 7,2	5,8 ± 2,4	5,2 ± 1,4
11-juil-78	68,7	16,9	4,1	5,9
14-juil-87	49,1 ± 18,6	38,0 ± 5,8	8,8 ± 1,5	4,3 ± 0,1
13-juil-88	75,1 ± 52,6	35,2 ± 4,4	8,0 ± 1,4	4,4 ± 0,3
12-juil-89	41,1 ± 14,7	37,0 ± 4,3	8,6 ± 1,6	4,4 ± 0,4
04-juil-90	25,0 ± 17,3	34,7 ± 8,0	8,5 ± 2,2	4,1 ± 0,1
05-juil-91	29,9 ± 20,2	36,5 ± 8,5	9,2 ± 1,1	4,1 ± 0,1
07-juil-92	71,4 ± 19,7	25,2 ± 7,4	6,5 ± 1,4	4,1 ± 0,2
01-juil-93	247,4 ± 82,9	27,9 ± 7,7	7,0 ± 1,7	4,1 ± 0,7
30-juin-94	77,5 ± 39,5	25,7 ± 6,4	5,4 ± 1,6	4,9 ± 0,4
27-juin-96	69,5 ± 40,1	41,9 ± 3,9	9,9 ± 0,9	4,2 ± 0,1
28-juin-97	39,7 ± 20,8	39,6 ± 6,6	9,36 ± 2,6	4,4 ± 1,0
04-juil-98	42,9 ± 26,9	25,8 ± 6,8	6,0 ± 2,0	4,4 ± 0,3
24-juin-99	17,9 ± 10,8	28,9 ± 6,9	6,1 ± 1,8	4,9 ± 0,6
10-aou-78	111,6	32,2	8,4	3,9
13-sept-78	19,5	34,8	8,3	4,3
02-sept-87	49,9 ± 17,5	38,4 ± 4,7	9,4 ± 1,3	4,1 ± 0,2
03-oct-88	18,6 ± 5,9	34,5 ± 5,2	8,6 ± 1,8	4,1 ± 0,4
25-sept-89	21,3 ± 21,1	34,4 ± 9,0	8,3 ± 2,5	4,1 ± 0,1
25-sept-90	6,0 ± 2,9	33,0 ± 3,9	6,1 ± 1,1	5,3 ± 0,5
20-sept-91	50,9 ± 21,0	28,3 ± 7,9	6,3 ± 2,7	4,8 ± 0,6
23-sept-92	39,3 ± 22,2	28,2 ± 5,8	6,2 ± 1,8	4,7 ± 0,5
23-sept-93	42,3 ± 22,1	29,7 ± 7,7	6,5 ± 2,7	4,8 ± 0,6
29-sept-94	15,9 ± 6,1	32,1 ± 4,4	7,1 ± 1,5	4,7 ± 0,6
04-sept-96	16,5 ± 13,0	34,9 ± 8,6	7,9 ± 2,9	4,9 ± 1,2
26-sept-97	33,2 ± 24,2	30,6 ± 6,7	7,1 ± 2,1	4,4 ± 0,5
17-sept-98	20,7 ± 13,9	28,9 ± 3,8	5,7 ± 1,2	5,2 ± 0,7
15-sept-99				

Tableau 2.8 : Moyennes et écart-types par campagne, des valeurs de biomasse en poids sec (PS), Carbone (C), Azote (N) de 1978 à 1999.

### 2.4.2.2 Teneurs en carbone et en azote

Au printemps, notons que les teneurs de carbone et d'azote, au point Référence restent au même niveau depuis le début des études : > 35 % (35 à 43 %) et > 8 % pour l'azote (8 à 11 %). Pour les autres points, on retrouve des valeurs semblables à celles de 1994, 1995 et 1996 avec la présence d'un gradient entre le point Rejet (B) et les autres : le rejet se distinguant des autres par des teneurs plus faibles en carbone (17,5 %) et en azote (2,4 %), (figures 2.14 et 2.15 ; annexe 2.1).

En été, les teneurs en Carbone et Azote sont similaires à celles de 1998 avec une légère baisse des teneurs, à l'exception des points canal et Contrôle qui augmentent légèrement. Il existe un fort gradient côte-large pour le carbone et l'azote (figures 2.14 et 2.15). Les teneurs mesurées restent dans la gamme des valeurs habituelles, mais au niveau des taux les plus bas.

### 2.4.2.3 Rapport C/N

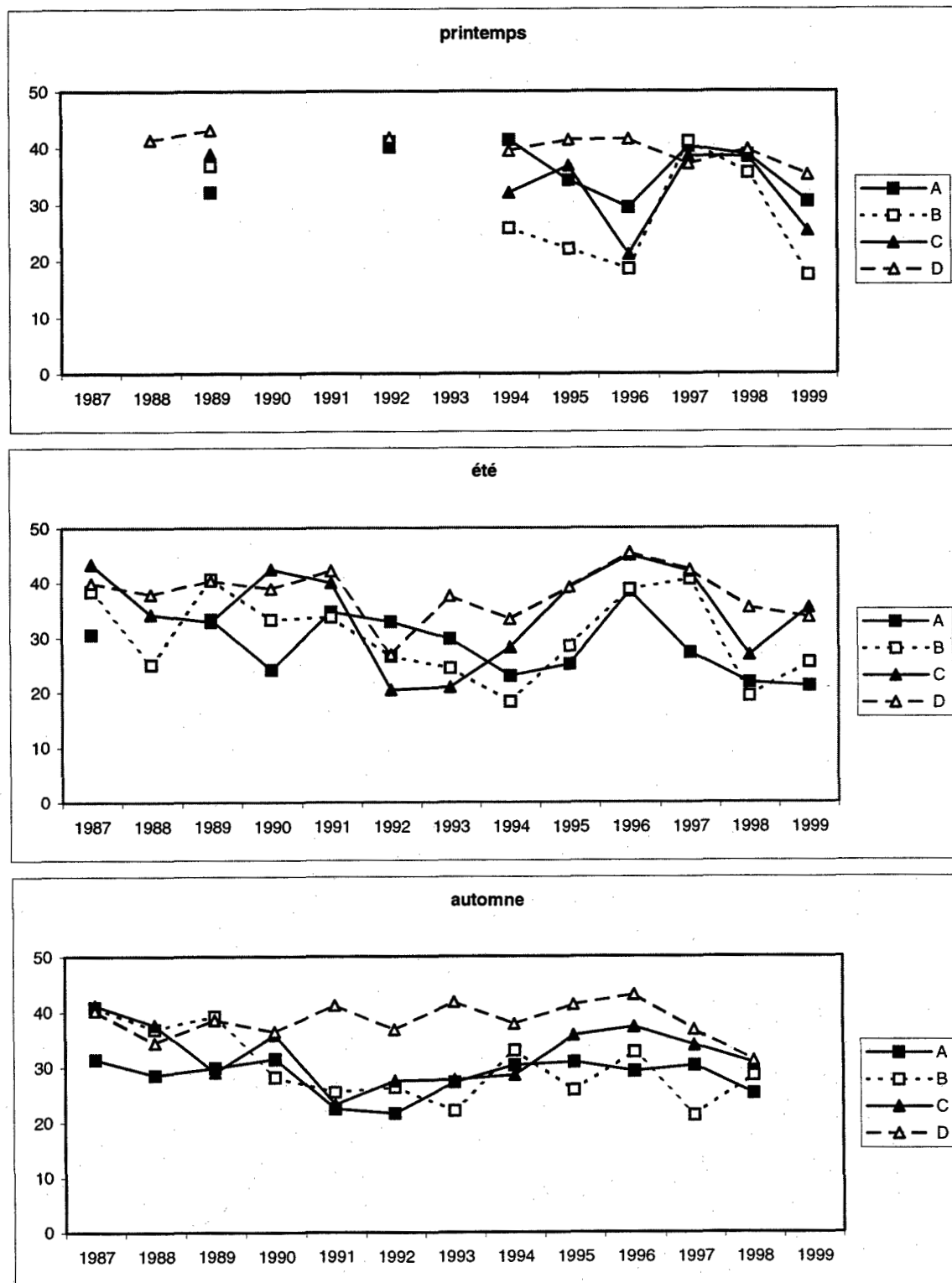
Le rapport massique C/N (4,1 à 7,4), se situe dans les variations habituelles. Notons cependant qu'aux deux périodes suivies, les valeurs sont près des maxima en raison de la baisse des taux d'azote comme en 1998. De plus, le point Rejet se démarque en mars par un rapport C/N le plus élevé 1987 (7,4) ; cette valeur correspond à un taux d'azote particulièrement bas et une population zoo planctonique dominée à 86 % par le copépode *Temora longicornis*. (annexe 2.1).

### 2.4.3 Zooplancton total

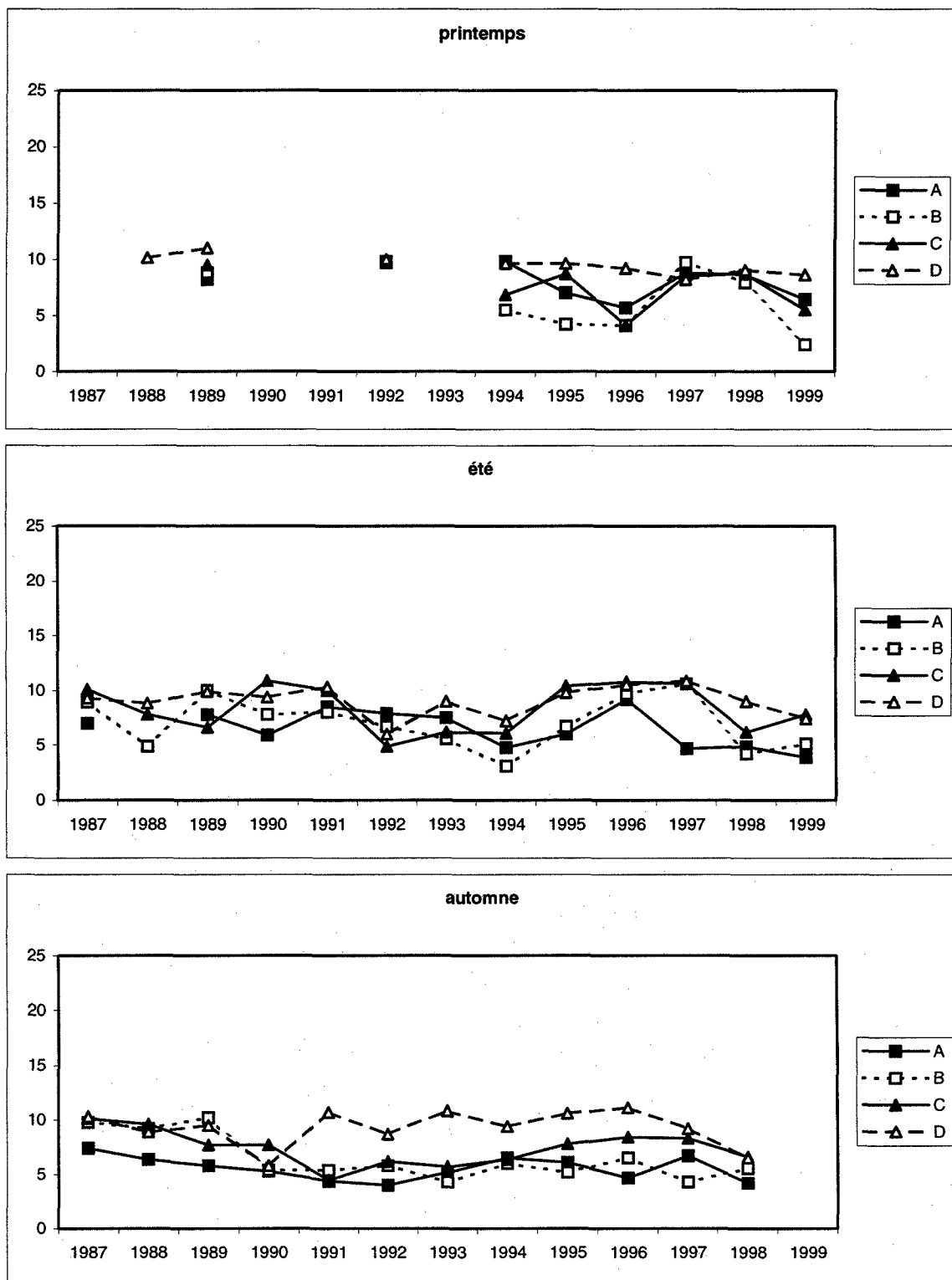
Au printemps, les densités de zooplancton total sont plus faibles que celles observées en 1998, sans gradient mais des valeurs très basses pour les points Canal et Contrôle (4 847 ind./10m<sup>3</sup> et 8 212 ind./10m<sup>3</sup>). Le zooplancton est largement dominé par les copépodes au Rejet (93,3 %) et au Contrôle (91 %) ; alors qu'aux deux autres points, ces valeurs ne sont atteintes qu'en ajoutant les larves de cirripèdes (A : 44 % de cirripèdes ; D : 44 % de cirripèdes). De plus, comme en 1998, les annélides sont abondants dans le Canal : 13 % cette année contre 21 % en 1998.

En été, la situation est similaire à celle de 1998, avec une diminution notable des densités de zooplancton échantillonnées : pauvreté du Canal par rapport aux trois autres stations (A passe de 8 265 à 1 694 ind./10m<sup>3</sup> ; tandis que les trois autres points présentent des valeurs comprises entre 11 005 et 14 268 ind./10m<sup>3</sup>). La faible densité au point Canal est assez proche de celle observée en 1990 (3 986 ind./10m<sup>3</sup>), année ayant aussi présenté une dessalure côtière. Les copépodes représentent partout 47 à plus de 50 % du zooplancton et le méroplancton est essentiellement représenté par des larves de cirripèdes aux points A et D (17,3 et 24,1 %), cependant les larves de mollusques et de crustacés sont présentes sur l'ensemble des stations. D'une façon générale, on peut noter une baisse des densités de zooplancton au point Canal depuis 1993 (figure 2.16).

**FIGURE 2,14 :**  
**Evolution du pourcentage de carbone de 1987 à 1999, au droit du CNPE**  
**de Penly**  
**A : canal ; B : Rejet ; C : Contrôle ; D : Référence**



**FIGURE 2,15 :**  
**Evolution du pourcentage d'azote de 1987 à 1999, au droit du CNPE**  
**de Penly**  
**A : canal ; B : Rejet ; C : Contrôle ; D : Référence**



### 2.4.3.1 Variations quantitatives des espèces et des taxons

#### \* Les copépodes

En 1999, comme les années précédentes, les populations de copépodes suivent les successions saisonnières en Manche Orientale. *Temora longicornis* domine toujours l'ensemble des copépodes au printemps et en été pour l'ensemble des points. Cette année, les taux sont particulièrement élevés supérieurs à 50 % et allant jusqu'à 93,6 % au point Référence et 92,5 % au rejet pour des densités respectives de 12 145 et 26 870 ind./10m<sup>3</sup> en mars. En été, la dominance de *Temora brevicornis* persiste avec plus de 46 %, voire 90 % au point Contrôle (9 618 ind./10m<sup>3</sup>). *Pseudocalanus minutus*, seconde espèce hivernale, culmine en mars aux points A (17,8 % = 327 ind./10m<sup>3</sup>) et C (18,3 % = 824 ind./10m<sup>3</sup>), cette espèce représente moins de 2 % des copépodes en juin.

L'espèce *Acartia clausii* présente en faible quantité au printemps (maximum 680 ind./10m<sup>3</sup> au point Rejet) voit ses effectifs augmenter en été (1 581 ind./10m<sup>3</sup> au point D), représentant alors 27 % des copépodes, ce qui est bien inférieur aux valeurs de 1998 (jusqu'à 16 398 ind./10m<sup>3</sup>). Au droit de la centrale, les densités de cette espèce ne dépassent pas 674 ind./10m<sup>3</sup> (6,5 % au point C). L'absence de prélèvements exploitables en septembre ne permet pas de vérifier la dominance automnale de cette espèce (annexe 2.2).

*Paracalanus parvus* n'est échantillonné qu'au point Contrôle aux deux périodes exploitables, et à des densités faibles : 3,9 ind./10m<sup>3</sup> en mars et 18,2 ind./10m<sup>3</sup> juin. Succédant à *Pseudocalanus minutus* cette espèce, comme *A. clausii* est plus automnale.

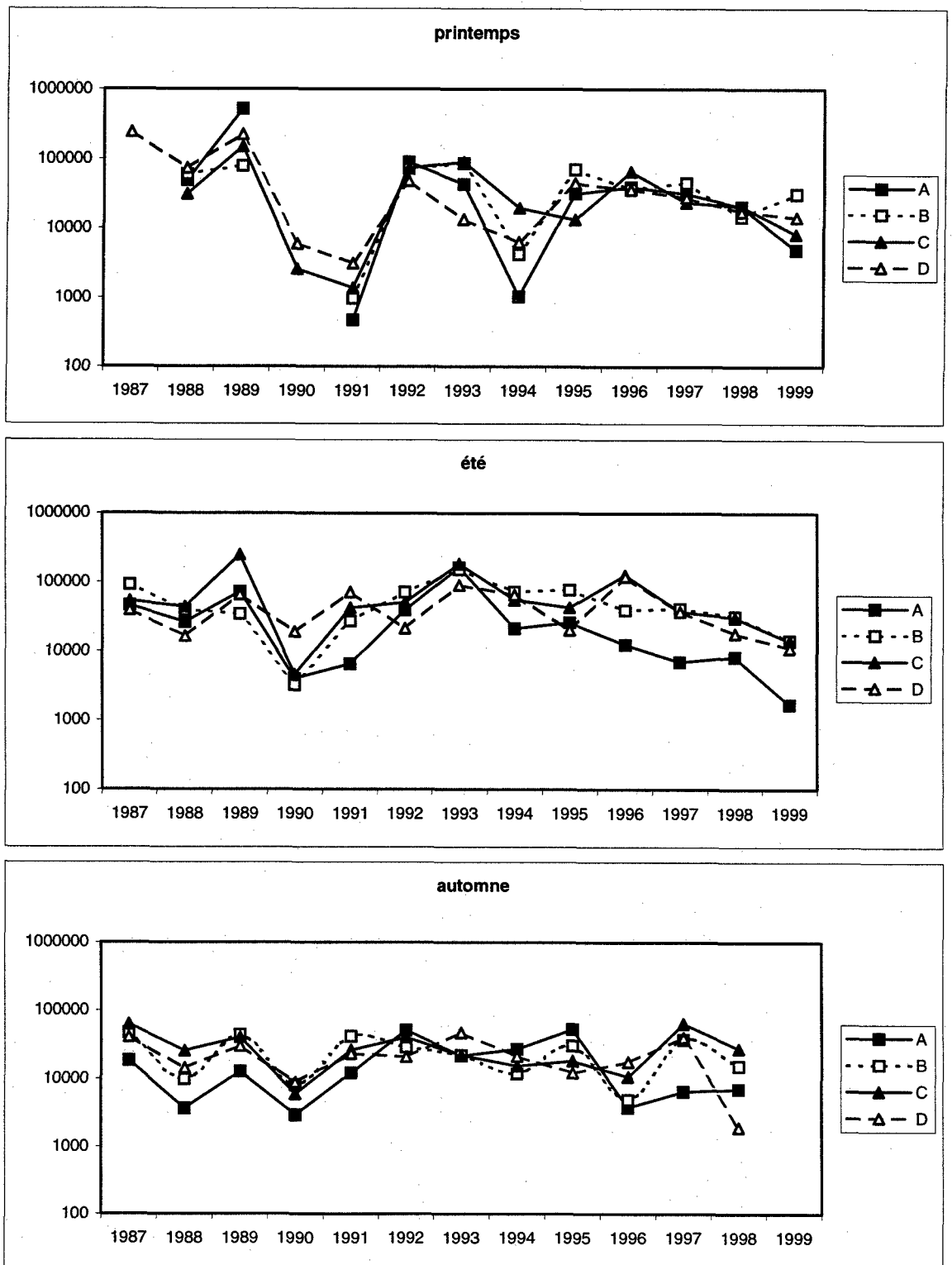
*Centropages hamatus*, présent aux quatre stations dès le printemps, voit ses densités maximales en été et culmine au Rejet (829 ind./10m<sup>3</sup>), il représente 11 à 13,5 % des copépodes aux points Référence (663 ind./10m<sup>3</sup>) et Canal (106 ind./10m<sup>3</sup>).

*Euterpina acutifrons* échantillonné dès le mois de mars atteint 10 % des copépodes dans le Canal (184 ind./10m<sup>3</sup>), voit ses densités augmenter légèrement en juin, correspondant à 16 % dans le Canal (124 ind./10m<sup>3</sup>) et 4,3 % au point D (255 ind./10m<sup>3</sup>).

Les espèces à dominance automnales sont peu représentées en été. Cependant, les échantillons prélevés en septembre permettent de confirmer l'augmentation des effectifs d'*Acartia* et *Euterpina* en automne, ainsi que la présence de *Labidocera wollastoni* et *Isias clavipes*.



**FIGURE 2,16 :**  
**Evolution du zooplancton total de 1987 à 1999, au droit du CNPE**  
**de Penly**  
**A : canal ; B : Rejet ; C : Contrôle ; D : Référence**



PARAMETRES	TOTAL ZOOPLANCTON Nb/10m <sup>3</sup>				% HOLOPLANCTON				% COPEPODES			
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
DATES												
06-mai-87				240 600				98,1				97,9
10-mai-88	48 938	59 964	30 912	73 310	94,2	93,3	90,3	97,7	51,2	62,2	54,9	87,0
24-avr-89	519 608	78 124	149 294	222 745	95,9	94,9	98,5	99,5	95,8	93,1	94,4	99,0
17-avr-90			2 540	5 967			63,6	90,0			34,3	68,9
10-mai-91	475	953	1 371	3 081	36,8	81,3	87,3	87,8	35,6	77,7	85,8	84,1
10-avr-92	89 792	71 597	73 031	48 018	43,0	76,3	80,4	91,7	36,9	72,9	67,8	76,5
04-mai-93	42 905	85 132	89 252	13 366	62,5	83,4	87,8	96,0	14,6	56,7	71,7	57,5
22-mars-94	1 019	4 137	19 145	6 253	54,3	21,8	2,1	16,9	52,9	21,3	1,9	16,8
06-avr-95	31 462	69 495	13005	44187	86,5	78,9	69,7	66,3	86,1	73,8	60,6	62,8
10-avr-96	39 449	36 363	64 640	35 891	58,0	84,9	72,5	57,2	57,7	83,3	71,9	55,2
16-avr-97	31 616	44 954	23 429	27 606	64,2	87,3	92,3	93,2	52,0	40,1	23,7	58,3
23-mars-98	20 204	14 589	20 742	17 072	21,1	34,6	50,0	40,5	20,5	33,3	41,9	36,4
26-mars-99	4 847	31 175	8 212	14 304	38,6	93,3	57,2	91,0	37,9	93,2	54,9	90,7
14-juil-87	46 216	91 488	53 300	39 387	92,6	94,9	94,9	91,3	71,4	84,8	86,8	67,4
13-juil-88	26 245	39 320	43 435	16 404	91,7	94,4	92,6	91,8	61,3	55,9	44,6	90,0
12-juil-89	72 467	34 196	250 320	65 102	81,6	93,5	96,0	91,6	73,7	87,7	84,4	46,5
04-juil-90	3 966	3 202	4 603	19 007	10,6	50,7	39,7	80,1	9,3	45,0	33,3	77,7
05-juil-91	6 561	27 367	41 905	71 037	63,4	87,3	97,0	98,2	45,9	64,6	83,3	97,8
07-juil-92	39 297	71 622	50 865	21 385	52,5	80,1	61,4	94,4	38,3	72,8	45,5	82,2
01-juil-93	163 782	153 435	184 316	89 673	95,0	94,6	98,6	91,8	86,0	81,6	92,3	85,3
30-juin-94	21 519	72 642	55 458	65 093	71,7	92,8	92,6	80,0	47,5	65,4	64,5	66,1
07-juil-95	26 393	77 859	43 109	20 384	80,9	88,9	95,8	84,6	43,6	87,3	80,9	70,9
27-juin-96	12 441	39 654	127 637	119 551	76,9	90,4	93,5	90,2	73,3	78,5	89,0	89,6
28-juin-97	6 964	41 403	37 313	37 646	49,7	95,3	92,0	89,2	46,3	93,8	88,8	81,6
04-juil-98	8 265	31 918	30 507	18 056	73,9	89,1	75,2	62,2	70,3	87,1	74,2	60,1
24-juin-99	1 694	14 268	13 931	11 005	54,0	85,4	84,9	58,3	46,7	77,2	76,6	53,3
02-sept-87	18 314	47 093	62 980	40 710	74,2	91,6	93,7	89,8	70,5	87,7	88,5	85,3
03-oct-88	3 645	9 788	25 454	14 294	78,6	93,9	94,9	90,7	74,0	86,3	93,0	87,8
25-sept-89	12 530	44 031	40 258	30 184	51,1	96,8	91,3	87,9	20,5	80,8	75,3	51,2
25-sept-90	2 894	8 045	5 904	8 737	52,6	27,4	44,1	72,6	42,5	23,9	32,3	58,0
20-sept-91	11 921	41 793	25 967	23 233	43,2	81,9	85,0	82,3	18,5	59,0	58,4	65,7
23-sept-92	50 841	28 789	40 100	20 835	80,9	87,9	87,8	80,1	76,2	80,5	79,4	68,5
23-sept-93	21 574	21 844	22 132	46 870	70,4	82,1	85,9	97,7	53,2	71,2	64,5	91,9
29-sept-94	26 946	11 851	15 232	21 172	9,6	69,5	58,8	94,0	8,4	62,5	53,8	88,9
20-sept-95	53 445	30 721	18 307	12 217	95,7	83,3	76,2	34,8	89,4	78,1	74,6	34,1
04-sept-96	3 748	4 849	10 686	17 420	65,2	82,7	88,4	83,4	59,2	75,0	79,2	80,9
26-sept-97	6 397	37 271	64 303	40 000	55,3	86,5	88,8	95,9	51,4	80,1	67,7	88,7
17-sept-98	7 063	27 277	15 215	1 931	93,1	94,3	92,0	89,4	92,2	91,5	88,0	84,5
15-sept-99												

Tableau 2.9 : Paramètres du zooplancton pour les années 1987 à 1999  
(A = Canal d'aménée ; B = Rejet ; C = Contrôle ; D = Référence)

\* *les autres espèces holoplanctoniques*

L'appendiculaire *Oikopleura dioica* échantillonné en mars et juin, culmine en été, où il représente 4,6 à 8 % du zooplancton (1 161 ind./10m<sup>3</sup> = 8 % au Rejet). Au printemps il ne dépasse pas 3 % du plancton avec une valeur maximale de 188 ind./10m<sup>3</sup> au point Contrôle, ce qui est bien inférieur aux densités mesurées en 1997 (19 303 ind./10m<sup>3</sup>), mais similaire à 1998 au point Contrôle (8 % = 1 682 ind./10m<sup>3</sup>).

Le chaetognathe *Sagitta setosa*, espèce carnivore, fait une apparition en été au point Contrôle (3,6 ind./10m<sup>3</sup>), l'observation des échantillons de septembre a permis de noter qu'il y était présent en plus grande quantité.

Pour les cténaïres, *Pleurobrachia pileus* n'est observé qu'en été au Canal (17 ind./10m<sup>3</sup>) soit à peu près la même densité qu'en 1998.

\* *Les espèces méroplanctoniques*

Les méduses échantillonnées en mars, au Rejet et point Contrôle (2 à 3,4 ind./10m<sup>3</sup>), voient leurs effectifs croître en juin où elles peuvent atteindre 5 % du plancton au Canal (85 ind./10m<sup>3</sup>) et 109 ind./10m<sup>3</sup> au Contrôle. Mais ces densités sont bien inférieures à celles de 1998 au point Référence (5381 ind./10m<sup>3</sup>).

Les larves d'annélides, observées aux deux saisons, sont en nombre moins important qu'en 1998, mais représentent 13 % du zooplancton dans le Canal en mars (633 ind./10m<sup>3</sup>) et 5,3 % en juin (89,4 ind./10m<sup>3</sup>). Les annélides culminent au point D en juin (408 ind./10m<sup>3</sup>) ; ils sont, comme toujours essentiellement représentés par les spionidés en mars, *Lanice conchilega* représentant le quart des annélides en été.

Les larves de crustacés

Ce sont les larves de cirripèdes qui dominent le méroplancton au printemps, plus de 44 % dans le Canal (2 143 ind./10m<sup>3</sup>) et 40 % au point Contrôle (3 313 ind./10m<sup>3</sup>). Ces fortes valeurs chutent en été, où les cirripèdes ne dépassent pas 17 à 20 % du plancton dans la Canal (294 ind./10m<sup>3</sup>) et au point D (2 653 ind./10m<sup>3</sup>).

Les autres larves de crustacés abondent en été, aux quatre stations, de 1,7 à 9,6 % du zooplancton pour une densité maximale de 1 378 ind./10m<sup>3</sup> au Rejet. Elles sont essentiellement représentées par les larves de porcellanidés et les zoe de crabes (respectivement 421 ind./10m<sup>3</sup> et 931 ind./10m<sup>3</sup>). Notons que la valeur maximale en 1998 était de 864 ind./10m<sup>3</sup> au point Référence.

Les larves de mollusques, sont principalement échantillonnées en été : 2,6 à 6,8 % du zooplancton. Les densités maximales sont observées au point Référence (6,5 % = 714 ind./10m<sup>3</sup>) où les gastéropodes sont 99majoritaires (> 80 % des larves de mollusques).

#### 2.4.4 Conclusion

En 1999, le zooplancton est caractérisé par une pauvreté printanière et estivale et plus particulièrement dans le Canal. Comme en 1998, l'holoplancton domine très largement l'ensemble du zooplancton. De plus, ce sont les copépodes et plus spécifiquement *Temora longicornis* qui dominent l'ensemble de l'holoplancton.

Le méroplancton n'est que faiblement présent à l'exception des larves de cirripèdes et d'annélides dont les pics d'abondance relative semblent plus importants depuis 1991.

Les teneurs en carbone et en azote qui augmentaient depuis 1996, ont beaucoup baissé cette année, présentant un gradient côte (A-B) - large (C-D) en été.

En 1999, aucune indication des variations qualitatives et quantitatives du zooplancton n'est possible pour la période automnale, en raison de problème technique au moment du prélèvement rendant inexploitable les échantillons prélevés.

Paramètres mois	A	B	C	D	Moyenne
08-mai-87	-	-	-	-	-
10-mai-88	-	-	-	41,4 ± 0,4	41,4 ± 0,4
24-avr-89	32,2 ± 7,1	36,8 ± 1,6	38,9 ± 1,6	43,1 ± 4,7	36,6 ± 6,1
17-avr-90	-	-	-	-	-
10-mai-91	-	-	-	-	-
10-avr-92	40,1 ± 2,0	41,1 ± 1,2	41,4 ± 2,4	41,8 ± 1,9	41,1 ± 1,9
04-mai-93	-	-	-	-	-
22-mars-94	41,4 ± 1,5	25,8 ± 7,8	32,1 ± 1,4	39,5 ± 2,6	32,8 ± 10,2
06-avr-95	34,3 ± 1,4	22,1 ± 4,4	36,8 ± 1,6	41,4 ± 3,0	31,1 ± 11,4
10-avr-96	29,4 ± 4,0	18,6 ± 2,7	21,1 ± 1,5	41,5 ± 0,8	27,5 ± 9,5
16-avr-97	40,2 ± 0,9	41,1 ± 0,7	38,6 ± 3,9	37,1 ± 5	39,2 ± 3,6
23-mars-98	38,9 ± 2,5	35,6 ± 2,0	38,4 ± 2,5	39,7 ± 1,3	38,1 ± 2,5
26-mars-99	30,5 ± 4,6	17,5 ± 2,9	25,3 ± 0,9	35,2 ± 1,1	27,1 ± 7,2
14-juil-87	30,5 ± 5,4	38,4 ± 3,6	43,4 ± 0,6	39,9 ± 1,0	38,0 ± 5,8
13-juil-88	-	25,1	34,2 ± 1,1	37,9 ± 1,9	35,2 ± 4,4
12-juil-89	33,4 ± 3,0	40,7 ± 1,0	(32,9) ± 3,3	40,4 ± 0,6	(37,0) ± 4,3
04-juil-90	24,2	33,3	42,5	38,9	34,7 ± 8,0
05-juil-91	34,7 ± 2,6	33,7 ± 1,8	40,0 ± 1,1	42,2 ± 1,7	36,5 ± 8,5
07-juil-92	32,9 ± 1,7	26,6 ± 3,5	20,5 ± 3,2	26,9 ± 0,1	25,2 ± 7,4
01-juil-93	29,8 ± 3,9	24,4 ± 6,5	21,0 ± 10,3	37,6 ± 0,5	27,9 ± 7,7
30-juin-94	23,0 ± 1,5	18,9 ± 3,5	28,2 ± 3,2	33,4 ± 3,1	25,7 ± 6,4
07-juil-95	25,2 ± 3,9	28,5 ± 2,6	39,2 ± 1,0	39,2 ± 1,8	33,0 ± 6,9
27-juin-96	38,4 ± 3,7	38,8 ± 2,1	45,0 ± 0,4	45,5 ± 0,4	41,9 ± 4,0
28-juin-97	27,3 ± 4,9	40,7 ± 1,7	42,1 ± 2,3	42,4 ± 0,5	38,6 ± 6,4
04-juil-98	21,9 ± 3,3	19,4 ± 3,9	26,8 ± 1,8	35,4 ± 0,9	25,8 ± 6,8
24-juin-99	21,1 ± 4,9	25,5 ± 2,0	35,4 ± 1,6	33,6 ± 3,7	28,9 ± 6,9
02-sept-87	31,4 ± 3,5	40,8 ± 1,7	41,2 ± 2,5	40,2 ± 1,6	38,4 ± 4,7
03-oct-88	28,6 ± 4,4	36,9 ± 4,2	37,6 ± 0,6	34,4 ± 5,3	34,5 ± 5,2
25-sept-89	29,9 ± 3,1	39,2 ± 12,5	29,1 ± 10,7	38,6 ± 1,0	34,4 ± 9,0
25-sept-90	31,5	28,2	35,8	36,4	33,0 ± 3,9
20-sept-91	22,5 ± 1,3	25,5 ± 2,4	23,3 ± 1,7	41,2 ± 1,3	28,3 ± 7,9
23-sept-92	21,7 ± 2,4	26,4 ± 0,8	27,6 ± 1,9	36,8 ± 1,0	28,2 ± 5,8
29-sept-93	27,3 ± 1,6	22,1 ± 1,4	27,8 ± 3,2	41,7 ± 0,9	29,7 ± 7,7
23-sept-94	30,4 ± 2,8	33,0 ± 4,4	28,6 ± 2,7	37,8 ± 1,2	32,1 ± 4,4
20-sept-95	31,0 ± 2,8	25,9 ± 1,6	36,1 ± 3,3	41,3 ± 0,7	33,6 ± 6,3
04-sept-96	29,3 ± 7,1	32,7 ± 7,1	37,2 ± 2,9	43,1 ± 0,3	34,9 ± 8,6
26-sept-97	30,3 ± 3,3	21,3 ± 4,4	34,0 ± 2,4	36,8 ± 1,9	30,6 ± 6,7
17-sept-98	25,2 ± 2,1	28,5 ± 4,3	30,8 ± 1,6	31,1 ± 3,8	28,9 ± 3,8

%C

Paramètres mois	A	B	C	D	Moyenne
08-mai-87	-	-	-	-	-
10-mai-88	-	-	-	4,1 ± 0,1	4,1 ± 0,1
24-avr-89	4,1 ± 0,2	4,1 ± 0,1	4,1 ± 0,1	3,9 ± 0,1	4,0 ± 0,6
17-avr-90	-	-	-	-	-
10-mai-91	-	-	-	-	-
10-avr-92	4,1 ± 0,04	4,2 ± 0,04	4,2 ± 0,04	4,2 ± 0,1	4,2 ± 0,1
04-mai-93	-	-	-	-	-
22-mars-94	4,3 ± 0,2	5,0 ± 0,8	4,7 ± 0,3	4,2 ± 0,4	4,6 ± 0,6
06-avr-95	4,9 ± 0,2	5,5 ± 0,6	4,2 ± 0,1	4,3 ± 0,3	4,7 ± 0,6
10-avr-96	5,2 ± 0,2	4,5 ± 0,1	5,1 ± 0,8	4,5 ± 0,1	4,8 ± 0,5
16-avr-97	4,6 ± 0,1	4,2 ± 0,04	4,6 ± 0,2	4,6 ± 0,4	4,5 ± 0,2
23-mars-98	4,5 ± 0,1	4,5 ± 0,1	4,4 ± 0,1	4,4 ± 0,1	4,5 ± 0,1
26-mars-99	4,7 ± 0,5	7,4 ± 0,9	4,6 ± 0,1	4,1 ± 0,1	5,2 ± 1,4
14-juil-87	4,4 ± 0,2	4,3 ± 0,1	4,3 ± 0,1	4,3 ± 0,1	4,3 ± 0,1
13-juil-88	-	5,1	4,4 ± 0,3	4,3 ± 0,3	4,4 ± 0,3
12-juil-89	4,2 ± 0,1	4,1 ± 0,1	(5,0) ± 0,2	4,1 ± 0,1	4,4 ± 0,4
04-juil-90	4,0	4,2	3,9	4,1	4,1 ± 0,1
05-juil-91	4,1 ± 0,1	4,2 ± 0,1	4,1 ± 0,1	4,1 ± 0,1	4,1 ± 0,0
07-juil-92	4,1 ± 0,1	4,0 ± 0,1	4,2 ± 0,1	4,5 ± 0,1	4,1 ± 0,2
01-juil-93	3,5 ± 1,3	4,3 ± 0,3	4,2 ± 0,2	4,2 ± 0,2	4,1 ± 0,7
30-juin-94	4,8 ± 0,2	5,4 ± 0,4	4,6 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,9 ± 0,4
07-juil-95	4,2 ± 0,2	4,3 ± 0,1	3,8 ± 0,1	4,0 ± 0,1	4,1 ± 0,2
27-juin-96	4,2 ± 0,1	4,2 ± 0,1	4,2 ± 0,03	4,3 ± 0,1	4,2 ± 0,1
28-juin-97	5,9 ± 1,2	3,8 ± 0,1	4,0 ± 0,2	3,9 ± 0,03	4,4 ± 1,0
04-juil-98	4,5 ± 0,2	4,7 ± 0,2	4,3 ± 0,2	3,9 ± 0,1	4,4 ± 0,3
24-juin-99	5,4 ± 4,1	5,0 ± 0,3	4,5 ± 0,1	4,5 ± 0,2	4,9 ± 0,6
02-sept-87	4,3 ± 0,1	4,2 ± 0,1	4,1 ± 0,1	3,9 ± 0,03	4,1 ± 0,2
03-oct-88	4,6 ± 0,4	4,0 ± 0,1	3,9 ± 0,1	4,0 ± 0,4	4,1 ± 0,4
25-sept-89	5,2 ± 0,4	3,8 ± 0,1	3,8 ± 0,2	4,1 ± 0,2	4,1 ± 1,0
25-sept-90	5,9	5,2	4,7	5,3	5,3 ± 0,5
20-sept-91	5,2 ± 0,1	4,9 ± 0,2	5,1 ± 0,1	3,8 ± 0,1	4,8 ± 0,6
23-sept-92	5,5 ± 0,4	5,6 ± 0,1	4,5 ± 0,2	4,3 ± 0,3	4,7 ± 0,5
23-sept-93	5,3 ± 0,4	5,2 ± 0,1	4,8 ± 0,2	3,4 ± 1,3	4,8 ± 0,6
29-sept-94	4,7 ± 0,2	5,5 ± 0,3	4,4 ± 0,04	4,0 ± 0,1	4,0 ± 0,6
20-sept-95	5,2 ± 0,6	5,0 ± 0,2	4,7 ± 0,4	3,9 ± 0,03	4,7 ± 0,6
04-sept-96	6,7 ± 1,3	4,7 ± 0,2	4,5 ± 0,2	3,9 ± 0,04	4,9 ± 1,2
26-sept-97	4,5 ± 0,2	5,1 ± 0,5	4,1 ± 0,1	4,0 ± 0,1	4,4 ± 0,5
17-sept-98	6,1 ± 0,5	5,1 ± 0,5	4,7 ± 0,3	4,8 ± 0,4	5,2 ± 0,7

C/N

Paramètres mois	A	B	C	D	Moyenne
08-mai-87	-	-	-	-	-
10-mai-88	-	-	-	10,1 ± 0,2	10,1 ± 0,2
24-avr-89	8,2 ± 2,0	8,8 ± 1,0	9,5 ± 0,5	11,0 ± 1,1	9,3 ± 1,6
17-avr-90	-	-	-	-	-
10-mai-91	-	-	-	-	-
10-avr-92	9,7 ± 0,5	9,8 ± 0,3	9,9 ± 0,6	10,0 ± 0,6	9,8 ± 0,5
04-mai-93	-	-	-	-	-
22-mars-94	9,8 ± 0,5	5,5 ± 2,3	6,8 ± 0,4	9,6 ± 1,5	7,8 ± 2,4
06-avr-95	7,0 ± 0,5	4,2 ± 1,3	8,7 ± 0,5	9,6 ± 1,1	7,2 ± 2,6
10-avr-96	5,7 ± 1,0	4,1 ± 0,6	4,1 ± 0,5	9,2 ± 0,3	9,8 ± 2,2
16-avr-97	8,8 ± 5,0	9,7 ± 0,2	8,5 ± 1,1	8,2 ± 1,2	8,8 ± 1,1
23-mars-98	8,6 ± 2,5	7,9 ± 0,4	8,7 ± 0,7	9,0 ± 0,5	8,5 ± 0,7
26-mars-99	6,4 ± 1,5	2,4 ± 0,7	5,5 ± 0,3	8,6 ± 0,5	5,8 ± 2,4
14-juil-87	7,0 ± 1,6	8,9 ± 1,1	10,1 ± 0,3	9,3 ± 0,3	8,8 ± 1,5
13-juil-88	-	4,9	7,8 ± 0,3	8,8 ± 0,9	8,0 ± 1,4
12-juil-89	7,8 ± 0,8	10,0 ± 0,3	(6,6) ± 0,8	9,9 ± 0,4	(8,6) ± 1,6
04-juil-90	5,9	7,8	10,9	9,4	8,5 ± 2,2
05-juil-91	8,5 ± 0,8	8,0 ± 0,4	10,0 ± 0,4	10,3 ± 0,7	9,2 ± 1,1
07-juil-92	7,9 ± 0,4	6,7 ± 0,8	4,9 ± 0,7	6,0 ± 0,1	6,5 ± 1,4
01-juil-93	7,5 ± 1,0	5,6 ± 1,8	6,2 ± 1,1	9,0 ± 0,1	7,0 ± 1,7
30-juin-94	4,8 ± 0,4	3,1 ± 1,4	6,1 ± 0,9	7,2 ± 0,8	5,4 ± 1,6
07-juil-95	6,0 ± 1,1	6,7 ± 0,6	10,4 ± 0,4	9,8 ± 0,6	8,2 ± 2,1
27-juin-96	9,2 ± 1,0	9,7 ± 0,7	10,8 ± 0,1	10,5 ± 0,1	9,9 ± 0,9
28-juin-97	4,7 ± 0,7	10,6 ± 0,5	10,6 ± 0,3	10,9 ± 0,2	9,4 ± 2,6
04-juil-98	4,9 ± 0,9	4,2 ± 1,0	6,2 ± 0,5	9,0 ± 0,2	6,0 ± 2,0
24-juin-99	3,9 ± 1,2	5,1 ± 0,3	7,8 ± 0,4	7,4 ± 0,8	6,1 ± 1,8
02-sept-87	7,4 ± 0,8	9,8 ± 0,5	10,1 ± 0,7	10,3 ± 0,5	9,4 ± 1,3
03-oct-88	6,4 ± 1,4	9,2 ± 1,2	9,6 ± 0,2	8,9 ± 1,9	8,6 ± 1,8
25-sept-89	5,8 ± 1,0	10,2 ± 2,9	7,7 ± 2,4	9,5 ± 0,4	8,3 ± 2,5
25-sept-90	5,3	5,4	7,7	5,8	6,1 ± 1,1
20-sept-91	4,4 ± 0,3	5,4 ± 0,8	4,5 ± 0,4	10,7 ± 0,4	6,3 ± 2,7
23-sept-92	4,0 ± 0,5	5,8 ± 0,2	6,2 ± 0,6	8,7 ± 0,6	6,2 ± 1,8
23-sept-93	5,2 ± 0,4	4,3 ± 0,3	5,7 ± 0,8	10,8 ± 0,8	6,5 ± 2,7
29-sept-94	6,5 ± 0,8	6,0 ± 0,6	6,4 ± 0,6	9,4 ± 0,4	7,1 ± 1,5
20-sept-95	6,1 ± 1,2	5,2 ± 0,5	7,8 ± 1,4	10,6 ± 0,2	7,4 ± 2,3
04-sept-96	4,7 ± 2,0	6,5 ± 1,9	8,4 ± 0,8	11,1 ± 0,1	7,9 ± 2,9
26-sept-97	6,7 ± 0,6	4,3 ± 1,2	8,3 ± 0,8	9,2 ± 0,5	7,1 ± 2,1
17-sept-98	4,2 ± 0,6	5,6 ± 1,2	6,6 ± 0,7	6,5 ± 0,4	5,7 ± 1,2

%N

ANNEXE 2.1 :

Taux de carbone, d'azote et rapport C/N de 1987 à 1999

Paramètre	A	B	C	D	Moyenne
23-fev-78	79,6	18 et 7,0	15,0	6,2	25,2
04-avr-78	10,1	22,9	15,8	13,5	15,6
18-avr-78	24,3	36,1 et 60	49,8	24,9	39,0
20-mai-78	51,4	175,7	139,9	149,8	128,3
-mai-79	-	-	-	-	62,0
08-mai-87	-	-	-	-	-
10-mai-88	215,9 ± 6,2	75,5 ± 1,8	29,5 ± 3,5	110,3 ± 8,6	108,6 ± 58,9
24-avr-89	130,5 ± 26,9	69,3 ± 6,5	1140,5 ± 14,7	67,3 ± 8,9	95,4 ± 32,1
17-avr-90	-	-	-	-	-
10-mai-91	-	-	-	-	-
10-avr-92	95,1 ± 14,8	76,6 ± 8,0	41,0 ± 5,0	45,2 ± 5,0	67,2 ± 23,6
04-mai-93	-	-	-	-	-
22-mars-94	3,3 ± 2,5	8,1 ± 5,5	2,9 ± 1,3	4,3 ± 0,8	4,6 ± 3,6
06-avr-95	47,5 ± 21,7	72,1 ± 16,0	23,4 ± 3,1	68,7 ± 4,7	52,9 ± 23,7
10-avr-96	103,5 ± 16,1	198,3 ± 31,0	175,4 ± 26,6	45,6 ± 2,0	130,7 ± 64,9
16-avr-97	25,3 ± 1,7	21,4 ± 3,1	23,8 ± 2,6	21,3 ± 10,3	22, ± 6,7
23-mars-98	17,8 ± 3,5	17,8 ± 4,6	18,4 ± 3,2	14,7 ± 2,3	17,1 ± 3,5
26-mars-99	20,5 ± 16,4	94,6 ± 20,3	44,9 ± 2,9	8,8 ± 0,3	42,2 ± 35,8
11-juil-78	39,4	49,5 et 60,3	66,1	112,3	68,7
-juil-79	-	-	-	-	103,0
14-juil-87	27,7 ± 8,8	51,0 ± 9,3	54,3 ± 14,2	63,4 ± 20,1	49,1 ± 18,6
13-juil-88	144,9 ± 26,0	46,6	65,8 ± 17,9	22,1 ± 6,9	75,1 ± 52,6
12-juil-89	35,5 ± 13,4	50,5 ± 8,3	52,5 ± 6,1	34,6 ± 6,2	41,1 ± 14,7
04-juil-90	10,0	19,0	21,0	50,0	25,0 ± 17,3
05-juil-91	5,1 ± 1,5	21,6 ± 6,4	35,3 ± 2,5	57,5 ± 7,7	29,9 ± 20,2
07-juil-92	90,6 ± 13,9	61,1 ± 18,2	60,9 ± 15,5	76,1 ± 5,7	71,4 ± 19,4
01-juil-93	267,7 ± 17,5	282,7 ± 80,2	271,1 ± 54,1	88,7 ± 9,3	247,4 ± 82,9
30-juin-94	39,2 ± 10,9	143,5 ± 38,3	78,7 ± 7,8	70,6 ± 13,4	77,6 ± 39,5
07-juil-95	31,4 ± 16,3	49,4 ± 13,2	40,2 ± 5,8	35,4 ± 8,1	39,1 ± 12,8
27-juin-96	19,5 ± 5,0	47,0 ± 8,9	96,6 ± 9,0	114,7 ± 16,3	69,5 ± 40,1
28-juin-97	9,4 ± 4,8	45,6 ± 2,5	40,0 ± 3,3	63,8 ± 10,3	39,7 ± 20,8
04-juil-98	15,7 ± 7,9	73,9 ± 24,1	56,5 ± 6,8	25,6 ± 4,2	42,9 ± 26,9
24-juin-99	6,8 ± 2,5	13,6 ± 2,5	28,5 ± 13,2	21,9 ± 3,1	17,9 ± 10,8
10-aou-78	29,9 et 41,6	127,5 et 123,6	39,1	195,9	111,6
-aou-79	-	-	-	-	143,0
10-oct-78	41,5	24,7	34,4	-	-
13-sept-78	9,1	19,5 et 7,2	39,1	15,6	19,5
02-sept-87	23,2 ± 2,2	54,2 ± 6,5	67,1 ± 9,0	53,6 ± 5,1	49,9 ± 17,5
03-oct-88	5,3 ± 1,4	16,0 ± 2,4	29,2 ± 15,0	23,8 ± 6,9	18,6 ± 5,9
25-sept-89	6,5 ± 1,3	20,4 ± 5,2	51,6 ± 28,3	12,0 ± 1,6	21,3 ± 21,1
25-sept-90	3,0	5,0	6,0	10,0	6,0 ± 2,9
20-sept-91	49,7 ± 17,0	58,4 ± 18,8	68,2 ± 17,4	27,4 ± 1,9	50,9 ± 21,0
23-sept-92	67,3 ± 12,6	31,4 ± 9,0	46,4 ± 8,4	12,2 ± 2,5	39,3 ± 22,2
23-sept-93	21,2 ± 6,3	70,2 ± 20,7	32,1 ± 8,4	45,8 ± 10,0	42,3 ± 22,1
29-sept-94	9,3 ± 2,5	21,8 ± 6,1	16,4 ± 5,4	16,2 ± 1,7	15,9 ± 6,1
20-sept-95	16,0 ± 4,3	13,2 ± 2,0	10,2 ± 3,0	18,9 ± 3,9	14,6 ± 4,6
04-sept-96	11,6 ± 6,2	9,5 ± 2,9	10,6 ± 2,9	32,5 ± 15,6	16,4 ± 13,0
26-sept-97	9,6 ± 1,4	63,8 ± 17,7	37,1 ± 13,3	26,3 ± 5,6	33,2 ± 24,2
17-sept-98	31,8 ± 7,4	32,8 ± 10,7	13,2 ± 5,9	5,2 ± 3,1	20,7 ± 13,9
15-sept-99	-	-	-	-	-
08-nov-78	8,5	14,7 et 17,4	13,9	12,3	13,4
06-dec-78	-	6,5 et 14,1	12,0	14,2	14,1
23-janv-79	10,7	7,5	-	19,3	-

## ANNEXE 2.1 (suite) :

Valeurs moyennes de biomasses en mg/m<sup>3</sup>, de 1978 à 1999

ESPECES	1978		1979		1987		1988		1989	
	Date	Nb/10m <sup>3</sup>	Date	Nb/10m <sup>3</sup>	Date	Nb/10m <sup>3</sup>	Date	Nb/10m <sup>3</sup>	Date	Nb/10m <sup>3</sup>
<b>Pseudocalanus minutus</b>	20.05	13 160	15.05	12 060	08.05	198	10.05	4 081	24.04	9 630
	10.08	2 642	02.08	3 342	14.07	87	13.07	628	12.07	600
					02.09	249	03.10	1 109	25.09	636
<b>Temora longicornis</b>	20.5	48 080	15.05	136 800	08.05	218 880	10.05	46 664	24.04	97 472
	18.8	26 920	30.08	63 340	14.07	23 166	13.07	10 664	12.07	48 274
					02.09	16 664	03.10	4 070	25.09	2 000
<b>Centropages hamatus</b>	31.05	3 076	15.05	1 616	08.05	6 173	10.05	2 200	24.04	10 000
			04.07	4 008	14.07	21 826	13.07	3 400	12.07	2 340
	10.08	4 332	14.08	6 062	02.09	2 623			25.09	684
<b>Acartia clausii</b>	20.05	8 792	15.05	14 060	08.05	11 200	10.05	11 673	24.04	11 620
	10.08	17 840	04.07	20 300	14.07	32 460	13.07	8 937	12.07	17 000
	13.09	12 860	02.08	32 800			03.10	14 342	25.09	17 400
<b>Euterpina acutifrons</b>			30.08	3 469	08.05	10			24.04	7 000
	29.08	1 419	25.09	1 038					12.07	276
	21.11	943	30.10	626	02.09	66	03.10	771	25.09	3 660
<b>Paracalanus parvus</b>	28.04	271			08.05	162	10.05	210	24.04	1 060
	10.10	1 946	25.09	5 296	14.07	44			12.07	864
	06.12	1 483	30.10	3 714	02.09	869	03.10	3 822	25.09	6 311
<b>Parapontella brevicornis</b>	29.08	431	03.09	6	14.07	100	13.07	120	12.07	160
<b>Isias clavipes</b>	29.08	4 167	02.08	3313	02.09	5 220	13.07	1 366		
<b>Centropages typicus</b>	29.08	2	29.09	12	02.09	81	03.10	4	24.04	68 076
ESPECES	1990		1997		1991		1992		1993	
	Date	Nb/10m <sup>3</sup>	Date	Nb/10m <sup>3</sup>	Date	Nb/10m <sup>3</sup>	Date	Nb/10m <sup>3</sup>	Date	Nb/10m <sup>3</sup>
<b>Pseudocalanus minutus</b>	17.04	400	16.04	4 283	10.05	9	10.04	11 811	04.05	10 000
	04.07	260	28.06	620	05.07	4 332	07.07	266	01.07	8 067
	25.09	30	26.09	36	20.09	366	23.09	1 432	23.09	1 378
<b>Temora longicornis</b>	17.04	2 660	16.04	16 962	10.05	1 798	10.04	46 741	04.05	44 332
	04.07	8 981	28.06	16 626	05.07	13 036	07.07	10 636	01.07	101 780
	25.09	837	26.09	5 243	20.09	7 662	23.09	8 679	23.09	16 932
<b>Centropages hamatus</b>	17.04	213	16.04	793	10.05	189	10.04	229	04.05	2 332
	04.07	3 646	28.06	6 916	05.07	9 271	07.07	674	01.07	12 982
	25.09	372	26.09	1 663	20.09	136	23.09	477	23.09	1 131
<b>Acartia clausii</b>	17.04	606	16.04	2 098	10.05	639	10.04	682	04.05	5 332
	04.07	1 638	28.06	19 490	05.07	40 392	07.07	20 800	01.07	48 421
	25.09	1 209	26.09	21 846	20.09	13 986	23.09	27 200	23.09	16 832
<b>Euterpina acutifrons</b>	17.04	14			10.05	27	10.04	47	04.05	668
	04.07	188			05.07	44	07.07	282	01.07	447
	25.09	1 637	26.09	4 369	20.09	416	23.09	7 200	23.09	5 868
<b>Paracalanus parvus</b>	17.04	400	16.04	373	10.05	16	10.04	608		
	04.07	74	28.06	169	05.07	166	07.07	968	01.07	276
	25.09	184	26.09	9 709	20.09	8 140	23.09	4 186	23.09	6 968
<b>Parapontella brevicornis</b>			28.06	191	10.05	4			01.07	233
<b>Isias clavipes</b>	04.07	32	28.06	418	05.07	2 086	07.07	682	01.07	6 422
<b>Centropages typicus</b>			26.09	30	20.09	136	23.09	34	23.09	226
ESPECES	1994		1995		1996		1998		1999	
	Date	Nb/10m <sup>3</sup>	Date	Nb/10m <sup>3</sup>	Date	Nb/10m <sup>3</sup>	Date	Nb/10m <sup>3</sup>	Date	Nb/10m <sup>3</sup>
<b>Pseudocalanus minutus</b>	22.03	670	06.04	26 746	10.04	3 641	23.03	6 317	26.03	824
	30.06	3 347	07.07	639	27.06	7 018	04.07	1 178	24.06	102
	29.09	216	20.09	308	04.09	107	17.09	216	15.09	..
<b>Temora longicornis</b>	22.03	617	06.04	39 206	10.04	44 000	23.03	3 613	26.03	26 871
	30.06	40 617	07.07	23 283	27.06	66 842	04.07	17 789	24.06	9 694
	29.09	6 941	20.09	13 014	04.09	6 799	17.09	2 124	15.09	..
<b>Centropages hamatus</b>	22.03	30	06.04	67	10.04	181	23.03	481	26.03	272
	30.06	3 471	07.07	3 981	27.06	6 667	04.07	960	24.06	629
	29.09	601	20.09	969	04.09	248	17.09	666	15.09	..
<b>Acartia clausii</b>	22.03	121	06.04	1 439	10.04	426	23.03	240	26.03	680
	30.06	6 960	07.07	39 313	27.06	60 846	04.07	11 669	24.06	1 682
	29.09	6 369	20.09	20 034	04.09	3 212	17.09	16 398	15.09	..
<b>Euterpina acutifrons</b>	22.03	73	06.04	16 300			23.03	143	26.03	184
	30.06	667	07.07	97			04.07	173	24.06	266
	29.09	2 013	20.09	3 263	04.09	73	17.09	2 473	15.09	..
<b>Paracalanus parvus</b>	22.03	2	06.04	990			23.03	11	26.03	4
	30.06	620	07.07	634	27.06	12	04.07	240	24.06	18
	29.09	4 680	20.09	6 096	04.09	107	17.09	2 681	15.09	..
<b>Parapontella brevicornis</b>			7.07	27			04.07	24	24.06	61
<b>Isias clavipes</b>			20.09	34	04.09	6	17.09	16	15.09	0
<b>Centropages typicus</b>	30.06	3 471	07.07	12	27.06	2 807	04.07	43	24.06	36
			20.09	69	04.09	6 711	17.09	1 287	15.09	..
<b>Centropages typicus</b>	22.03	448							24.06	13
			20.09	103					15.09	..

Annexe 2.2 :  
Valeurs et dates des maxima observés pour les principales espèces de copépodes

## 2.5. Microbiologie

### 2.5.1. Introduction

La surveillance microbiologique du site de Penly a été effectuée en 1999 à partir des prélèvements réalisés lors des 3 sorties du 26 mars 1999, 24 juin 1999 et 15 Septembre 1999. (36 prélèvements pour les déterminations microbiologiques et 12 prélèvements pour le dosage des haloformes).

### 2.5.2. Matériel - Méthodes d'analyses - Déterminations

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

#### *Prélèvements :*

Les prélèvements sont effectués au moyen de flacons stériles. Les échantillons sont maintenus au froid pendant le transport jusqu'au laboratoire.

#### *Analyses microbiologiques :*

- \*Dénombrement des germes totaux en épifluorescence
- stabilisation de l'échantillon au moment du prélèvement par du formol dépoussiéré afin de limiter la multiplication des bactéries.
- filtration sur membrane en polycarbonate 0,2 µm teintée au laboratoire avec de L'Irgalan black
- coloration à l'acridine orange 1/30 000ème
- observation de la membrane sous UV en lumière réfléchie
- Toutes les bactéries présentes et mises en évidence par coloration sont dénombrées sans distinction de couleur (les bactéries "vivantes" apparaissent colorées en vert, les "mortes" en rouge).
- \*Dénombrement des germes aérobies revivifiables sur milieu Zobell
- après étalement au rateau sur milieu de Zobell, le dénombrement s'effectue après incubation à 20°C pendant 11 jours.
- \*Recherche de vibrio-halophiles
- Ces vibrions ont la particularité de pouvoir subsister assez longtemps dans le milieu marin. Leur présence est décelée par la méthode habituelle suivante :
- filtration de 1l d'eau de mer sur une membrane 0,45µm
- enrichissement 24H sur milieu Akyama à 37 °C
- isolement sur gélose TCBS 18H à 37°C
- repiquage sur milieu Kligler 18H à 37°C
- identification par tests biochimiques (galerie API 20 NE) et Vibrio-statiques (test 0129)
- \*Dénombrement des vibrio-halophiles
- Méthode NPP en 3 tubes
- milieu Akyama double et simple concentration, incubation 24H à 37°C
- isolement sur gélose TCBS 18H à 37°C
- repiquage sur milieu Kligler 18H à 37°C



- test Vibrio-statiques (tests O129)
- identification par tests biochimiques (galerie API 20 NE)

*Dosage des haloformes ( trihalométhanes ) : selon norme NFT 90-125*

- Bromoforme, dibromomonochlorométhane, dichloromonobromométhane, et chloroforme.

*Les points de prélèvements sont toujours référencés :*

**A = Canal d'amenée      B = Rejet      C = Contrôle      D = Référence**

### 2.5.3. Résultats et commentaires

#### 2.5.3.1. Dénombrement des germes totaux en épifluorescence :

Le nombre des germes totaux par ml comptés en épifluorescence varie de  $1,14 \cdot 10^5$  (Contrôle en automne 99) à  $2,29 \cdot 10^5$  (Rejet au printemps 99).

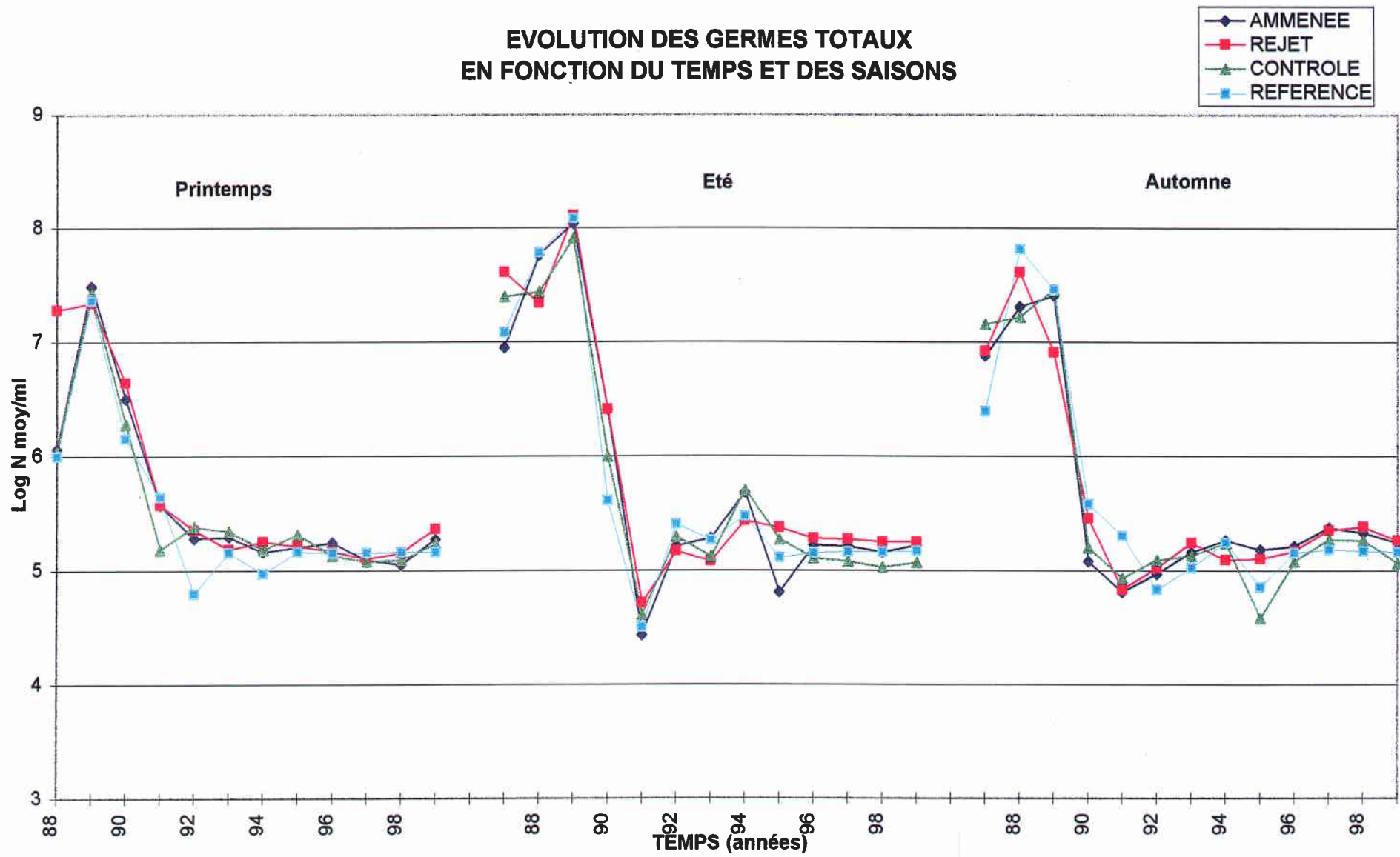
#### Site de PENLY - Campagne 1999

##### Germes totaux en épifluorescence / ml

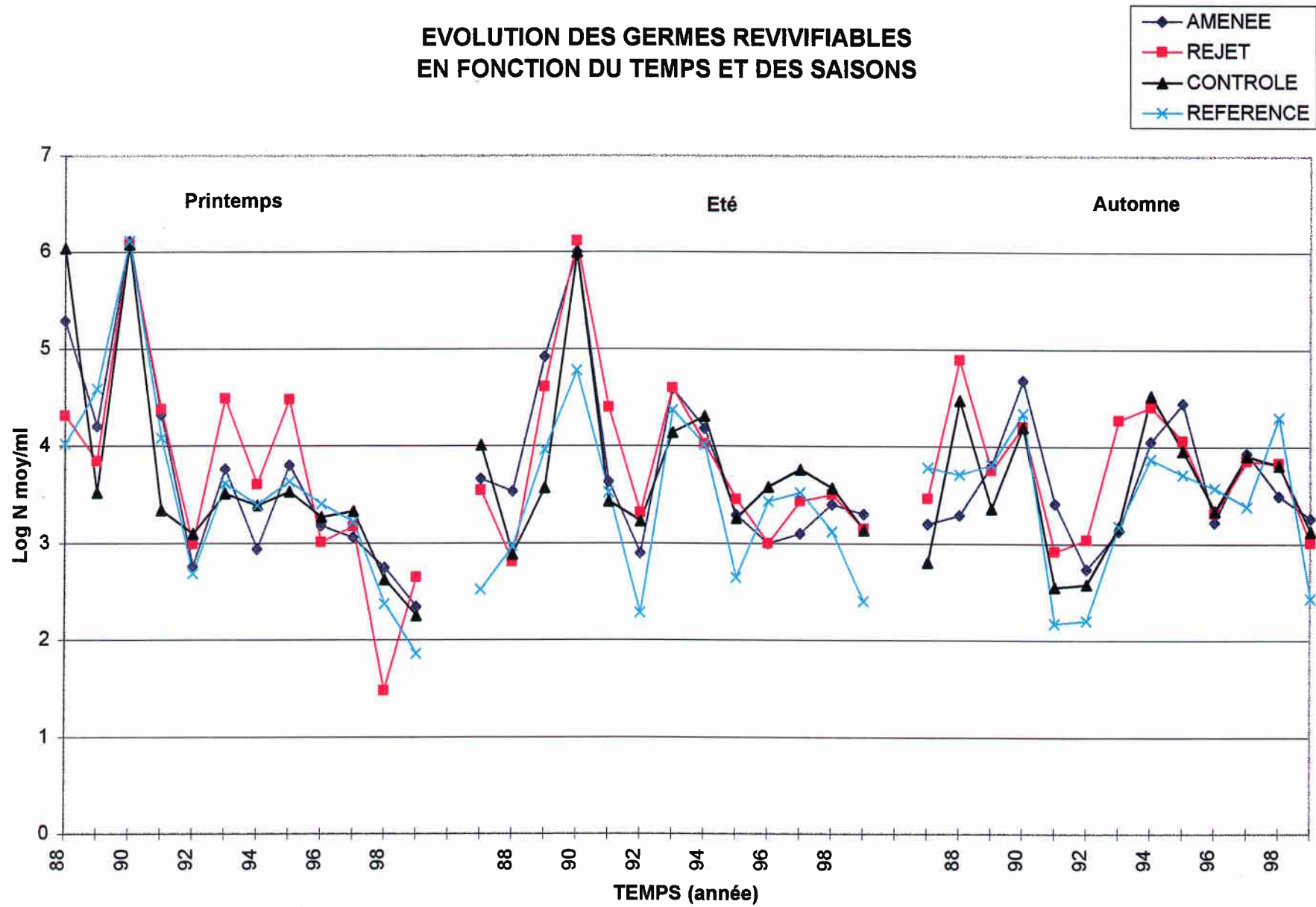
	2.5.3.2. Prélèvements PRINTEMPS 26 mars 1999	2.5.3.3. Prélèvements ETE 24 juin 1999	2.5.3.4. Prélèvements AUTOMNE 15 septembre 99
<b>AMENEE</b> (moyenne de 2 prélèvements)	$1,88 \cdot 10^5$	$1,68 \cdot 10^5$	$1,74 \cdot 10^5$
<b>REJET</b> (moyenne de 2 prélèvements)	$2,29 \cdot 10^5$	$1,80 \cdot 10^5$	$1,84 \cdot 10^5$
<b>CONTROLE</b> (moyenne de 4 prélèvements)	$1,72 \cdot 10^5$	$1,17 \cdot 10^5$	$1,14 \cdot 10^5$
<b>REFERENCE</b> (moyenne de 4 prélèvements)	$1,46 \cdot 10^5$	$1,48 \cdot 10^5$	$1,44 \cdot 10^5$

Le nombre de germes totaux contenus dans l'eau de mer est du même ordre de grandeur au large et aux abords immédiats de la centrale de Penly. Il n'y a pas de différences

## EVOLUTION DES GERMES TOTAUX EN FONCTION DU TEMPS ET DES SAISONS



## EVOLUTION DES GERMES REVIVIFIABLES EN FONCTION DU TEMPS ET DES SAISONS



significatives entre le canal d'amenée et le canal de rejet des eaux de refroidissement de la centrale. Au cours de l'année 1999, le nombre de germes totaux dénombrés par épifluorescence reste toujours du même ordre de grandeur, quelle que soit la saison. Il n'apparaît pas non plus d'évolution significative par rapport aux résultats de la campagne 1998.

### 2.5.3.2. Dénombrement des germes aérobies viables sur Milieu Zobell

Les comptages varient de 180 germes / ml (au point contrôle au printemps 99) à 2012 germes/ml ( au point amenée en été 99).

#### Site de PENLY - Campagne 1999

##### *Germes revivifiables sur milieu Zobell / ml*

	2.5.3.3. PRINTEM PS	2.5.3.4. ETE	2.5.3.5. AUTOMNE
<b>AMENEE (moyenne de 2 prélèvements)</b>	<b>220</b>	<b>2012</b>	<b>1812</b>
<b>REJET (moyenne de 2 prélèvements)</b>	<b>445</b>	<b>1400</b>	<b>1030</b>
<b>CONTROLE (moyenne de 4 prélèvements)</b>	<b>180</b>	<b>1387</b>	<b>1361</b>
<b>REFERENCE (moyenne de 4 prélèvements)</b>	<b>72,5</b>	<b>250</b>	<b>267,5</b>

Le nombre de germes revivifiables contenu dans l'eau de mer est le même au large et aux abords immédiats de la centrale de Penly. Il n'y a pas de différences significatives entre le canal d'amenée et le canal de rejet des eaux de refroidissement de la centrale.

Au cours de l'année 1999, le nombre de germes revivifiable varie de façon importante en fonctions des saisons. Par rapport à la campagne 1998 on note une diminution globale du nombre de germes dénombrés sur l'année.

## 2.5.3.3. Recherche de vibrio-halophiles

**SITE DE PENLY - CAMPAGNE 1999 *Vibrio-halophiles***

	<u>PRINTEMPS</u>		<u>ETE</u>		<u>AUTOMNE</u>	
	RECHERCHE /1l	DENOMBREME NT /100 ml	RECHERCHE /1l	DENOMBREME NT /100 ml	RECHERCHE /1l	DENOMBREME NT /100 ml
<b>AMENEE</b>	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	<3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	<3
	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	< 3
<b>REJET</b>	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	< 3
	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	75	Présence <i>V.alginolyticus</i>	< 3
<b>CONTROLE</b>	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	<3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	<3
	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	<3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	<3
	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	<3	Absence	<3
	Absence	< 3	Absence	<3	Absence	<3
<b>REFERENCE</b>	Absence	< 3	Absence	<3	Absence	< 3
	Absence	< 3	Absence	< 3	Absence	<3
	Absence	< 3	Absence	< 3	Absence	< 3
	Absence	< 3	Absence	< 3	Absence	< 3

Il y a cette année 1999 présence en été et en automne de *Vibrio alginolyticus* aux points d'amenée et de rejet de la centrale de Penly. Les quantités dénombrés sont faibles. Il n'y a pas de différences significatives entre le canal d'amenée et de rejet des eaux de refroidissements de la centrale de Penly.

Par rapport à l'année 1998, le nombre d'échantillons montrant une présence de vibrio halophile aux abords de la centrale de Penly est plus important cette année 1999.

#### 2.5.3.4. Dosage des haloformes

Site de PENLY - Campagne 1999 - *Dosage des haloformes en µg/l*

		CH Br 3	CH Br 2 Cl	CH Br Cl 2	CH Cl 3
AMENEE	Printemps	< 1	< 1	< 1	< 1
	Eté	< 1	< 1	< 1	< 1
	Automne	< 1	< 1	< 1	< 1
REJET	Printemps	< 1	< 1	< 1	< 1
	Eté	< 1	< 1	< 1	< 1
	Automne	1,8	< 1	< 1	< 1
CONTROLE	Printemps	< 1	< 1	< 1	< 1
	Eté	< 1	< 1	< 1	< 1
	Automne	< 1	< 1	< 1	< 1
REFERENCE	Printemps	< 1	< 1	< 1	< 1
	Eté	< 1	< 1	< 1	< 1
	Automne	< 1	< 1	< 1	< 1

➔ Présence de tribromométhane en 1 seul point Rejet en été

#### 2.5.4. Conclusion

### **CONCLUSION** **campagne PENLY 1999**

La surveillance microbiologique du site de la centrale de Penly pendant l'année 1999 donne les résultats suivants :

- Le nombre de germes totaux retrouvés dans l'eau de mer est le même au large et aux points amenée et rejet des eaux de refroidissement de la centrale. Il n'y a pas d'évolution par rapport à la campagne 1998.
- Le nombre de germes revivifiables retrouvés dans l'eau de mer est le même au large et aux points amenée et rejet des eaux de refroidissement de la centrale. Par rapport à la campagne 1998 il y a moins de germes dénombrés sur l'année 1999 .
- Il y a cette année en été et en automne présence de *Vibrio.alginolyticus* aux points amenée et rejet des eaux de refroidissement de la centrale de PENLY.
- Le dosage des haloformes montre la présence de traces de tribromométhane au point rejet en septembre 1999. Par rapport à l'année 1998, on note une diminution en 1999 du nombre de points présentant des traces de tribromométhane .

## Annexes



**EVOLUTION DES GERMES TOTAUX EN  
FONCTION DU TEMPS ET DES SAISONS  
(germes totaux en épifluorescence)**

	ANNEE	AMMENE	REJET	CONTROLE	REFERENCE
Printemps	88	6.06	7.28	6.04	6
	89	7.49	7.34	7.43	7.36
	90	6.5	6.64	6.28	6.15
	91	5.57	5.57	5.18	5.64
	92	5.28	5.35	5.38	4.79
	93	5.29	5.18	5.34	5.15
	94	5.16	5.25	5.18	4.97
	95	5.2	5.21	5.31	5.16
	96	5.24	5.17	5.13	5.15
	97	5.09	5.1	5.08	5.15
	98	5.05	5.15	5.09	5.16
	99	5.27	5.36	5.23	5.16
Eté	87	6.95	7.61	7.4	7.08
	88	7.76	7.34	7.44	7.78
	89	8.04	8.11	7.91	8.08
	90	6.41	6.41	6	5.61
	91	4.43	4.71	4.61	4.5
	92	5.21	5.17	5.29	5.4
	93	5.28	5.08	5.12	5.26
	94	5.68	5.43	5.7	5.47
	95	4.81	5.37	5.27	5.11
	96	5.22	5.28	5.11	5.15
	97	5.21	5.27	5.08	5.16
	98	5.16	5.25	5.03	5.16
99	5.22	5.25	5.07	5.17	
Automne	87	6.88	6.92	7.16	6.39
	88	7.31	7.61	7.22	7.81
	89	7.41	6.91	7.46	7.46
	90	5.08	5.45	5.2	5.58
	91	4.81	4.83	4.93	5.3
	92	4.97	5.02	5.09	4.83
	93	5.16	5.24	5.13	5.02
	94	5.26	5.09	5.24	5.24
	95	5.18	5.1	4.58	4.85
	96	5.21	5.17	5.08	5.15
	97	5.37	5.35	5.27	5.18
	98	5.33	5.38	5.26	5.17
99	5.24	5.26	5.06	5.16	

**EVOLUTION DES GERMES REVIVIFIABLES  
EN FONCTION DU TEMPS ET DES SAISONS  
( germes revivifiabes sur milieu zobell)**

	ANNEE	AMENEE	REJET	CONTROLE	REFERENCE
PRINTEMPS	88	5.29	4.31	6.04	4.02
	89	4.2	3.84	3.52	4.59
	90	6.11	6.08	6.08	6.11
	91	4.32	4.38	3.34	4.08
	92	2.76	2.99	3.1	2.69
	93	3.76	4.49	3.51	3.61
	94	2.94	3.6	3.39	3.39
	95	3.8	4.48	3.53	3.63
	96	3.18	3.01	3.27	3.4
	97	3.06	3.17	3.33	3.22
	98	2.75	1.48	2.63	2.37
99	2.34	2.65	2.25	1.86	
ETE	87	3.66	3.54	4.01	2.52
	88	3.53	2.81	2.89	2.97
	89	4.92	4.61	3.57	3.96
	90	6	6.11	6	4.78
	91	3.63	4.4	3.43	3.52
	92	2.9	3.31	3.23	2.28
	93	4.59	4.6	4.14	4.37
	94	4.18	4.02	4.31	4.01
	95	3.29	3.45	3.26	2.65
	96	3	3	3.58	3.43
	97	3.1	3.43	3.76	3.52
	98	3.4	3.5	3.57	3.12
	99	3.3	3.15	3.14	2.4
AUTOMNE	87	3.2	3.46	2.81	3.78
	88	3.29	4.89	4.48	3.71
	89	3.8	3.75	3.36	3.81
	90	4.68	4.2	4.2	4.34
	91	3.41	2.92	2.55	2.17
	92	2.74	3.04	2.58	2.2
	93	3.13	4.27	3.18	3.18
	94	4.05	4.41	4.53	3.87
	95	4.45	4.06	3.96	3.71
	96	3.22	3.31	3.34	3.57
	97	3.93	3.85	3.91	3.38
	98	3.49	3.83	3.81	4.3
99	3.26	3.01	3.13	2.43	

### 3. Le domaine halieutique

Chapitre réalisé :

- aux Centres IFREMER de Nantes et de Brest par:  
**Daniel HALGAND** (Daniel.Halgand@ifremer.fr) et **Jérôme HUET**

avec la collaboration de :

Daniel WOEHLING pour l'informatique  
M-L COCHARD, E.FOUCHER, O.LEPAPE, D.MIOSSEC, I.SCHLAICH,  
A.TETARD, pour les missions en mer

- à la Station IFREMER de Port-en-Bessin par :  
**Marie-Laure COCHARD** (Marie.Laure.Cochard@ifremer.fr) et **Alain TETARD**

avec la collaboration de :

O.LEPAPE pour les analyses statistiques  
D.HALGAND, A.TETARD, I.SCHLAICH, pour les missions en mer

- au laboratoire d'analyse de prélèvements hydrologiques - LAPHY - par :  
**Jean d'ELBEE** (Laphy@wanadoo.fr) pour le tri de plancton

### 3.1. Méthodologie

Comme prévus par la nouvelle convention d'étude, les principaux éléments ichtyoplanctoniques (œufs et larves) sont identifiés pour les espèces suivantes : la sole (*Solea solea*, L), la limande (*Limanda limanda*, L), le sprat (*sprattus sprattus*, L), et la sardine (*Sardina pilchardus*, WALBAUM). Quelques holoplanctontes comme certains cténaïres : la groseille de mer (*Pleurobrachia pileus*, MULLER) sont identifiés.

Pour ces espèces, les densités (en nombre par 10m<sup>3</sup>) sont consignées dans les tableaux suivants.

#### 3.1.1. Zooplancton

##### 3.1.1.1. Nature et fréquence des observations – Localisation des points de mesures

Comme pour les autres sites étudiés (fig. 1.6 : chapitre 1), les observations effectuées à Penly comprennent des pêches de zooplancton auxquelles sont associés des relevés hydrologiques ; le calendrier des missions est donné dans la première partie du rapport (tabl. 1.1). Les 4 missions prévues entre avril et juin, ont été effectuées à bord du chalutier artisanal "ANTARES".

L'échantillonnage du zooplancton et les relevés hydrologiques ont été réalisés aux trois points retenus pour l'étude de Surveillance : un point côtier (point 1) situé près du canal d'amenée un point (2) situé dans le rejet, un point au large (point 3) hors influence.

La position théorique de ces points est indiquée dans la première partie du rapport (fig. 1.6 : chapitre 1).

Les mesures sont faites à la renverse de courant (le plus souvent renverse de flot, environ 1/2 heure après la pleine mer). La date des campagnes est choisie, dans la mesure du possible, en fonction des coefficients de marée les plus bas.

##### 3.1.1.2. Paramètres hydrologiques

Deux paramètres sont mesurés à chaque point (correspondant à un traict de zooplancton) : température de l'eau et salinité. Les relevés sont faits à deux niveaux : sub-surface et voisinage du fond, à l'aide d'une sonde VALEPORT 600 CTDS; la précision des mesures est de 0.1°C pour la température et de 0.5 pour la salinité exprimée en grammes par kilogramme d'eau de mer.

### 3.1.1.2..1 Zooplancton

L'appareil utilisé pour les pêches de plancton est un échantillonneur de type Bongo grand modèle spécialement conçu pour l'échantillonnage de l'ichtyoplancton. Ses caractéristiques et ses performances ont été notamment décrites par SHERMAN et HONEY (1971), SMITH (1974), SCHNACK (1974), ALDEBERT (1975), ARBAULT et LACROIX (1975).

### 3.1.1.2..2 Description de l'échantillonneurs: Bongo grand modèle

L'échantillonneur Bongo grand modèle utilisé pour les études de sites comporte deux filets de maillage 505  $\mu\text{m}$  montés sur une même armature et pêchant simultanément. Chaque filet a un diamètre d'ouverture de 61 cm, mesure 3 m de longueur et présente une partie cylindrique à l'avant du cône de filtration terminal. A chaque embouchure du couple de filets est fixé un volucompteur (2030 "Digital Flowmeter" 10 à 500  $\text{cm}^{-1}$  de General Oceanics) permettant le calcul des volumes filtrés. Un dépresseur en V de 40 kg environ assure la plongée et la stabilité de l'engin de pêche. Chaque filet se termine par un collecteur à oreilles où les organismes se rassemblent dans un volume d'environ 2 litres empêchant leur détérioration.

### 3.1.1.2..3 Méthode d'échantillonnage

La méthodologie d'échantillonnage du Bongo s'inspire du manuel de standardisation des méthodes (JOSSI et Coll., 1975) édité par le service des pêches des Etats-Unis; les modalités d'utilisation décrites par HERAL et Coll. (1976) pour adapter cet engin aux études de sites effectuées en eaux côtières peu profondes, ont été abandonnées en 1987.

Depuis 1987, la pêche se fait en traict double oblique, depuis le fond jusqu'en surface à la vitesse de 2 noeuds environ ( $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ). Ainsi, le volume d'eau filtrée a varié cette année entre 37 et 105  $\text{m}^3$  selon les prélèvements.

Après chaque traict, les filets sont rincés à l'eau de mer afin de rassembler les planctontes dans les collecteurs ; le contenu de chaque collecteur est recueilli dans des bocaux de 2 litres.

### 3.1.1.2..4 Conservation des échantillons

Les échantillons sont fixés à l'aide de la solution décrite par MASTAIL et BATTAGLIA (1978) légèrement modifiée (BIGOT, 1979). Ce liquide conservateur est réalisé à base de formol (solution saturée de formaldéhyde à 36 % environ en masse) neutralisé et dilué à 3 % en volume dans de l'eau de mer additionnée d'agents antioxydants et complexants.

### 3.1.1.2.5 Dépouillements des échantillons

L'échantillon est fractionné à la cuve MOTODA (MOTODA 1959) qui permet d'en réaliser des bipartitions successives. Pour un taxon donné, le dénombrement, réalisé sur cuve de DOLLFUSS, est jugé satisfaisant si la fraction examinée contient environ une centaine d'individus. Les oeufs et larves de poissons, sont généralement comptés sur la moitié, voire la totalité du prélèvement.

Pour les oeufs de poissons, nous distinguons toujours deux stades principaux dans l'embryogénèse en regroupant les stades décrits par MANSUETTY et HARDY et cités dans JOSSI et Coll., 1975 : axe embryonnaire non visible (stade 1) et embryon visible (stade 2).

### 3.1.1.3. Saisie, stockage et traitement des données

Les données brutes du comptage sont saisies sur micro-ordinateur par espèces et stade de développement par une application spécifique écrite dans le logiciel intégré KMAN. Les données ramenées à l'unité de volume filtrée ( $10\text{ m}^3$ ) sont traitées sous des conditions de sélection de différents paramètres. Ensuite, les figures sont tracées à l'aide du logiciel EXCEL. Les données sont saisies dans la base de données "QUADRIGE" qui gère les informations en provenance des réseaux RNO (Réseau National d'Observation de la qualité du milieu marin), REPHY (REseau de surveillance PHYtoplanctonique), REMI (REseau de surveillance Microbiologique) et IGA (Impact des Grands Aménagements).

### 3.1.2. Macrofaune halieutique

Les études précédentes ont montré qu'il existait une influence halieutique de la baie de Somme sur le secteur proche de Penly.

Cette relation se manifeste par le fait que le secteur côtier compris entre Dieppe et le Tréport fait partie d'une nourricerie pour certaines espèces de poissons, notamment pour les poissons plats comme la sole, la plie et la limande. Cette nourricerie est centrée en baie de Somme.

C'est cet aspect particulièrement sensible que nous avons décidé d'étudier depuis la phase de projet. Cela explique qu'en 1999 l'étude de la macrofaune halieutique se sera déroulée suivant la méthodologie mise en œuvre au cours de l'étude de projet (1979) et de son étude complémentaire (période 1980 à 1983).

Une seule des deux campagnes annuelles de chalutages initialement réalisées a été conservée, celle de l'automne.

L'abandon de la campagne de printemps se justifie par le fait qu'à cette période de l'année, les juvéniles de poissons plats nés dans l'année (groupe 0), qui nous intéressent tout

particulièrement dans cette étude, n'apparaissent encore que très peu dans les captures expérimentales.

### 3.1.2.1. Chronologie des prélèvements

Les prélèvements ont été effectués, comme à l'habitude à l'automne, après la grande marée de septembre : les 16, 17, 18 et 19 septembre 1999. Les conditions météorologiques, bien que plus favorables que l'année précédente, n'ont cependant pas facilité le début de campagne.

51 traits de chalut ont été réalisés dans la zone d'étude, dont :

-34 à bord du chalutier ANTARES, avec un chalut à perche de 3 mètres.

-17 à bord du chalutier CAPELLA, avec un chalut à perche de 2 mètres.

Tout en maintenant la même stratégie d'échantillonnage stratifiée, cette année a vu une certaine réallocation des points de prélèvements de manière à optimiser l'échantillonnage et le travail de terrain.

Une analyse pluriannuelle des résultats par strates a été menée et le coefficient de variation de la densité en fonction du nombre de traits étudié. En conclusion, il est apparu souhaitable de supprimer l'échantillonnage de la strate du large (D) où les juvéniles de poissons plats ne sont pas présents, de diminuer le nombre de traits dans la strate A et d'augmenter par contre celui de la strate C.

Cette modification du plan d'échantillonnage a conduit en parallèle à l'arrêt de la prise en compte de la strate 9 où la crevette grise n'était également présente que de manière anecdotique.

Si les strates du large (D et 8) ne sont plus échantillonnées, on continue par contre à les prendre en compte dans le calcul de la densité totale en considérant qu'une densité zéro s'applique à leur surface. Ce mode de calcul permet de maintenir des indices comparables entre les différentes années.

D'autre part, pour limiter l'écart d'échantillonnage entre les deux types de chaluts perche utilisés, la durée du trait standard a été portée à 10 minutes pour le CP 2m (strate E) au lieu des 3 minutes antérieures et le nombre de traits diminué en conséquences.

En 1998, l'échantillonnage avait été perturbé par des conditions météorologiques très difficiles et une partie de la trame située à l'ouverture de la baie de Somme n'a pas pu être échantillonnée (strate E pour les poissons, strates 1 et 2 pour les crevettes grises). De manière à assurer la continuité de la série historique, une extrapolation des données poissons a été réalisée. Dans le cas de la crevette grise, la contribution trop forte de la strate 1, qui

représente de l'ordre de 80 % de l'abondance, ne nous a pas permis de recalculer un indice global.

Les densités moyennes de sole, plie et limandes ont été extrapolées. Dans le cas de la plie, une régression statistique significative a pu être réalisée sur la période 1979-98 entre nos indices des groupes 0 et 1 et ceux donnés par un modèle linéaire généralisé (GLM) développé par P. Riou dans sa thèse sur les nourriceries de sole et de plie en Manche Est (1999). Pour la sole groupe 0 et 1 aucune corrélation statistiquement significative n'a été trouvée et on a choisi d'estimer la strate E comme la moyenne des densités sur la période 1979-97. Le même mode de calcul a été suivi pour la limande. Ces calculs ont permis de compléter les graphes de la figures 3.2.

### 3.1.2.2. Expression des résultats

Pour chaque trait de chalut, toutes les espèces de poissons, céphalopodes et crustacés, ont été déterminées et ont donné lieu aux opérations suivantes :

- dénombrement des individus, soit sur l'ensemble des captures (poissons), soit à partir d'un échantillon (crevette grise).
- mensurations pour les espèces principales, soit sur l'ensemble des captures, soit sur un échantillon.
- pesées globales pour chaque espèce. Dans le cas des poissons plats, les poids sont déterminés à l'aide des clés taille-poids, établies à partir des résultats des années précédentes.

des prélèvements d'otolithes ont été effectués pour la détermination de l'âge des poissons plats (plie, sole, limande).



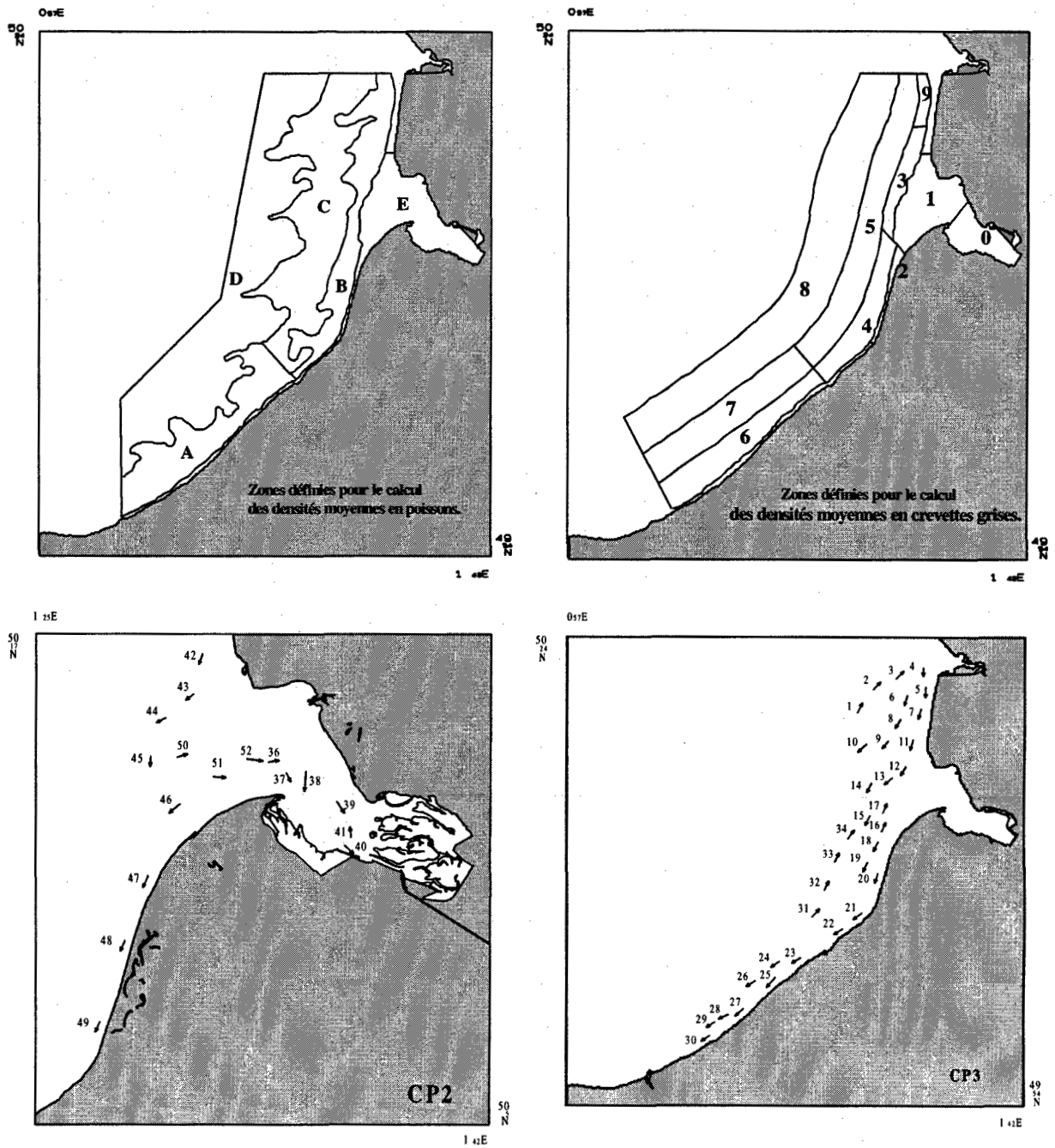


Fig. 3.1 - Zones définies pour le calcul des densités moyennes et position des chalutages en 1999.

Un bref rappel de la structure des otolithes et de la terminologie que nous utiliserons dans les résultats pour la notion d'âge paraît souhaitable.

Les otolithes sont des pièces calcaires faisant partie de l'oreille interne des téléostéens. Elles participent au maintien du tonus musculaire et à la réception des stimuli externes.

Le centre de l'otolithe est opaque, des dépôts se forment autour de ce noyau dès les premiers mois de la vie du poisson et jusqu'à la fin de l'automne ou le début de l'hiver. Des matériaux hyalins se déposent alors pendant toute la période hivernale et jusqu'au début du printemps.

Les dépôts alternent suivant le rythme des saisons et la croissance du poisson. Les zones opaques correspondent aux périodes estivales à croissance rapide et les zones hyalines aux ralentissements hivernaux.

Entre la naissance et le premier ralentissement de croissance (1<sup>er</sup> janvier par hypothèse), le poisson appartient au groupe 0. A partir de la reprise de la croissance, le poisson entre dans le groupe 1. A l'occasion de chaque nouvelle saison hivernale, il passe dans le groupe supérieur.

Pour l'exploitation des données, deux types d'analyses ont été retenus :

**- Calcul des densités par trait :**

Ce type de traitement des données permet une visualisation de la répartition et de l'abondance des différentes espèces sur le secteur d'étude.

Pour chaque espèce rencontrée dans un chalutage et pour chacun des groupes d'âge, lorsque ceux-ci ont pu être déterminés, une densité en nombre d'individus pour 1000 m<sup>2</sup> est calculée.

**- Calcul des densités moyennes par zone :**

Les densités par trait, en raison de la variabilité des valeurs, ne fournissent pas des indices d'abondance permettant de comparer sur le plan quantitatif les différentes campagnes ou les différentes années entre elles.

Pour résoudre ce problème de comparaison, mais également pour différencier les secteurs soumis à l'influence de la tache thermique due au rejet de la centrale, nous avons eu recours au découpage de l'aire de prospection en plusieurs zones.

Ces zones ont été retenues en tenant compte à la fois de la répartition de la tache thermique et de l'écologie des juvéniles de poissons plats et de la crevette grise dont les répartitions spatiales sont en relation avec la bathymétrie. Cinq zones (ou strates), nommées A à E ont été définies pour les poissons et dix (0 à 9) pour la crevette grise (fig. 3.1).

La méthode de calcul à laquelle nous avons recourue est employée en échantillonnage stratifié et consiste en particulier à estimer les paramètres suivants pour chaque zone :

**- densité moyenne par 1 000 m<sup>2</sup>**

$$d_j = \sum P_i * 1000 / \sum S_i$$

$P_i$  = nombre d'individus observés dans chaque trait  $i$  de la zone  $j$ .

$S_i$  = surface balayée par chaque trait  $i$  (m<sup>2</sup>) de la zone  $j$ .

**- nombre d'individus présents sur la zone :**

$$n_j = S_j * \sum P_i / \sum S_i$$

$S_j$  = surface de la zone  $j$  (m<sup>2</sup>) (estimation par planimétrie).

**- variance de l'estimation du nombre d'individus :**

$$V(n)_j = S_j^2 * x_j * V(P)_j / (\sum S_i)^2$$

$x_j$  = nombre de traits effectués sur la zone  $j$ .

$V(P)_j$  = variance de la prise par trait.

**- indice de précision :**

$$i = \sqrt{V(n)_j} / n_j \text{ exprimé en pourcentage}$$

**- Calcul des densités moyennes et production sur l'ensemble du secteur d'étude**

Comme indice de la production d'ensemble des différentes zones nous avons utilisé les formules suivantes :

**- densité moyenne par 1 000 m<sup>2</sup> :**

$$d = \sum n_j * 1000 / \sum S_j$$

$n_j$  = nombre d'individus estimés pour la zone  $j$ .

$S_j$  = surface de la zone  $j$  (m<sup>2</sup>).

**- nombre d'individus présents sur l'ensemble du secteur :**

$$N = \sum n_j$$

**- variance sur l'estimation du nombre d'individus :**

$$V(N) = \sum V(n)_j$$

$V(n)_j$  = variance sur l'estimation du nombre d'individus présents sur la zone j.

**- indice de précision :**

$$I = \sqrt{V(N) / N} \text{ exprimé en pourcentage}$$

Les densités et les estimations de production obtenues par ces méthodes de calcul ne doivent pas être considérées comme des valeurs absolues mais plutôt comme des indices d'abondance (annexe 3.2).

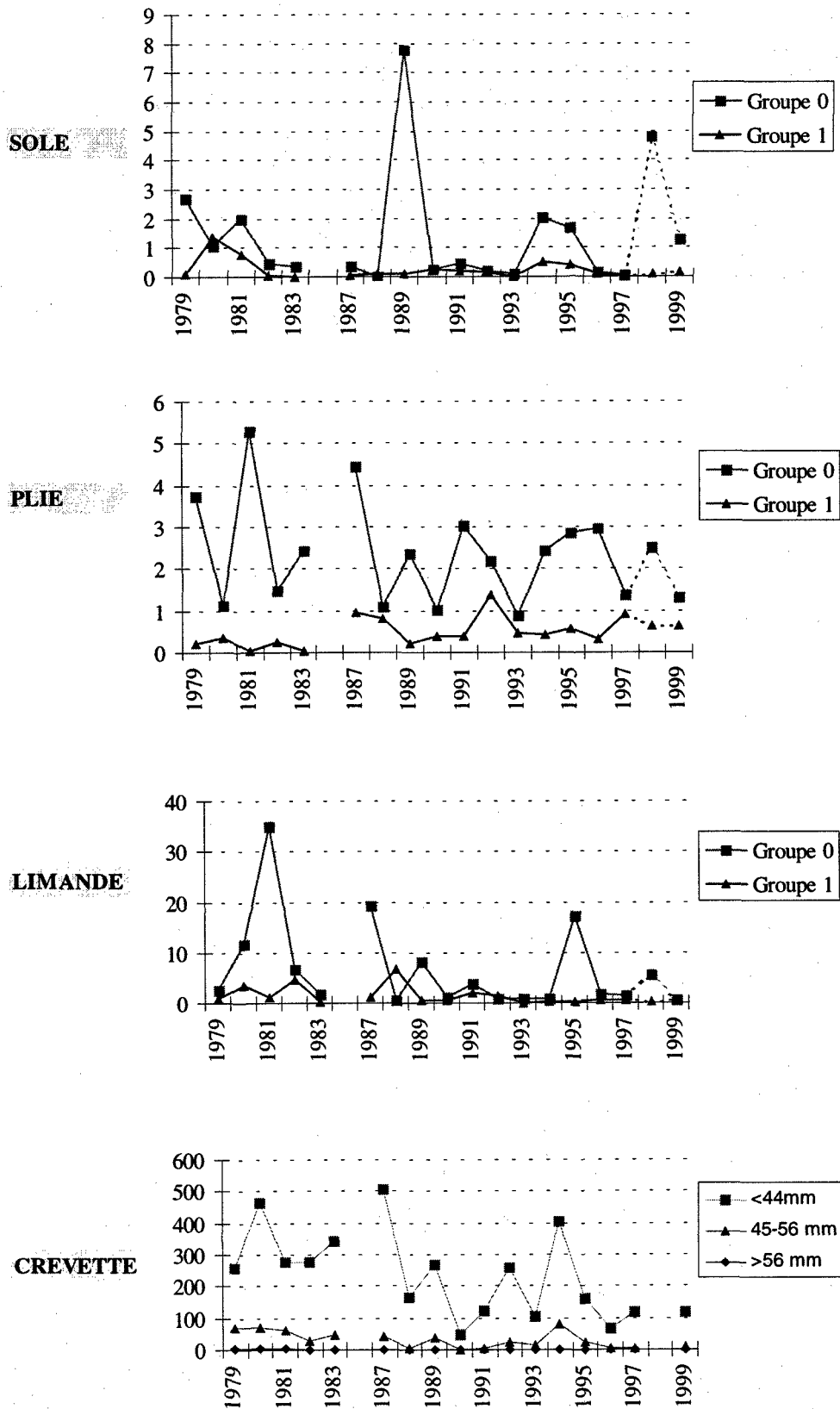


Fig.3.2 : Densité moyenne à l'automne (nombre pour 1000 m<sup>3</sup>)  
 Les valeurs 1998 sont estimées, sauf pour la crevette où elles sont manquantes.

### 3.2. RESULTATS

Comme pour les autres sites de centrales nucléaires, la surveillance 2<sup>ème</sup> phase est particulièrement orientée vers les espèces les mieux représentées.

Comme prévu par la convention d'étude, les principaux éléments ichtyoplanctoniques (oeufs et larves) sont identifiés pour les espèces suivantes : la sole (*Solea solea*, L), la limande (*Limanda limanda*, L), le sprat (*sprattus sprattus*, L), et la sardine (*Sardina pilchardus*, WALBAUM). Quelques holoplanctontes comme certains cténaïres: la groseille de mer (*Pleurobrachia pileus*, MULLER) sont identifiés.

Pour ces espèces, les courbes des variations mensuelles depuis le fonctionnement de la centrale (de 1994 à 1999) ont été tracées en intégrant les températures.

En ce qui concerne la macro faune halieutique, l'étude est principalement orientée vers le suivi des poissons plats les mieux représentés sur le site, en particulier sous leurs formes juvéniles.

Pour chaque trait de chalut, cependant, toutes les autres espèces de poissons, céphalopodes et crustacés ont été déterminées, dénombrées et pesées (annexe 3.2).

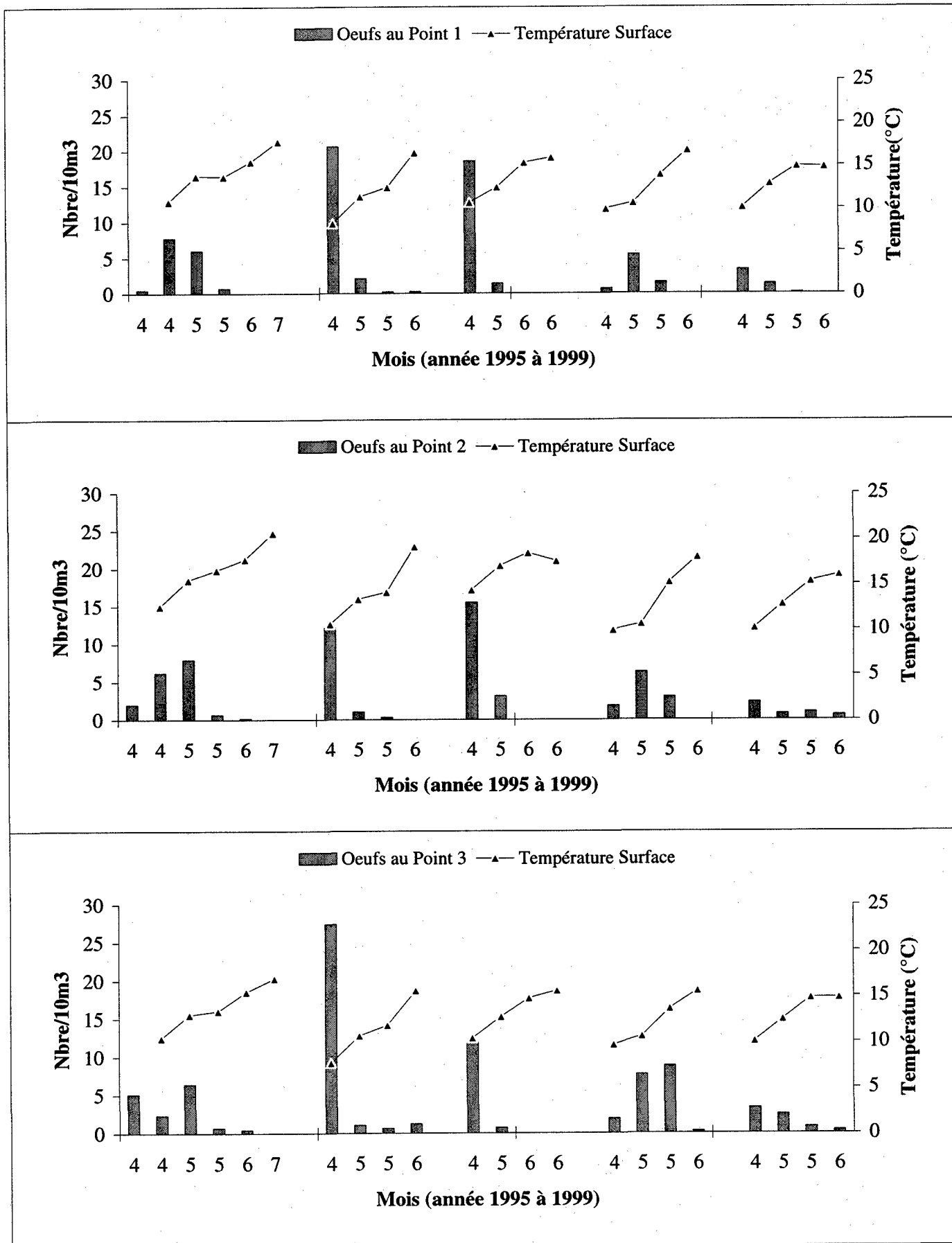


Fig. 3.3 - oeufs de sole pour les points 1, 2 et 3.

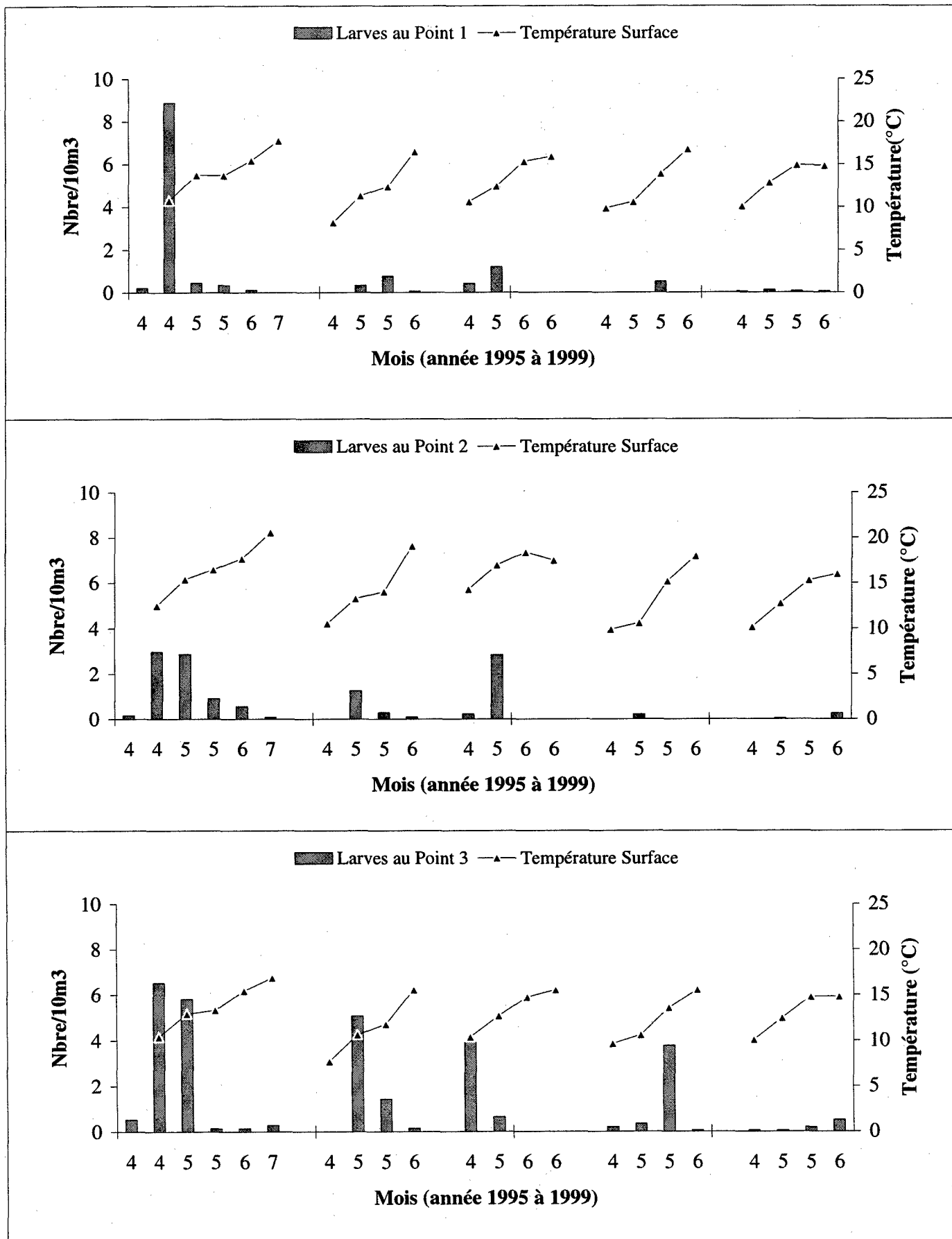


Fig. 3.4 - larves de sole pour les points 1, 2 et 3.



### 3.2.1. Poissons plats

Hormis la sole, la plie et la limande, trois autres espèces de poissons plats sont également présentes, mais leurs effectifs demeurent très réduits. Il s'agit de la barbue (*Scophthalmus rhombus*), du turbot (*Psetta maxima*) et du flet (*Platichthys flesus*).

#### 3.2.1.1. La sole (*Solea solea*, L.)

La sole est largement répandue dans l'Atlantique et les mers adjacentes, des côtes de Scandinavie au Sénégal. Espèce benthique, la sole vit de préférence sur des fonds meubles compris entre 10 et 70m à faciès sablonneux et graveleux. De grande valeur commerciale, à chair très estimée, c'est le soléidé le plus abondant sur le site de Penly.

##### 3.2.1.1.1 Oeufs et larves

Echantillonnés d'avril à juin, les œufs présentent les densités maximales en avril (3,33 œufs /10m<sup>3</sup> au point 1) et mai (2,46 œufs /10m<sup>3</sup> au point 3).

Ces effectifs sont faibles par rapport aux densités maximales observées en 1993, 1995 et 1998 (de 7 à 9 œufs /10m<sup>3</sup>) mais nettement inférieures à celles rencontrées en 1992, 1994, 1996 et 1997 (de 18 à 46 œufs /10m<sup>3</sup>) (Fig. 3.3). Des densités de l'ordre de 1 à 5 œufs /10m<sup>3</sup> avaient été observées en avril 1978 et 1979.

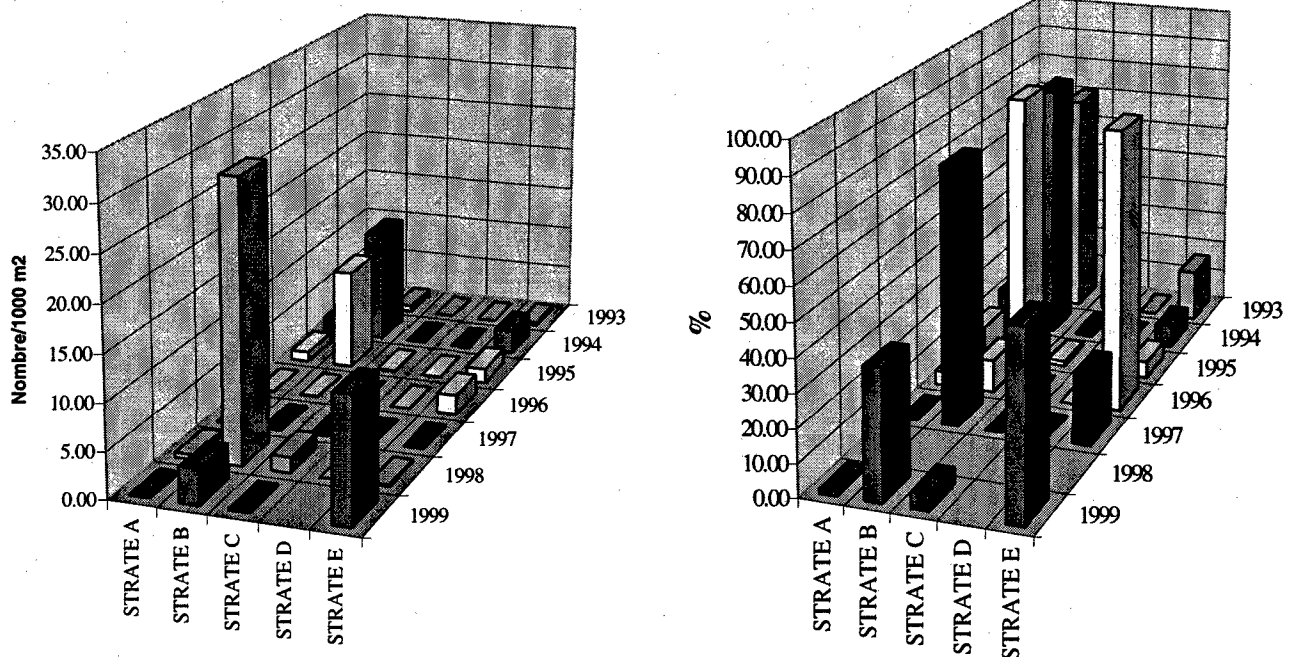
Les effectifs larvaires (de 0,25 larves /10m<sup>3</sup> au point 2 à 0,51 larves /10m<sup>3</sup> au point 3, dénombrées le 8 juin 1999) restent dans les fluctuations pluriannuelles des années précédentes (de 0,2 à 13,2 larves/10m<sup>3</sup>) suivant les années d'étude exceptée l'année 1993 où une densité de 48 larves/10m<sup>3</sup> avait été rencontrée en mai au point 3 (Fig. 3.4).

##### 3.2.1.1.2 Juvéniles

Les juvéniles du groupe 0 sont classiquement cantonnés aux abords de la baie de Somme (strates B et E). En 1999, la densité moyenne pour la strate E avec 14,41 ind./1000 m<sup>2</sup> et l'indice global de 1,61 ind./1000 m<sup>2</sup>, indiquent une classe élevée.

Pour le groupe 1 dont la répartition est plus profonde, l'abondance de 0,81 ind./1000 m<sup>2</sup> dans la strate B et 0,93 ind./1000 m<sup>2</sup> dans la strate E apparaît plus forte que les années précédentes, ce qui peut être mis en relation avec un indice déjà élevé du groupe 0 observé en 1998.

Des individus du groupe 3 ont été capturés dans la strate A (0,03 ind/1000 m<sup>2</sup>).



Sole, répartition par strates du groupe 0.  
(Strate E non représentative en 1998)

### 3.2.1.2. La plie (*Pleuronectes platessa*, L.)

Largement distribuée dans les eaux continentales de l'Atlantique nord, du Groenland jusqu'aux côtes de l'Afrique du nord, la plie se reproduit en période hivernale, de décembre à mars, (avec un maximum situé en janvier - février) sur des frayères situées au milieu de la Manche orientale et de la mer du Nord. Ce comportement explique l'absence d'oeufs et de larves dans les pêches planctoniques. A la suite d'une migration vers la côte, les juvéniles se concentrent dans les eaux peu profondes. Ces zones turbides correspondent à des nourriceries.

#### 3.2.1.2..1 Oeufs et larves

Vu l'absence de prélèvements de janvier à mars 1999, aucun œuf n'a été observé cette année. Les densités d'œufs restaient relativement faibles les années antérieures (0,07 à 0,1 œuf /10m<sup>3</sup> en janvier 78, 0,03 œuf /10 m<sup>3</sup> en mars 79, 0,1 œuf /10 m<sup>3</sup> en janvier 87). Cette année, aucune larve n'a été récoltée sur le site. Quelques larves ont été observées en février 87 (0,06 larve/10 m<sup>3</sup>) et avril 89 (0,21 larve/10 m<sup>3</sup>).

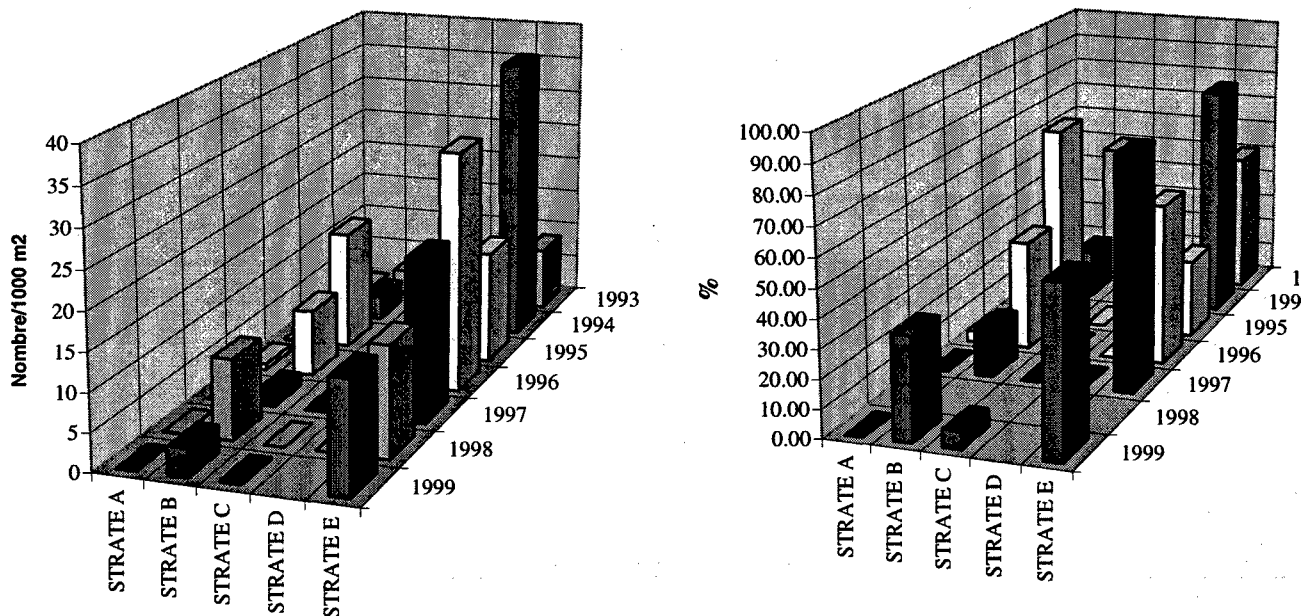
#### 3.2.1.2..2 Juvéniles

C'est au niveau des eaux peu profondes, à l'intérieur de la baie de Somme (strate E), que domine pratiquement toujours le groupe 0. La valeur de 14,55 ind./1000 m<sup>2</sup> observée pour

cette strate en 1999 et celle de 3,63 ind./1000 m<sup>2</sup> pour la strate B révèlent une classe moyenne.

Le groupe 1, de répartition plus profonde, présente un indice de 2,05 ind./1000 m<sup>2</sup> dans la strate B ce qui le situe aussi à un bon niveau d'abondance.

Les individus plus âgés fréquentent des eaux plus profondes (strates B, C et A).



Plie, répartition par strates du groupe 0  
(Strate E non représentative en 1998)

### 3.2.1.3. La limande (*Limanda limanda*, L.)

Très commune en Manche et mer du Nord, elle fréquente les fonds sableux et coquilliers où elle côtoie la plie. Le frai a lieu dans l'ensemble de l'aire de répartition de l'espèce, un peu vers le large cependant. La limande se reproduit surtout de février à avril, sensiblement à la même époque que la sole.

#### 3.2.1.3.1 Oeufs et larves

Cette année, des œufs de limande ont été observés dans nos échantillons d'avril au point 3 (2,53 œufs/10m<sup>3</sup>). Les densités maximales d'œufs rencontrées les années précédentes étaient (de 0,7 à 4,2 œufs/10m<sup>3</sup>) (Fig. 3.5).

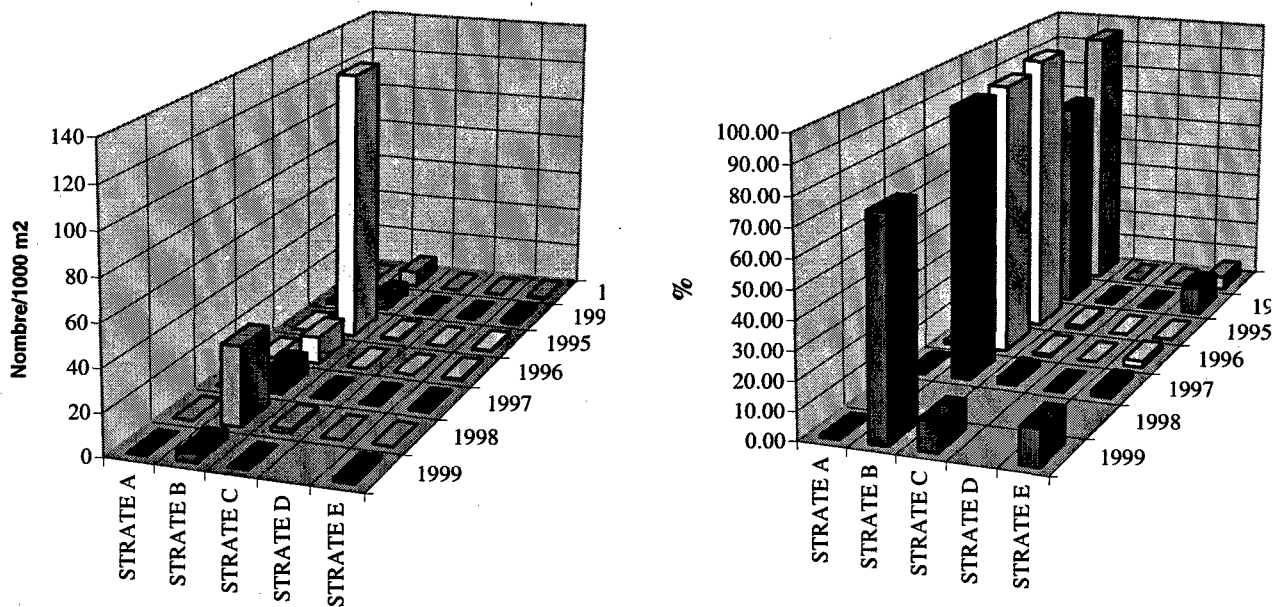
En 1999, aucune larve n'a été récoltée dans nos prélèvements. Les effectifs larvaires observés les années antérieures (de 0,03 à 0,16 larves/10m<sup>3</sup>) sont assez faibles sauf pour l'année 1995 (1,99 larves/10m<sup>3</sup> en mai au point 2) (Fig. 3.6).

## 3.2.1.3..2 Juvéniles

Le groupe 0 domine dans la strate B et son indice global de 0,71 ind./1000 m<sup>2</sup> situe la classe 1999 à un niveau faible.

Le groupe 1 avec 0,56 ind./1000 m<sup>2</sup> se situe dans la moyenne des années antérieures, en rapport avec l'indice du groupe 0 de 1998.

Des individus d'âge supérieur (groupe2) ont également été observés cette année.



Limande, répartition par strates du groupe 0  
(Strate E non représentative en 1998)

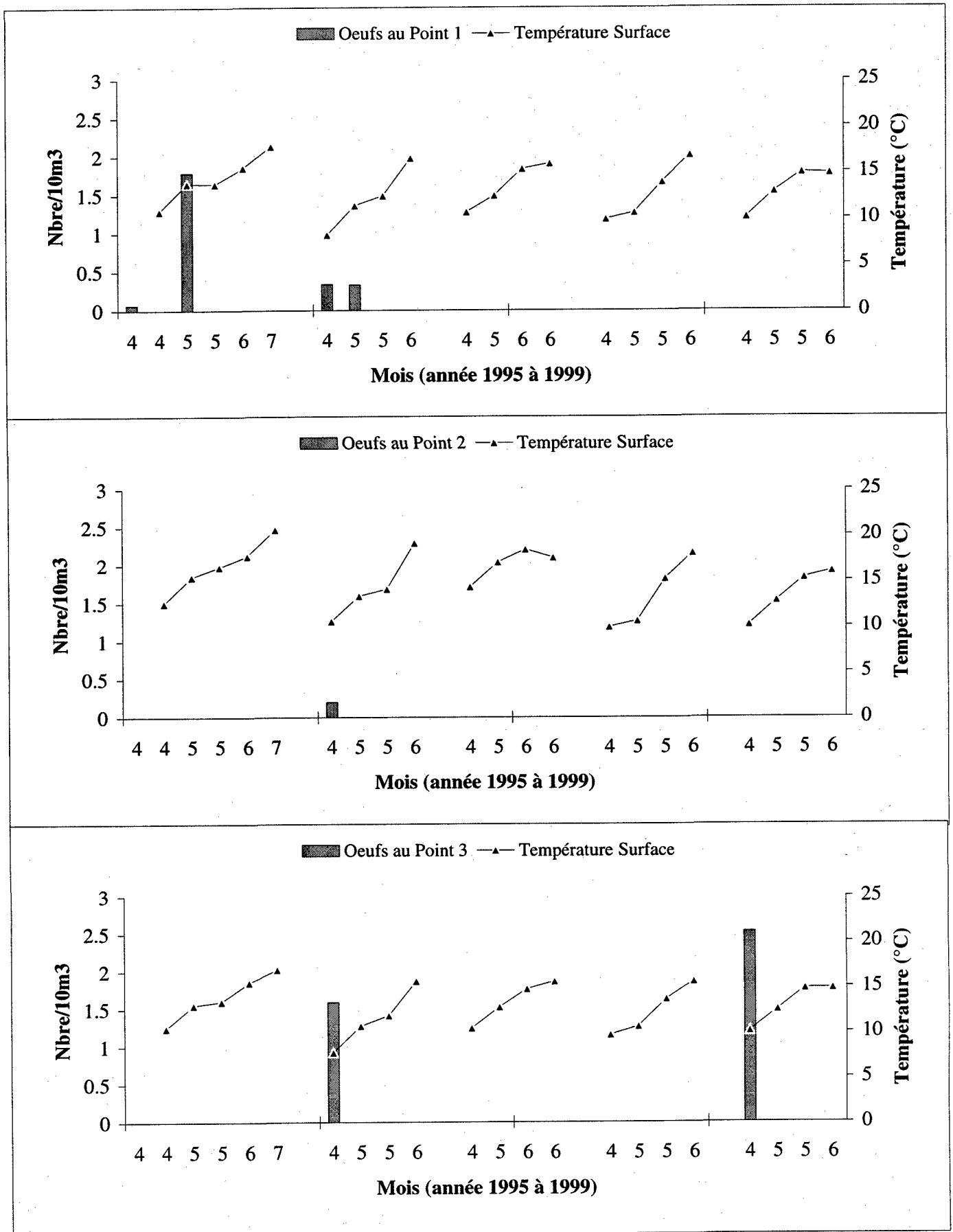


Fig. 3.5 - Oeufs de limande pour les points 1, 2 et 3.

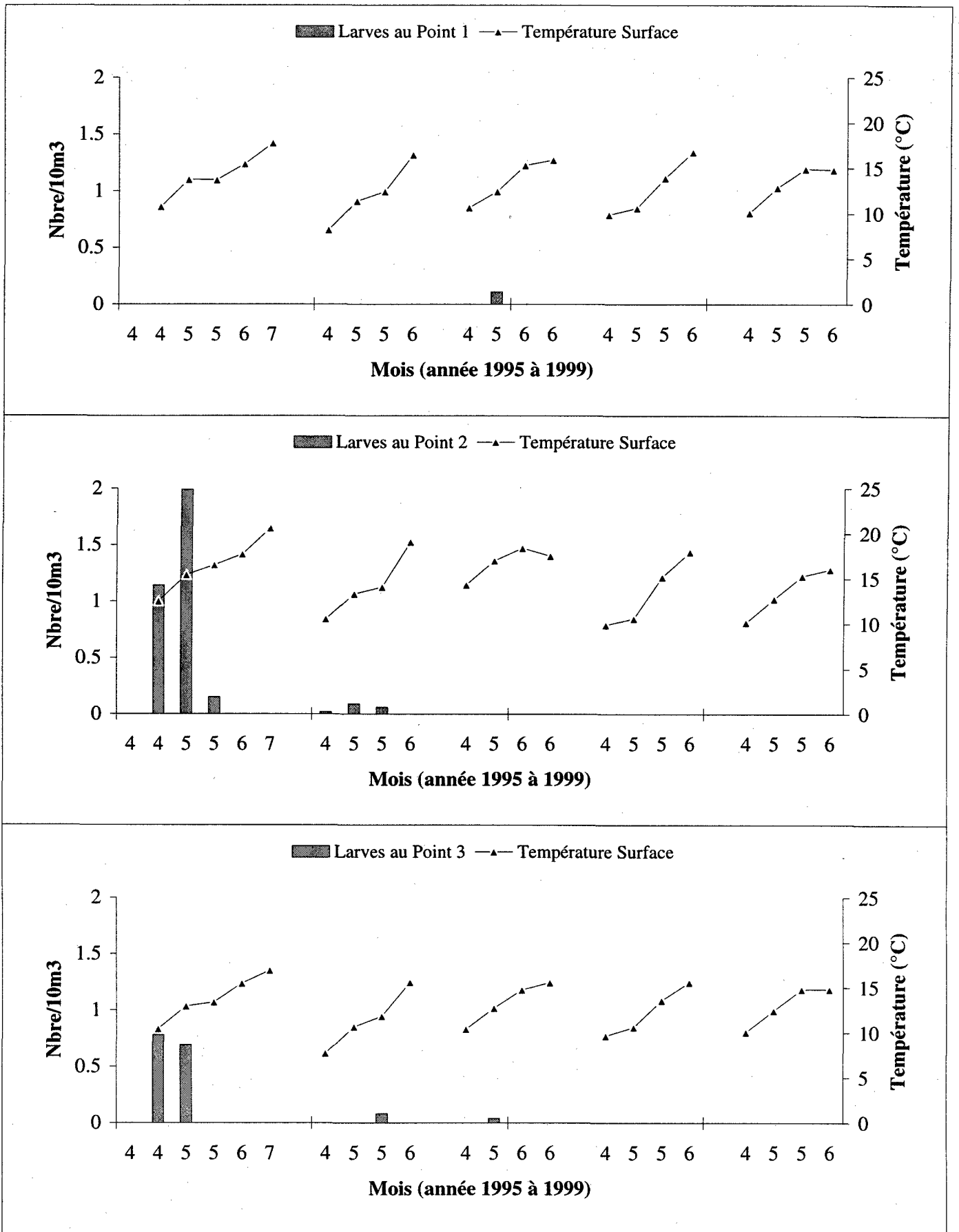


Fig. 3.6 - Larves de limande pour les points 1, 2 et 3.

### 3.2.1.4. Autres espèces de poissons plats

Pour ces espèces, les captures sont faibles :

Présents lors de l'étude de projet (de 0,08 à 1,4 oeuf/10m<sup>3</sup> en 1978 et 1979) absents au cours des études de surveillance, quelques œufs de barbues(0,45 oeuf/10m<sup>3</sup>) sont rencontrés en mai 1992 au point côtier ainsi que quelques larves (0,1 larves/10m<sup>3</sup> fin mai, également au point côtier). Depuis 1993 ces éléments ichtyoplanctoniques ne sont plus identifiés.

Toutes les barbues du groupe 0 ont été capturées dans la strate E, et contrairement à 1998, des individus plus âgés ont été pêchés dans cette même strate.

Absents au cours de l'étude de projet, ainsi qu'en 1990 et 1991 des œufs de turbot sont récoltés en 1992 surtout au niveau du point 3 (de 0,16 à 2,99 œufs /10 m<sup>3</sup> en juillet). En 1999, aucun œuf n'a été récolté. Les densités observées au cours des études antérieures restent dans les fluctuations pluriannuelles des années. 1987, 1988 et 1989 (de 0,11 à 2.8 oeufs/10m<sup>3</sup>). En 1992 les larves (2,06 larves/10m<sup>3</sup> en juillet au point 3) présentent des effectifs nettement supérieurs à ceux observés les années précédentes (0,11 à 0,26 larve/10m<sup>3</sup>). Cette année, une larve a été récoltée en juin au point 3.

De même que pour les barbues, tous les turbots du groupe 0 ont été capturés dans la strate E, et contrairement à 1998, des individus plus âgés ont été pêchés (groupe 2).

Au cours de ces années d'étude, les œufs (de 0,4 à 11 oeufs/10 m<sup>3</sup>) et les larves de flet (de 0,7 à 4,6 larves/10 m<sup>3</sup>) sont surtout présents dans nos prélèvements planctoniques d'avril et mai pour les différentes années. En 1999, les densités observées (0,18 à 0,62 oeufs/10 m<sup>3</sup> et 0,11 à 1,73 larves/10 m<sup>3</sup>) restent dans les fluctuations pluriannuelles

Les flets du groupe 0 ont été observés uniquement en strate E. Des individus des groupes 2 et 3 ont été capturés dans la strate B.

### 3.2.2. Autres espèces de poissons

#### 3.2.2.1. Le sprat (*Sprattus sprattus* L.)

On trouve le sprat sur le plateau continental du nord-est de l'Atlantique, depuis le nord de la Norvège jusqu'en Méditerranée et mer Noire où il rencontre les températures et les salinités les plus favorables à sa ponte et son développement. Le sprat ne fait pas l'objet d'une exploitation commerciale dans le secteur de Penly, bien que l'abondance de cette espèce, au voisinage du site, au moment de la reproduction soit loin d'être négligeable, compte tenu de l'importance du frai.

##### 3.2.2.1.1 Oeufs et larves

En 1999, les oeufs de sprat surtout observés en avril et mai sont toujours plus abondants au point du large (28,27 oeufs /10m<sup>3</sup> le 14 avril et de 5,43 oeufs /10m<sup>3</sup> à 21,24 oeufs /10m<sup>3</sup> en mai). Ces densités supérieures à celles observées en 1998 (14,52 oeufs /10m<sup>3</sup> en mai) restent dans les variations pluriannuelles des années précédentes de 11 à 108 oeufs /10m<sup>3</sup> (Fig. 3.7).

Les effectifs larvaires (de 6,49 à 10,41 larves/10m<sup>3</sup>) (Fig. 3.8) sont comparables à ceux observés lors des études antérieures (de 3,63 à 34,8 larves/10m<sup>3</sup>).

##### 3.2.2.1.2 Juvéniles

L'abondance totale est de 0,14 ind./1000 m<sup>2</sup> dont la majorité correspond au groupe 0 (0,12 ind./1000 m<sup>2</sup>), l'essentiel des captures ayant eu lieu à l'intérieur de la baie de Somme (strate E). Cet indice n'est qu'un indicateur du fait du mode de vie pélagique de l'espèce.

#### 3.2.2.2. Le hareng (*Clupea harengus harengus*)

Pour cette espèce pélagique, des juvéniles du groupe 1 et 2 ont pu être observés, concentrés essentiellement en strate E.

#### 3.2.2.3. La sardine (*Sardina pilchardus*, WALBAUM)

Dans l'Atlantique nord-est, la sardine est largement distribuée des Açores à la mer du Nord méridionale. D'après les caractères méristiques et morphologiques on peut distinguer deux races :

- - la sardine ibérique ou atlantique s'étendant de Gibraltar au nord de l'Espagne;
- - la sardine atlantique septentrionale se trouvant du nord de l'Espagne à la Mer du Nord.



#### 3.2.2.3.1 œufs et larves

En 1999, les œufs de sardine sont surtout rencontrés fin mai (de 3,87 à 49,62 œufs /10m<sup>3</sup>). Cette année, quelques spécimens ont été échantillonnés (0,05 œufs /10m<sup>3</sup>) le 14 avril (Fig. 3.9).

Les années antérieures les densités maximales surtout rencontrées au point du large en juin, étaient en 1996 de 63 œufs/10m<sup>3</sup> en 1995 (88 œufs /10m<sup>3</sup>), en 1994 (150 œufs/10m<sup>3</sup>), en 1993 (755 œufs /10m<sup>3</sup> en mai) et en 1992 (560 œufs /10m<sup>3</sup>). Lors des autres études, les densités d'œufs de sardine varient de 0,38 à 57 œufs /10m<sup>3</sup>.

#### 3.2.2.3.2 juvéniles

Quelques individus ont été capturés en 1999, uniquement à l'intérieur de la baie (strate E).

#### 3.2.2.4. Merlan (*Merlangius merlangus*)

Cette espèce démersale côtière marquant une préférence pour les fonds meubles à faible profondeur (25-100 m) est très commune en Manche et fait l'objet d'une exploitation commerciale importante.

##### 3.2.2.4.1 Oeufs et larves

Les adultes se rapprochent des côtes en hiver pour le frai qui a lieu dans toute l'aire de répartition de l'espèce. La période de ponte s'étend de mi-janvier à juillet suivant la latitude. Les œufs de Gadidés présentent peu de caractères morphologiques pour la diagnose. L'œuf ne devient identifiable qu'après la constitution de l'embryon et l'apparition de pigments. Les œufs de gadidés (*Merlangius merlangus*, *Trisopterus luscus* et *Trisopterus minutus*) sont surtout observés dans les pêches printanières. En 1999 les densités (de 0,18 à 0,62 œufs/10m<sup>3</sup>) sont inférieures à celles rencontrées en 1998 (0,30 à 8,5 œufs/10m<sup>3</sup>)

Les larves récoltées dans nos prélèvements d'avril et mai présentent des effectifs de 0,04 à 4,7 larves/10m<sup>3</sup> suivant les années et de 0,09 à 0,63 larves/10m<sup>3</sup> en 1999.

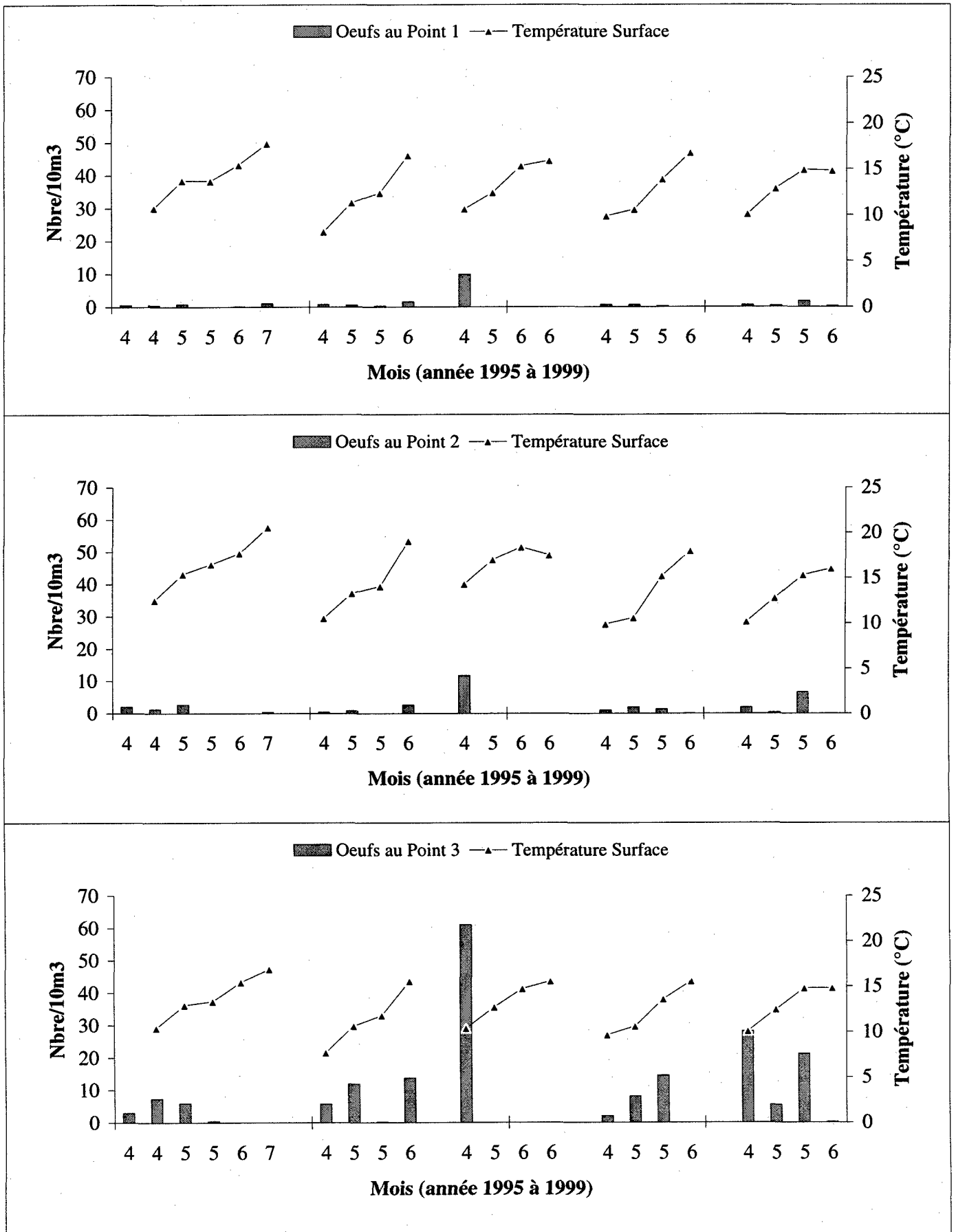


Fig. 3.7 - Oeufs de sprat pour les points 1, 2 et 3.

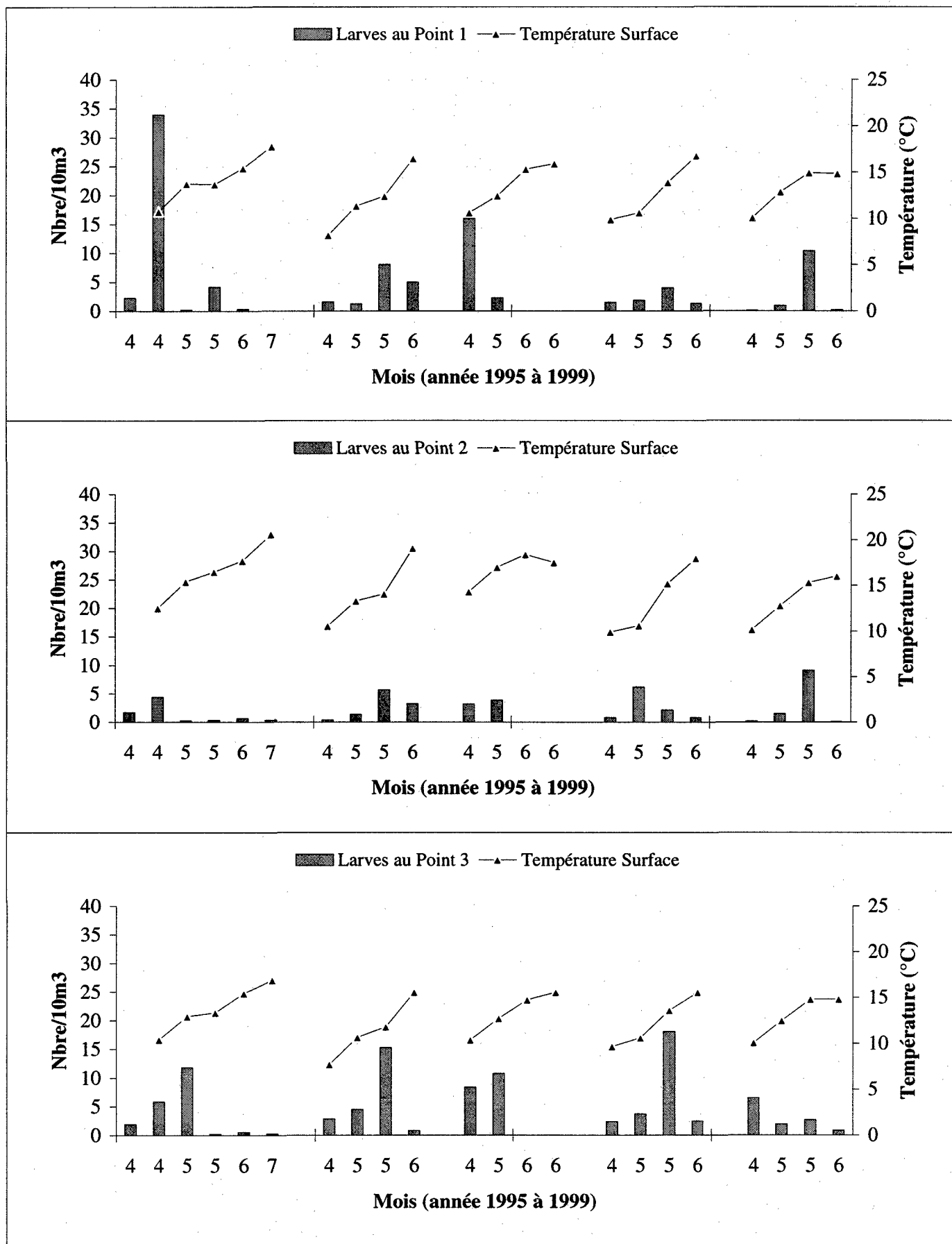


Fig. 3.8 - larves de sprat pour les points 1, 2 et 3.

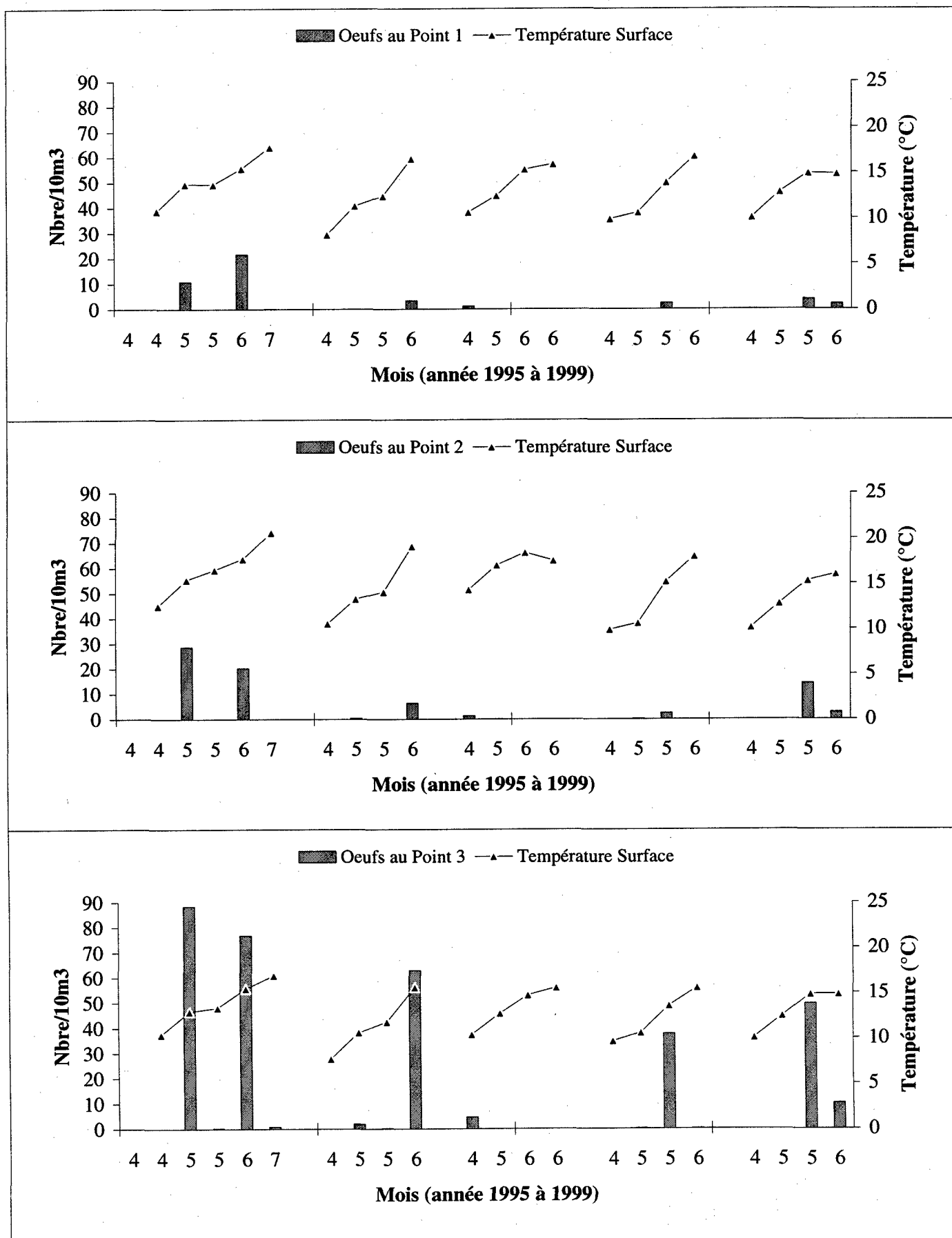


Fig. 3.9 - Oeufs de sardine pour les points 1, 2 et 3.

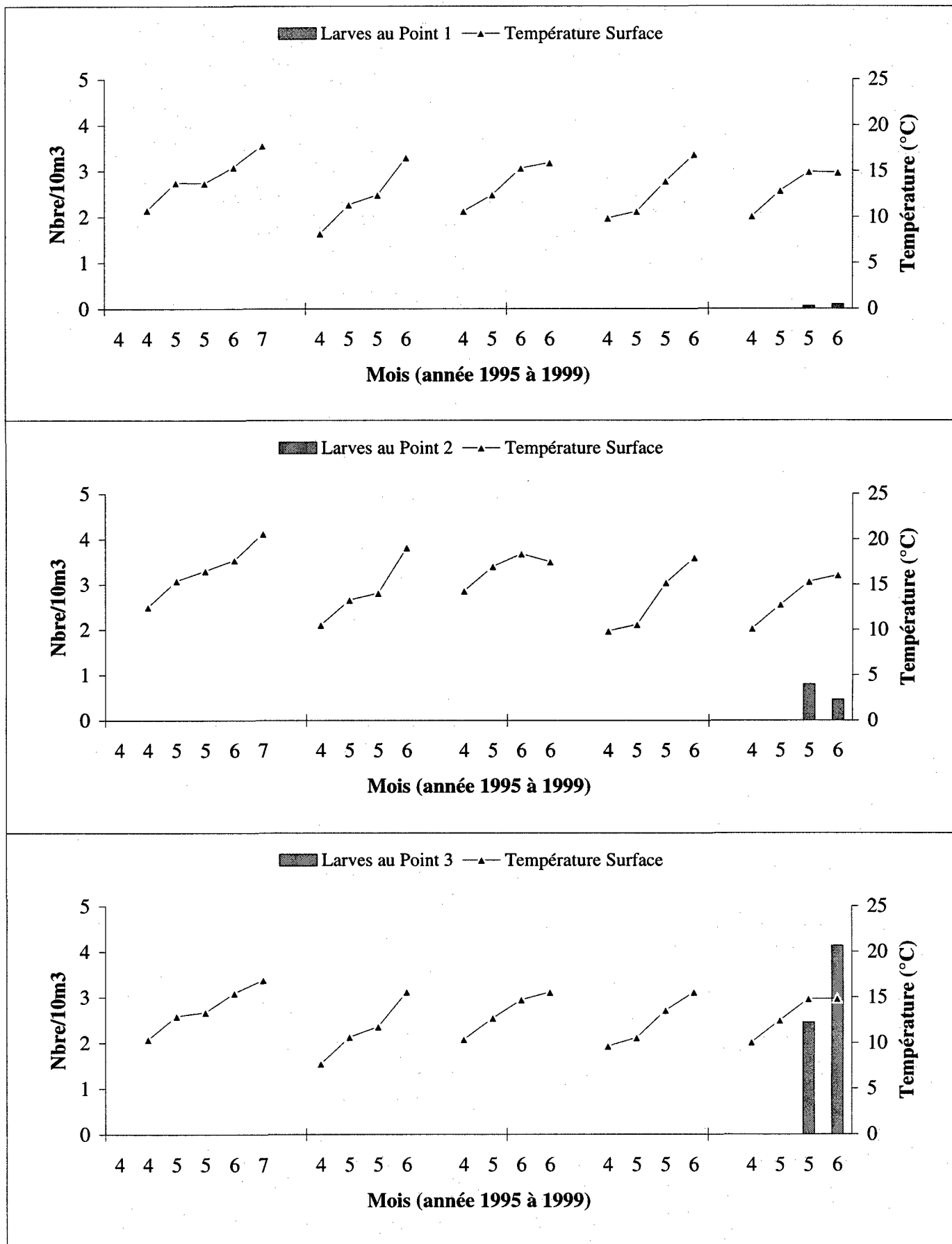


Fig. 3.10 - Larves de sardine pour les points 1, 2 et 3.

#### 3.2.2.4.2 Juvéniles

Les captures concernent uniquement le groupe 0, avec une densité moyenne de 0,73 ind./1000 m<sup>2</sup> dans la strate B (annexe 3.2).

#### 3.2.2.5. Le tacaud (*Trisopterus luscus*)

De même que pour le merlan, les individus pêchés appartiennent au groupe 0. Les captures, d'une abondance moyenne, se répartissent majoritairement dans les strates B, C.

#### 3.2.2.6. Divers poissons

Au cours des chalutages plus d'une trentaine d'autres espèces de poissons ont été capturées. Ces espèces ne feront l'objet d'aucun commentaire en raison, soit de leur absence d'intérêt commercial, soit de leur mauvais échantillonnage. Seuls leurs noms et leurs indices d'abondance sont présentés en annexe 3.2.

### 3.2.3. Les crustacés

#### 3.2.3.1. La crevette grise (*Crangon crangon*)

Cette espèce qui est commune en Manche sur les fonds sablo-vaseux côtiers présente une croissance rapide et un taux de renouvellement important. Les auteurs, en règle générale, s'accordent pour estimer que la crevette grise peut avoir plusieurs périodes de ponte dans l'année, de une à trois (TIEWS, 1967) (MEIXNER, 1968).

##### 3.2.3.1.1 Larves et postlarves

A partir de 1996 les larves et post larves de crevette grise n'ont plus été identifiées.

##### 3.2.3.1.2 Juvéniles et adultes

En 1999, la densité moyenne globale sur l'ensemble du secteur est de 127,9 ind./1000 m<sup>2</sup>. L'essentiel des captures a été réalisé, comme les années précédentes dans les strates 0 et 1 (fig.3.2, annexe 3.1 et 3.2).

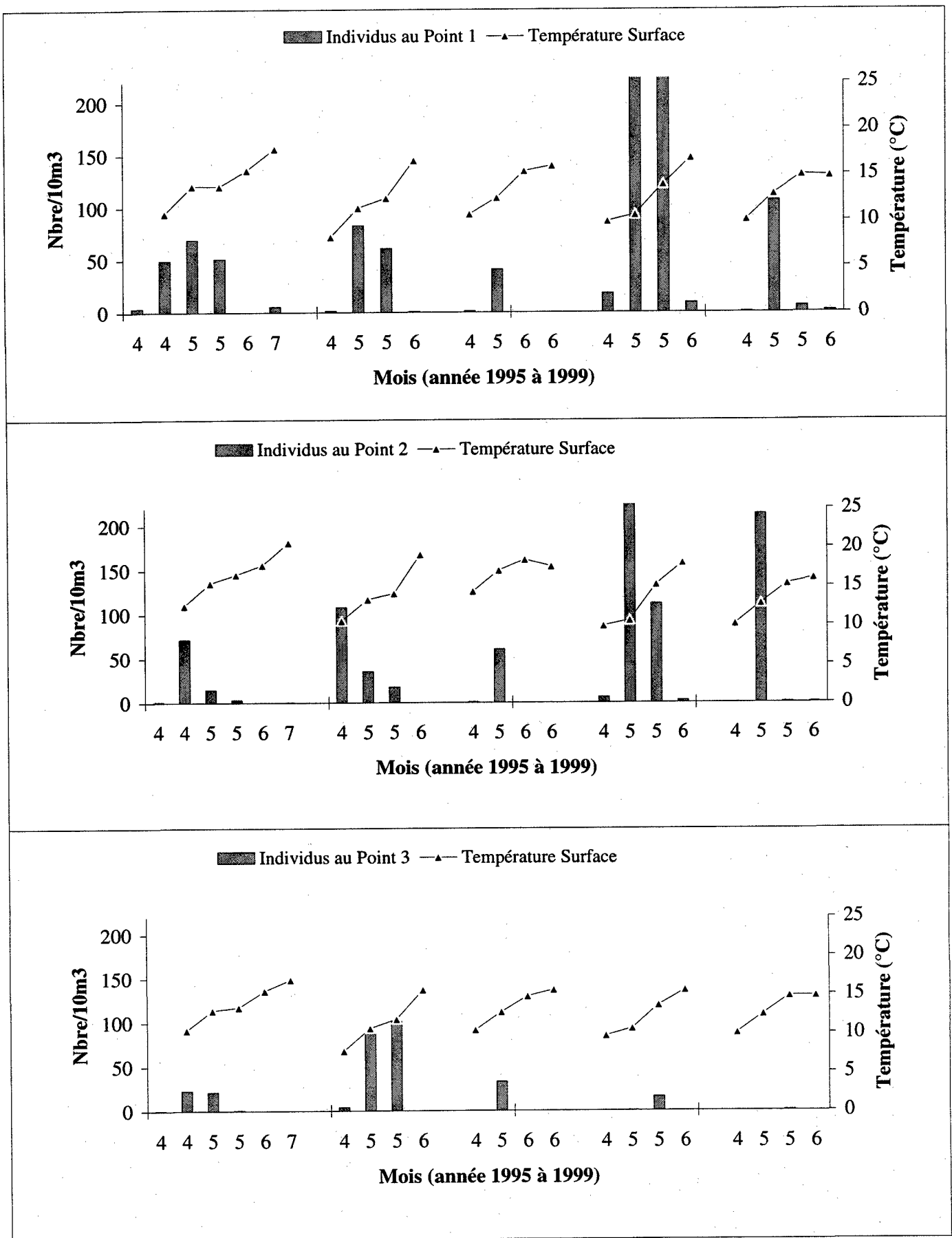


Fig. 3.11 - Groseille de mer pour les points 1, 2 et 3.

### 3.2.3.2. L'étrille (*Necora puber*,L)

L'étrille est un crabe très commun en Manche et en Atlantique, qui donne lieu par endroits à une pêche artisanale. Les zoés de *Necora puber* sont abondantes dans le plancton de printemps et d'été, les mégaloopes étant plus fréquentes en été (LEBOUR, 1928). A un an leur longueur est de 30 mm (WILHELM, 1995).

#### 3.2.3.2.1 Zoés et mégaloopes

A partir de 1996, les zoés et mégaloopes d'étrille ne sont plus identifiées.

#### 3.2.3.2.2 Juvéniles et adultes

En 1999, l'indice d'abondance le plus élevé est observé dans la strate B avec 0,73 ind./1000 m<sup>2</sup>, ce qui représente 91,55 % de l'abondance totale.

### 3.2.4. Autres planctontes

#### 3.2.4.1. Cténaires

Présentes dans la presque totalité de nos prélèvements les groseilles de mer ont une densité maximale de 214 individus /10m<sup>3</sup> le 5 mai 1999 au point 2 (Fig. 3.11). Depuis 1992, les densités maximales ont varié de 57 à 782 individus/10m<sup>3</sup>.

## 3.3. Conclusion

Au cours de cette étude de surveillance 2<sup>ème</sup> phase (10<sup>ème</sup> année de fonctionnement de la centrale), on retrouve une liste faunistique comparable à celle des années antérieures. En fait, le zooplancton du secteur de Penly est constitué des principales espèces holoplanctoniques et méroplanctoniques communes en Manche-est.

En ce qui concerne les espèces ichtyoplanctoniques, on note en 1999, une diminution du frai de la sole (2,46 oeufs/10m<sup>3</sup> en mai 1999 pour 8,79 oeufs/10m<sup>3</sup> en mai 1998), une légère augmentation du frai de la sardine (49,62 œufs/10m<sup>3</sup> en mai pour 37,69 oeufs/10m<sup>3</sup> en mai 1998), pour les œufs de sprat (de 21,24 à 28,27 oeufs/10m<sup>3</sup> au point du large en avril et mai) ils restent dans les variations pluriannuelles des années précédentes (de 11 à 108 oeufs/10m<sup>3</sup>).

En ce qui concerne les effectifs larvaires de ces poissons, les densités calculées s'insèrent dans l'intervalle des valeurs observées durant les études précédentes.

Cette année les groseilles de mer présentent une densité maximale nettement inférieure (213 individus/10m<sup>3</sup> au point 2 le 5 mai 1999) par rapport à 1998 (781,72 individus/10m<sup>3</sup> au



point 2 le 4 mai 1998). Depuis 1992, les densités maximales ont varié de 57 à 638 individus/10m<sup>3</sup>.

Tout en maintenant la même stratégie d'échantillonnage stratifiée, cette année a vu une certaine réallocation des points de prélèvements au profit de la strate C et dans la strate E, la durée des traits a été augmentée et leur nombre diminué.

Les conditions météorologiques défavorables en début de campagne ont permis cependant de réaliser le nouveau plan d'échantillonnage prévu.

Si en 1999, les indices d'abondance des juvéniles de plie et de limande sont respectivement moyens et faibles, pour la sole, il est constaté une bonne classe.

La répartition géographique des groupes d'âge est similaire à celles des années antérieures et se caractérise par la dominance de la plie groupe 0 à l'intérieur de la baie de Somme (strate E)

Nous constatons une densité globale de crevettes grises en légère augmentation par rapport à celle de 1997 (120,53 ind./1000 m<sup>2</sup>), mais l'indice est bas comparé à ceux observés depuis le début de l'étude. La répartition géographique est comparable aux années antérieures.

### 3.4. Bibliographie

ALDEBERT (Y.), 1975.- Comparaison des rendements du "Bongo".- Rapport F.A.O.- I.S.T.P.M.

ARBAULT (S.) et LACROIX (N.), 1975.- Essais comparatifs des pouvoirs de capture de 2 filets à plancton (GULF III encased et Bongo).- Cons. Int. Explor. Mer, Comité des poissons pélagiques (sud), J : 8.

BIGOT (J.L.), 1979.- Identification des zoés de tourteau (*Cancer pagurus* L.) et d'étrille (*Macropipus puber* L.) - Comparaison avec d'autres zoés de morphologie très voisine.- Cons. Int. Explor. Mer, Comité de l'océanographie biologique, L : 17.

GIBSON (R.N.), 1980.- The intertidal movements and distribution of young fish on a sandy beach with special reference to the plaice (*Pleuronectes platessa* L.) J. exp. mar Biol. Ecol. 12 : 79-102.

HARDEN JONES (F.R.), 1980.- The migration of plaice in relation to the environment. Iclarme conf. Procced, Manila (Philippines), 1980, 5:383-396.

HERAL (M.), WOEHLING (D.), HALGAND (D.) et LASSUS (P.), 1976.- Utilisation du filet à plancton du type "Bongo".- Cons. Int. Explor. Mer, Comité du Plancton, L : 19.

ISTPM, 1981.- Etude halieutique de Projet de Site Penly. Rapport sur deux cycles annuels, Pêche et Biologie des espèces.

ISTPM, 1981.- Etude complémentaire de la nourricerie de poissons plats. Rapport pour l'année 1981.

ISTPM, 1983.- Etude halieutique de Projet de Site Penly. Rapport sur deux cycles annuels, Pêche et Biologie des espèces.

ISTPM, 1983.- Etude complémentaire de la nourricerie de poissons plats. Rapport pour l'année 1982.

ISTPM, 1984.- Etude halieutique de Projet de Site Penly. Rapport sur deux cycles annuels, Pêche et Biologie des espèces.

ISTPM, 1984.- Etude complémentaire de la nurricerie de poissons plats. Rapport pour l'année 1983.

IFREMER, 1988.- Surveillance écologique et halieutique du site de Penly - Rapport interne RI DRV-88-032-RH/Nantes.

IFREMER, 1989.- Surveillance écologique et halieutique du site de Penly - Rapport interne RI DRV-89-43-RH/Nantes.

IFREMER, 1990.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1989. Rapport interne RI DRV-90-RH/Nantes.

IFREMER, 1991.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1990. Rapport interne RI DRV-91-05-RH/Nantes.

IFREMER, 1992.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1991. Rapport interne RI DRV-92-09-RH/Nantes.

IFREMER, 1993.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1992. Rapport interne RIDRV-93-15-RH/Nantes.

IFREMER, 1994.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1993. Rapport interne RI DRV-94-12-RH/Nantes.

IFREMER, 1995.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1994. Rapport interne RI DRV-95-14-RH/Nantes.

IFREMER, 1996.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1995. Rapport interne RI DRV-96-07-RH/Nantes.

IFREMER, 1997.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1996. Rapport interne RI DRV-97-09.

IFREMER, 1998.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1997. Rapport interne DRV/RH/RST/98/04.

IFREMER, 1999.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1998. Rapport interne DRV/RH/RST/99/06.

JOSSI (J.W.), MARAK (R.R.) et PETERSON (H.), 1975.- At-sea data collection and laboratory procedures.- Marmap survey I Manual, Marmap Programm Office, National Marine Fisheries Service édit., Washington.

KUIPERS (B.), 1973.- On the tidal migration of young plaice (*pleuronectes platessa*). Neth. J. of Sea Research, 6 (3):376-388.

LEBOUR (M.V.), 1928 - The larval stages of the Plymouth Brachyura. Proc. Zool. Soc. London : 473-560.

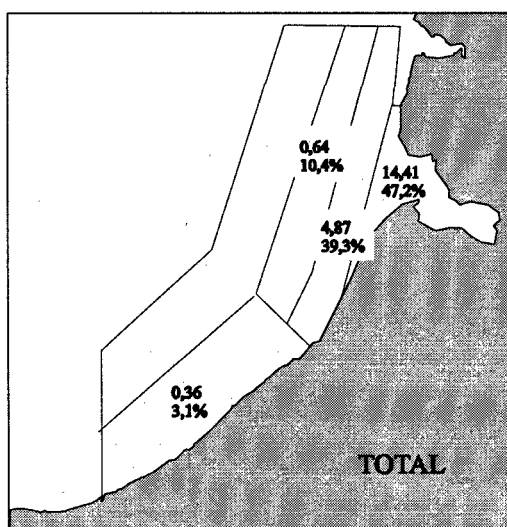
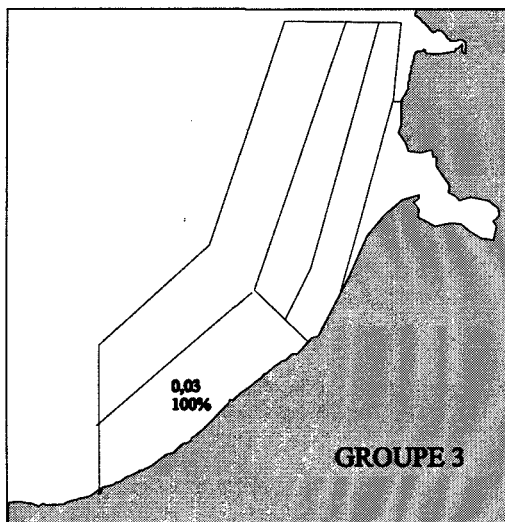
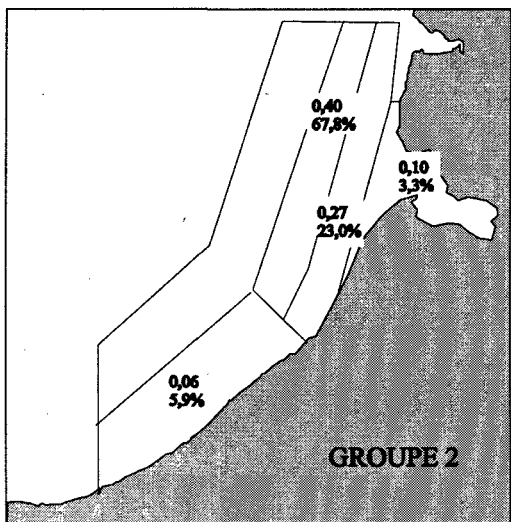
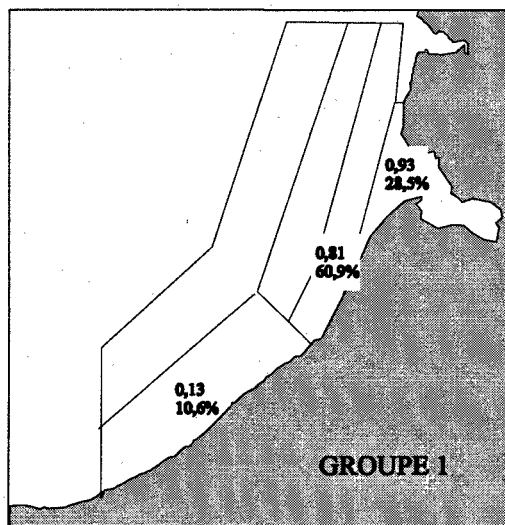
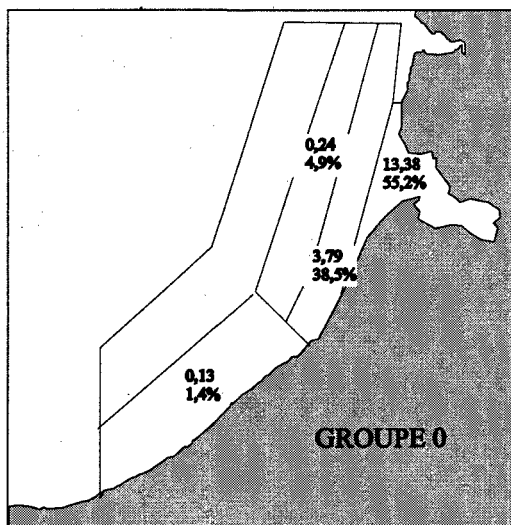
TIEWS, 1967.- Synopsis of biological data on the common shrimp (*Crangon crangon*) (Linnaeus, 1758) FAO Fish. synops. n°91.

WILHELM (G), 1995.- Contribution a l'étude de l'étrille (*Necora puber*) dans le Mor-Braz : données halieutiques, biologiques et pathologiques.

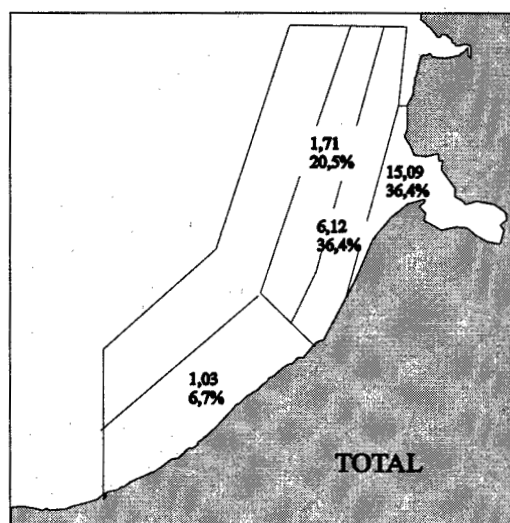
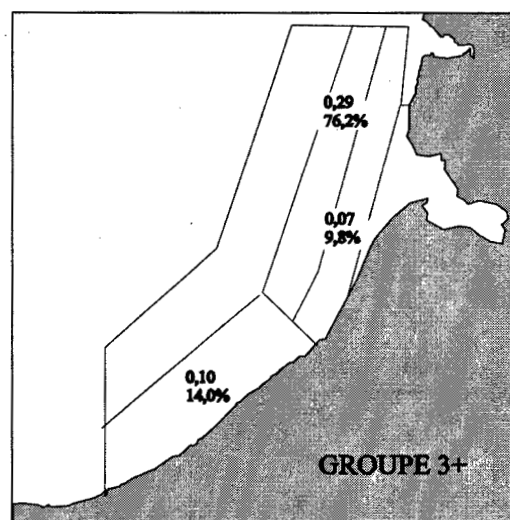
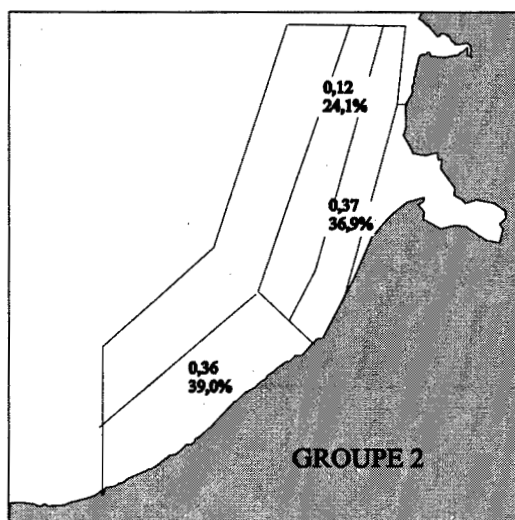
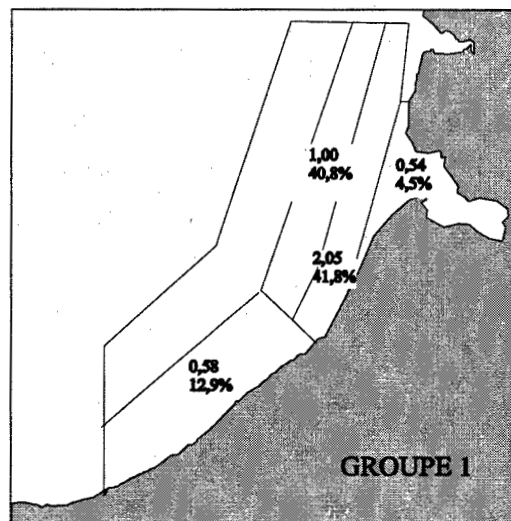
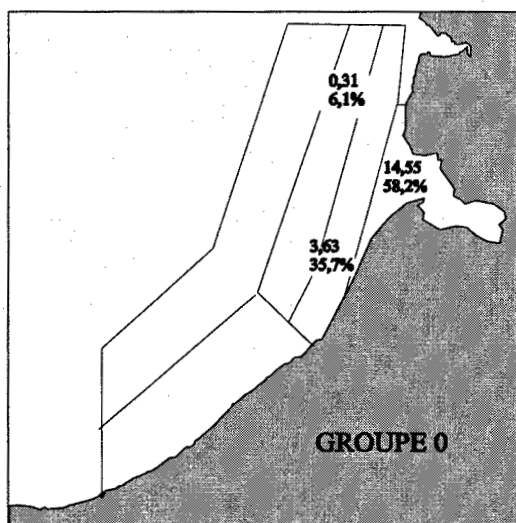
## ANNEXES

## ANNEXE 3.1

### Distributions spatiales des principales espèces et productions par zone



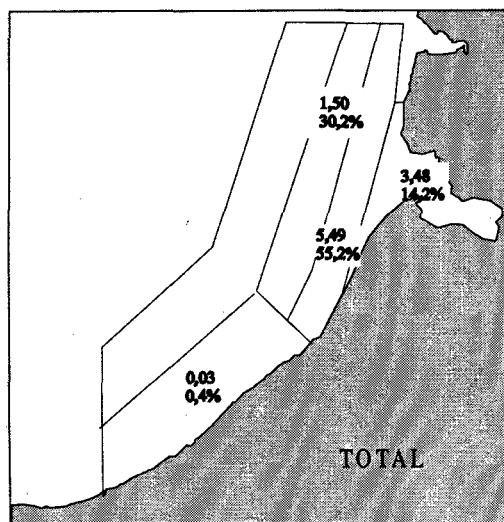
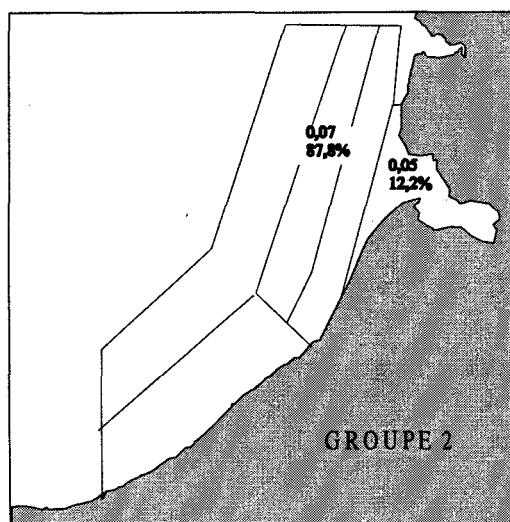
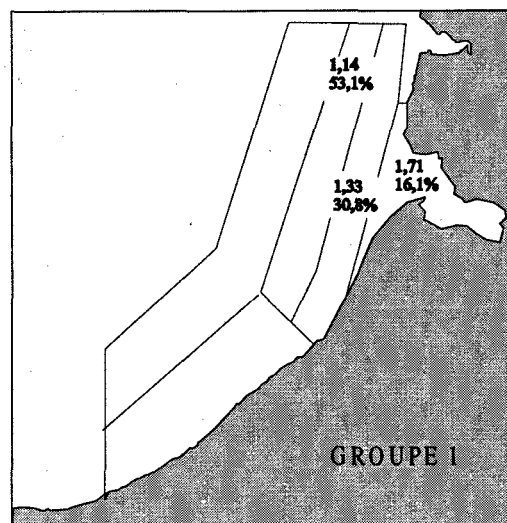
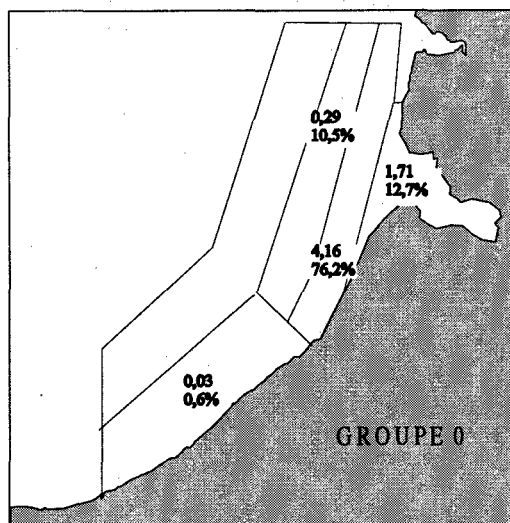
SOLE – septembre 1999  
 Densités moyennes par strates (nb/1000 m<sup>2</sup>) et pourcentages par rapport à l'abondance totale.



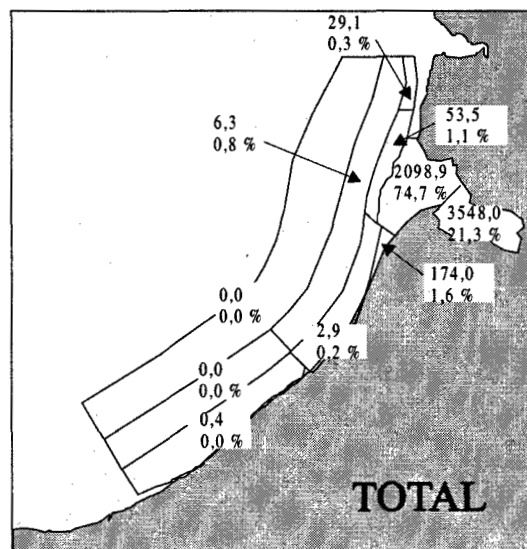
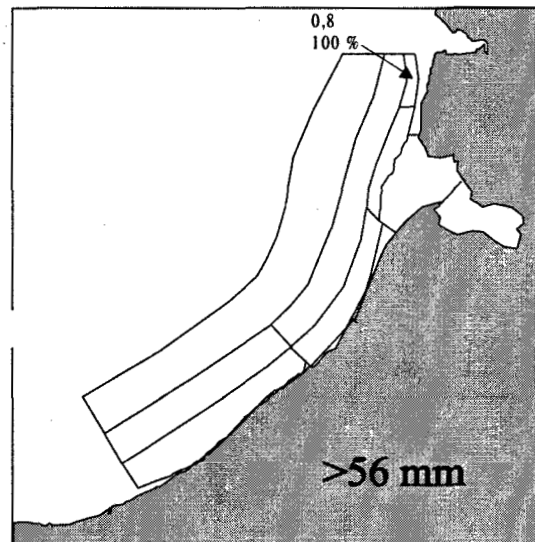
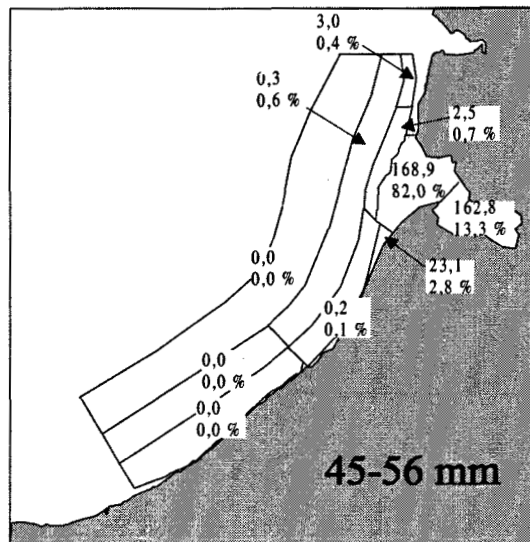
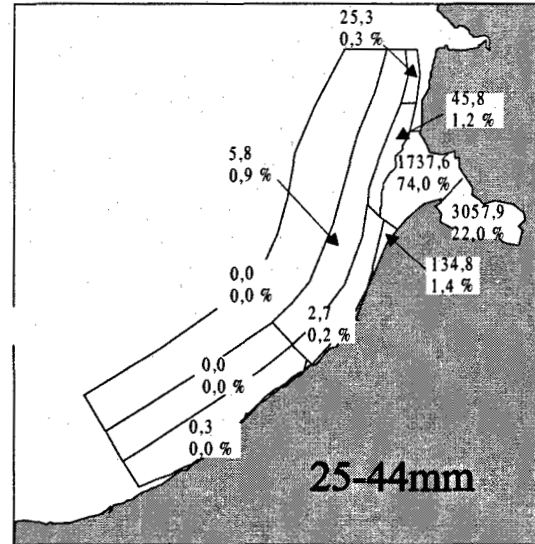
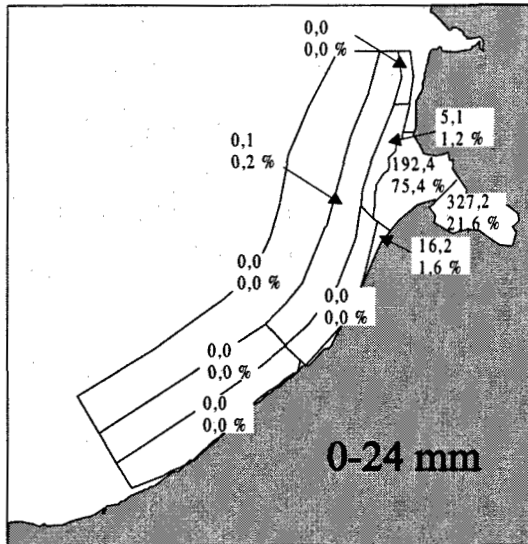
PLIE – septembre 1999

Densités moyennes par strates (nb/1000 m<sup>2</sup>) et pourcentages par rapport à l'abondance totale.





LIMANDE – septembre 1999  
Densités moyennes par strates (nb/1000 m<sup>2</sup>) et pourcentages par rapport à l'abondance totale.



**CREVETTE – septembre 1999**

Densités moyennes par strates (nb/1000 m<sup>2</sup>) et pourcentages par rapport à l'abondance totale.

## ANNEXE 3.2

Tableaux récapitulatifs des densités moyennes et de la production par zone pour les différentes espèces

Table des espèces observées à l'automne 1999.

Code Rubbin	Nom Scientifique	Nom Vernaculaire
AGONCAT	<i>Agonus cataphractus</i>	souris de mer
ALLOSPP	<i>Alloteuthis</i>	petit calmar
ARNOSPP	<i>Arnoglossus</i> spp	arnoglosse
ASTERUB	<i>Asterias rubens</i>	étoile de mer
ATHEPRE	<i>Atherina presbyter</i>	prêtre
BUGLLUT	<i>Buglossidium luteum</i>	petite sole jaune
CALLLYR	<i>Callionymus lyra</i>	dragonnet
CARMAE	<i>Carcinus maenas</i>	crabe vert
CILIMUS	<i>Ciliata mustela</i>	motelle
CLUPHAR	<i>Clupea harengus</i>	hareng
CRAGALL	<i>Crangon allmani</i>	Crevette
DICELAB	<i>Dicentrarchus labrax</i>	bar
DONAX	<i>Donax</i> spp	donace
ECHICOR	<i>Echinocardium cordatum</i>	oeuf de grisard
ECHIVIP	<i>Echiichthys vipera</i>	petite vive
ENGRENC	<i>Engraulis encrasicolus</i>	anchois
EUPABER	<i>Eupagurus bernhardus</i>	bernard-l'ermite
GOBIIDAX	Gobiidae	gobie
HIPPSPP	<i>Hippocampus</i> spp	Hippocampe
HYPELAN	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	lançon
LIMALIM	<i>Limanda limanda</i>	limande
LIOCHOL	<i>Liocarcinus holsatus</i>	"crabe nageur"
LIZASPP	<i>Liza</i> spp	mulet
LOLIGINX	Loliginidae	calmar
MACRLON	<i>Macropodia longirostris</i>	"Macropodia"
MACRPUB	<i>Macropipus puber</i>	étrille
MERLMNG	<i>Merlangius merlangus</i>	merlan
MULLSUR	<i>Mullus surmuletus</i>	rouget barbet
MYTIEDU	<i>Mytilus edulis</i>	moule
NASSSPP	<i>Nassarius</i> spp	nasse
OPHISPP	Ophiuridae	ophiure
PALASER	<i>Palaemon serratus</i>	bouquet
PLATFLE	<i>Platichthys flesus</i>	flet
PLEUPLA	<i>Pleuronectes platessa</i>	plie
PORTLAT	<i>Portunus latipes</i>	"crabe"
PSAMMIL	<i>Psammechinus miliaris</i>	oursin vert
PSETMAX	<i>Psetta maxima</i>	turbot
RAJACLA	<i>Raja clavata</i>	raie bouclée
RAJASPP	<i>Raja</i> spp	raies
SARDPIL	<i>Sardina pilchardus</i>	sardine
SCOPRHO	<i>Scophthalmus rhombus</i>	barbue
SEPIOFF	<i>Sepia officinalis</i>	seiche
SEPIOSP	<i>Sepiola</i> spp	sépiole
SOLELAS	<i>Solea lascaris</i>	sole pole
SOLEVUL	<i>Solea vulgaris</i>	sole commune
SPISOVA	<i>Spisula ovalis</i>	spisule ovale
SPONCAN	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	dorade grise
SPRASPR	<i>Sprattus sprattus</i>	sprat
SYNGSPP	<i>Syngnathus</i> spp	aiguille de mer
TRACTRU	<i>Trachurus trachurus</i>	chinchard
TRIGLUC	<i>Trigla lucerna</i>	grondin perlon
TRISLUS	<i>Trisopterus luscus</i>	tacaud
TRISMIN	<i>Trisopterus minutus</i>	petit tacaud

Densités par strates et sur la totalité du secteur, en nombre d'individus par 1000 m<sup>2</sup>.

Code Rubbin	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E	Totalité
AGONCAT		1.23	0.17	1.13	0.26
ALLOSPP	4.07	2.80	0.17	1.67	1.07
ARNOSPP	0.29	0.04	0.14		0.08
ASTERUB	0.19	13.13	21.39		7.30
ATHEPRE		0.04		0.15	0.01
BUGLLUT	1.23	22.74	3.87	3.87	4.33
CALLLYR	23.43	92.32	49.83	12.36	28.89
CARMAE	0.03	0.84	0.86	67.30	3.88
CILIMUS				0.05	0.00
CLUPHAR	0.06	0.37	0.21	8.13	0.54
CRAGALL	0.03				0.00
DICELAB		0.20		25.15	1.35
DONAX		0.16		0.05	0.02
ECHICOR		0.15			0.02
ECHIVIP	0.48	3.77	2.66	1.71	1.34
ENGRENC				0.10	0.01
EUPABER		7.86	6.11	0.64	2.64
GOBIIDAX	1.52	53.84	10.41	81.06	14.17
HIPPSPP		0.02	0.02		0.01
HYPELAN	0.06	0.11			0.02
LIMALIM	0.03	5.49	1.50	3.48	1.29
LIOCHOL		1.83	1.07	6.32	0.85
LIZASPP				0.05	0.00
LOLIGINX		0.02			0.00
MACRLON	0.10	0.02	0.48		0.14
MACRPUB		0.73	0.02	0.05	0.10
MERLMNG	0.06	0.73	0.24	0.15	0.17
MULLSUR			0.02		0.01
MYTIEDU	1507.53				212.74
NASSSPP	1.00	22.78	30.09	0.05	10.93
OPHISPP	0.71	0.35	28.64		7.60
PALASER	0.03			0.64	0.04
PLATFLE		0.04		0.15	0.01
PLEUPLA	1.03	6.12	1.71	15.09	2.18
PORTLAT				0.34	0.02
PSAMMIL		0.13	1.69		0.46
PSETMAX		0.05		0.10	0.01
RAJACLA	0.19	1.36	0.29	0.05	0.28
RAJASPP	0.19	0.29	0.07	0.34	0.10
SARDPIL				0.44	0.02
SCOPRHO		0.04		0.54	0.03
SEPIOFF	0.39	1.78	2.99	0.20	1.07
SEPIOSP		0.29		0.10	0.04
SOLELAS	0.16	0.04	0.05	1.47	0.12
SOLEVUL	0.36	4.87	0.64	14.41	1.61
SPISOVA	0.13	0.33	0.78		0.27
SPONCAN			0.10		0.02
SPRASPR		0.07	0.33	0.78	0.14
SYNGSPP		0.05		0.34	0.03
TRACTRU		0.02			0.00
TRIGLUC		0.11	0.05	0.24	0.04
TRISLUS	1.07	28.11	19.47	3.67	9.05
TRISMIN	0.03	0.46	0.10	0.05	0.09

## Pourcentage de l'abondance des espèces par strate.

Code Rubbin	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E
AGONCAT		60.81	16.55	22.65
ALLOSPP	53.75	34.00	4.05	8.20
ARNOSPP	49.50	5.73	44.77	
ASTERUB	0.37	23.33	76.29	
ATHEPRE		38.06		61.94
BUGLLUT	4.00	68.04	23.27	4.70
CALLLYR	11.44	41.43	44.88	2.25
CARCMAE	0.12	2.82	5.75	91.32
CILIMUS				100.00
CLUPHAR	1.69	8.80	10.31	79.21
CRAGALL	100.00			
DICELAB		1.94		98.06
DONAX		89.24		10.76
ECHICOR		100.00		
ECHIVIP	5.10	36.49	51.68	6.73
ENGRENC				100.00
EUPABER		38.56	60.17	1.27
GOBIIDAX	1.51	49.28	19.12	30.09
HIPPSPP		27.74	72.26	
HYPELAN	39.02	60.98		
LIMALIM	0.35	55.21	30.24	14.20
LIOCHOL		28.00	32.82	39.19
LIZASPP				100.00
LOLIGINX		100.00		
MACRLON	9.79	1.70	88.51	
MACRPUB		91.55	5.96	2.48
MERLMNG	5.25	54.69	35.61	4.45
MULLSUR			100.00	
MYTIEDU	100.00			
NASSSPP	1.29	27.03	71.65	0.02
OPHISPP	1.32	0.59	98.09	
PALASER	11.98			88.02
PLATFLE		38.06		61.94
PLEUPLA	6.70	36.42	20.45	36.44
PORTLAT				100.00
PSAMMIL		3.65	96.35	
PSETMAX		58.03		41.97
RAJACLA	9.77	62.79	26.52	0.92
RAJASPP	26.83	37.27	18.20	17.69
SARDPIL				100.00
SCOPRHO		14.35		85.65
SEPIOFF	5.09	21.43	72.52	0.96
SEPISPP		88.06		11.94
SOLELAS	19.45	4.05	10.55	65.95
SOLEVUL	3.12	39.30	10.40	47.18
SPISOVA	6.88	16.12	77.00	
SPONCAN			100.00	
SPRASPR		6.92	63.06	30.02
SYNGSPP		28.32		71.68
TRACTRU		100.00		
TRIGLUC		36.07	31.32	32.61
TRISLUS	1.66	40.25	55.95	2.13
TRISMIN	5.00	65.06	27.12	2.82

Densités par groupes, strates et sur la totalité du secteur, en nombre d'individus par 1000 m<sup>2</sup>.

Code Rubbin	Groupe	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E	Totalité
CLUPHAR	1	0.06	0.37	0.21	7.99	0.53
CLUPHAR	2+				0.15	0.01
DICELAB	0		0.02		25.10	1.32
DICELAB	1				0.05	0.00
DICELAB	2		0.18			0.02
ENGRENC	0				0.10	0.01
LIMALIM	0	0.03	4.16	0.29	1.71	0.71
LIMALIM	1		1.33	1.14	1.71	0.56
LIMALIM	2			0.07	0.05	0.02
MERLMNG	0	0.06	0.73	0.24	0.15	0.17
MULLSUR	0			0.02		0.01
PLATFLE	0				0.05	0.00
PLATFLE	1				0.05	0.00
PLATFLE	2		0.02		0.05	0.00
PLATFLE	3		0.02			0.00
PLEUPLA	0		3.63	0.31	14.55	1.32
PLEUPLA	1	0.58	2.05	1.00	0.54	0.64
PLEUPLA	2	0.36	0.37	0.12		0.13
PLEUPLA	3+	0.10	0.07	0.29		0.10
PSETMAX	0				0.05	0.00
PSETMAX	2		0.05		0.05	0.01
SARDPIL	0				0.44	0.02
SCOPRHO	0				0.24	0.01
SCOPRHO	1				0.29	0.02
SCOPRHO	2		0.04			0.00
SOLEVUL	0	0.13	3.79	0.24	13.38	1.27
SOLEVUL	1	0.13	0.81		0.93	0.17
SOLEVUL	2	0.06	0.27	0.40	0.10	0.16
SOLEVUL	3	0.03				0.00
SPONCAN	0			0.10		0.02
SPRASPR	0			0.33	0.69	0.12
SPRASPR	1		0.07		0.10	0.01
TRIGLUC	0				0.05	0.00
TRIGLUC	1		0.11	0.05	0.20	0.04
TRISLUS	0	1.07	28.11	19.47	3.67	9.05

## Pourcentage de l'abondance des espèces par groupe et par strate.

Code Rubbin	Groupe	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E
CLUPHAR	1	1.71	8.92	10.46	78.91
CLUPHAR	2+				100.00
DICELAB	0		0.18		99.82
DICELAB	1				100.00
DICELAB	2		100.00		
ENGRENC	0				100.00
LIMALIM	0	0.64	76.15	10.48	12.73
LIMALIM	1		30.76	53.11	16.13
LIMALIM	2			87.81	12.19
MERLMNG	0	5.25	54.69	35.61	4.45
MULLSUR	0			100.00	
PLATFLE	0				100.00
PLATFLE	1				100.00
PLATFLE	2		47.96		52.04
PLATFLE	3		100.00		
PLEUPLA	0		35.73	6.11	58.16
PLEUPLA	1	12.90	41.81	40.84	4.46
PLEUPLA	2	39.00	36.94	24.05	
PLEUPLA	3+	14.04	9.75	76.21	
PSETMAX	0				100.00
PSETMAX	2		73.44		26.56
SARDPIL	0				100.00
SCOPRHO	0				100.00
SCOPRHO	1				100.00
SCOPRHO	2		100.00		
SOLEVUL	0	1.43	38.52	4.85	55.20
SOLEVUL	1	10.62	60.86		28.52
SOLEVUL	2	5.88	22.97	67.82	3.32
SOLEVUL	3	100.00			
SPONCAN	0			100.00	
SPRASPR	0			70.59	29.41
SPRASPR	1		64.83		35.17
TRIGLUC	0				100.00
TRIGLUC	1		38.59	33.50	27.91
TRISLUS	0	1.66	40.25	55.95	2.13



## CREVETTE GRISE

Densités par strates et sur la totalité du secteur, en nombre d'individus par 1000 m<sup>2</sup>.

Taille	Strate 0	Strate 1	Strate 2	Strate 3	Strate 4	Strate 5	Strate 6	Strate 7	Strate 8	Strate 9	Totalité
0-24 mm	327.2	192.4	16.2	5.1	0.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	11.6
25-44 mm	3057.9	1737.6	134.8	45.8	2.7	5.8	0.3	0.0	0.0	25.3	106.9
45-56 mm	162.8	168.9	23.1	2.5	0.2	0.3	0.0	0.0	0.0	3.0	9.4
>56 mm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8	0.0
<b>TOTAL</b>	<b>3548.0</b>	<b>2098.9</b>	<b>174.0</b>	<b>53.5</b>	<b>2.9</b>	<b>6.3</b>	<b>0.4</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>29.1</b>	<b>127.9</b>

Pourcentage de l'abondance par strate et sur l'ensemble du secteur.

Taille	Strate 0	Strate 1	Strate 2	Strate 3	Strate 4	Strate 5	Strate 6	Strate 7	Strate 8	Strate 9
0-24 mm	21.6	75.4	1.6	1.2	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0
25-44 mm	22.0	74.0	1.4	1.2	0.2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.3
45-56 mm	13.3	82.0	2.8	0.7	0.1	0.6	0.0	0.0	0.0	0.4
>56 mm	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0
<b>TOTALITE</b>	<b>21.3</b>	<b>74.7</b>	<b>1.6</b>	<b>1.1</b>	<b>0.2</b>	<b>0.8</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.0</b>	<b>0.3</b>

## ANNEXE 3.5

Tableaux récapitulatifs des densités en nombre par 10 m<sup>3</sup> des principaux taxons

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFs			LARVES
					STADE 1	STADE 2	TOTAL	
1995	84	6	4	1	0.33	0.13	0.46	0.21
	84	6	4	2	1.2	0.77	1.97	0.16
	84	6	4	3	3.39	1.7	5.09	0.53
	85	29	4	1	4.07	3.71	7.78	8.88
	85	29	4	2	2.64	3.56	6.2	2.98
	85	29	4	3	0.68	1.66	2.34	6.53
	86	9	5	1	3.45	2.58	6.03	0.45
	86	9	5	2	2.52	5.42	7.95	2.87
	86	9	5	3	1.77	4.64	6.42	5.82
	87	30	5	1	0	0.71	0.71	0.34
	87	30	5	2	0	0.67	0.67	0.91
	87	30	5	3	0.09	0.61	0.7	0.15
	88	20	6	1	0	0	0	0.11
	88	20	6	2	0.18	0	0.18	0.56
	88	20	6	3	0	0.44	0.44	0.15
89	5	7	1	0	0	0	0	
89	5	7	2	0	0.04	0.04	0.09	
89	5	7	3	0	0.04	0.04	0.28	
1996	90	16	4	1	16.22	4.43	20.66	0
	90	16	4	2	10.62	1.56	12.18	0
	90	16	4	3	24.26	3.17	27.42	0
	91	22	5	1	1.85	0.26	2.11	0.33
	91	22	5	2	1.07	0	1.07	1.25
	91	22	5	3	1.04	0	1.04	5.08
	92	31	5	1	0.14	0.07	0.21	0.76
	92	31	5	2	0.21	0.12	0.33	0.29
	92	31	5	3	0.52	0.14	0.65	1.43
	93	21	6	1	0	0.24	0.24	0.06
93	21	6	2	0	0	0	0.1	
93	21	6	3	1.24	0	1.24	0.15	
1997	94	15	4	1	5.79	12.84	18.63	0.42
	94	15	4	2	5.81	9.72	15.53	0.23
	94	15	4	3	4.74	7.19	11.93	3.93
	95	15	5	1	1.00	0.40	1.39	1.19
	95	15	5	2	2.05	1.10	3.15	2.84
	95	15	5	3	0.68	0.04	0.72	0.65
1998	98	20	4	1	0.19	0.47	0.67	0
	98	20	4	2	0.69	1.17	1.85	0
	98	20	4	3	1.17	0.71	1.89	0.21
	99	4	5	1	0.74	4.7	5.44	0
	99	4	5	2	1.76	4.57	6.33	0.22
	99	4	5	3	3.04	4.64	7.68	0.34
	100	18	5	1	0.24	1.31	1.55	0.5
	100	18	5	2	0.42	2.59	3.01	0
	100	18	5	3	3.89	4.9	8.79	3.78
	101	19	6	1	0	0	0	0
101	19	6	2	0	0	0	0	
101	19	6	3	0.26	0	0.26	0.06	
1999	102	14	4	1	2.94	0.39	3.33	0.04
	102	14	4	2	1.77	0.55	2.32	0
	102	14	4	3	2.26	1.04	3.3	0.06
	103	5	5	1	0.87	0.49	1.36	0.12
	103	5	5	2	0.52	0.29	0.8	0.04
	103	5	5	3	1.74	0.72	2.46	0.05
	104	26	5	1	0.06	0.06	0.12	0.06
	104	26	5	2	0.74	0.27	1	0
	104	26	5	3	0.2	0.61	0.82	0.2
	105	8	6	1	0	0	0	0.05
	105	8	6	2	0.08	0.55	0.63	0.25
105	8	6	3	0.22	0.18	0.4	0.51	

Densités (nombre par 10 m3) des oeufs et larves de soles.

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFS TOTAL	LARVES
1995	84	6	4	1	0.07	0
	84	6	4	2	0	0
	84	6	4	3	0	0
	85	29	4	1	0	0
	85	29	4	2	0	1.14
	85	29	4	3	0	0.78
	86	9	5	1	1.79	0
	86	9	5	2	0	1.99
	86	9	5	3	0	0.69
	87	30	5	1	0	0
	87	30	5	2	0	0.15
	87	30	5	3	0	0
	88	20	6	1	0	0
	88	20	6	2	0	0
	88	20	6	3	0	0
89	5	7	1	0	0	
89	5	7	2	0	0	
89	5	7	3	0	0	
1996	90	16	4	1	0.34	0
	90	16	4	2	0.2	0.02
	90	16	4	3	1.59	0
	91	22	5	1	0.33	0
	91	22	5	2	0	0.09
	91	22	5	3	0	0
	92	31	5	1	0	0
	92	31	5	2	0	0.06
	92	31	5	3	0	0.08
93	21	6	1	0	0	
93	21	6	2	0	0	
93	21	6	3	0	0	
1997	94	15	4	1	0	0
	94	15	4	2	0	0
	94	15	4	3	0	0
	95	15	5	1	0	0.11
	95	15	5	2	0	0
	95	15	5	3	0	0.04
1998	98	20	4	1	0	0
	98	20	4	2	0	0
	98	20	4	3	0	0
	99	4	5	1	0	0
	99	4	5	2	0	0
	99	4	5	3	0	0
	100	18	5	1	0	0
	100	18	5	2	0	0
	100	18	5	3	0	0
101	19	6	1	0	0	
101	19	6	2	0	0	
101	19	6	3	0	0	
1999	102	14	4	1	0	0
	102	14	4	2	0	0
	102	14	4	3	2.53	0
	103	5	5	1	0	0
	103	5	5	2	0	0
	103	5	5	3	0	0
	104	26	5	1	0	0
	104	26	5	2	0	0
	104	26	5	3	0	0
	105	8	6	1	0	0
105	8	6	2	0	0	
105	8	6	3	0	0	

Densités ( nombre par 10 m3) des oeufs et larves de limandes.

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFS			LARVES
					STADE 1	STADE 2	TOTAL	
1995	84	6	4	1	0.47	0.07	0.54	2.29
	84	6	4	2	1.15	0.93	2.08	1.7
	84	6	4	3	1.71	1.29	3	1.9
	85	29	4	1	0.11	0.37	0.49	33.99
	85	29	4	2	0.9	0.41	1.31	4.42
	85	29	4	3	3.7	3.7	7.4	5.84
	86	9	5	1	0.23	0.64	0.87	0.23
	86	9	5	2	0.83	1.93	2.76	0.27
	86	9	5	3	0	5.91	5.91	11.83
	87	30	5	1	0	0	0	4.19
	87	30	5	2	0	0	0	0.37
	87	30	5	3	0	0.42	0.42	0.23
	88	20	6	1	0	0.12	0.12	0.34
	88	20	6	2	0	0	0	0.65
	88	20	6	3	0	0	0	0.56
	89	5	7	1	1.07	0	1.07	0
	89	5	7	2	0.22	0.16	0.38	0.38
	89	5	7	3	0	0	0	0.28
1996	90	16	4	1	0.2	0.63	0.84	1.6
	90	16	4	2	0.34	0.05	0.39	0.39
	90	16	4	3	3.27	2.48	5.75	2.86
	91	22	5	1	0.2	0.39	0.59	1.25
	91	22	5	2	0.38	0.53	0.91	1.36
	91	22	5	3	7.3	4.64	11.95	4.49
	92	31	5	1	0.25	0.08	0.34	8.04
	92	31	5	2	0	0	0	5.66
	92	31	5	3	0.18	0.05	0.22	15.3
	93	21	6	1	0.6	1.03	1.63	4.98
	93	21	6	2	1.71	0.92	2.63	3.25
	93	21	6	3	9.67	4.1	13.76	0.8
1997	94	15	4	1	2.94	7.01	9.94	16
	94	15	4	2	2.59	9.20	11.78	3.2
	94	15	4	3	16.25	44.81	61.06	8.4
	95	15	5	1	0	0	0	2.28
	95	15	5	2	0	0	0	3.85
	95	15	5	3	0	0	0	10.75
1998	98	20	4	1	0.35	0.35	0.7	1.49
	98	20	4	2	0.37	0.63	1	0.82
	98	20	4	3	1.37	0.67	2.05	2.36
	99	4	5	1	0.2	0.47	0.67	1.86
	99	4	5	2	0.96	1.03	1.98	6.19
	99	4	5	3	5.27	2.8	8.08	3.69
	100	18	5	1	0.12	0.12	0.24	4.03
	100	18	5	2	0.75	0.59	1.35	2.13
	100	18	5	3	7.5	7.02	14.52	18.08
	101	19	6	1	0	0	0	1.33
	101	19	6	2	0	0.07	0.07	0.83
	101	19	6	3	0	0	0	2.46
1999	102	14	4	1	0.48	0.15	0.63	0.1
	102	14	4	2	1.32	0.59	1.91	0.19
	102	14	4	3	9.95	18.31	28.27	6.49
	103	5	5	1	0	0.39	0.39	0.91
	103	5	5	2	0.17	0.17	0.35	1.48
	103	5	5	3	2.3	3.13	5.43	1.9
	104	26	5	1	0.94	0.9	1.84	10.41
	104	26	5	2	2.39	4.2	6.59	9.11
	104	26	5	3	10.01	11.23	21.24	2.65
	105	8	6	1	0.16	0.16	0.32	0.2
	105	8	6	2	0.04	0	0.04	0.09
	105	8	6	3	0.09	0.09	0.18	0.8

Densités ( nombre par 10 m3) des oeufs et larves de sprats.

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFS			LARVES
					STADE 1	STADE 2	TOTAL	
1995	84	6	4	1	0	0	0	0
	84	6	4	2	0	0	0	0
	84	6	4	3	0	0	0	0
	85	29	4	1	0	0	0	0
	85	29	4	2	0	0	0	0
	85	29	4	3	0	0	0	0
	86	9	5	1	0	10.93	10.93	0
	86	9	5	2	0.27	28.45	28.72	0
	86	9	5	3	0.78	87.59	88.38	0
	87	30	5	1	0	0	0	0
	87	30	5	2	0	0	0	0
	87	30	5	3	0.05	0.2	0.25	0
	88	20	6	1	0.55	21.08	21.63	0
	88	20	6	2	0.83	19.47	20.3	0
	88	20	6	3	45.12	31.77	76.89	0
89	5	7	1	0.14	0.06	0.2	0	
89	5	7	2	0	0.04	0.04	0	
89	5	7	3	0.15	0.74	0.89	0	
1996	90	16	4	1	0	0	0	0
	90	16	4	2	0	0	0	0
	90	16	4	3	0	0	0	0
	91	22	5	1	0	0.13	0.13	0
	91	22	5	2	0.24	0.19	0.43	0
	91	22	5	3	0.82	1.23	2.05	0
	92	31	5	1	0	0	0	0
	92	31	5	2	0	0	0	0
	92	31	5	3	0.17	0.09	0.26	0
	93	21	6	1	0.12	3.22	3.34	0
93	21	6	2	3.76	2.63	6.4	0	
93	21	6	3	50.54	12.34	62.88	0	
1997	94	15	4	1	0	1.17	1.17	0
	94	15	4	2	0.15	1.21	1.35	0
	94	15	4	3	0.30	4.40	4.69	0
	95	15	5	1	0	0	0	0
	95	15	5	2	0	0.08	0.08	0
	95	15	5	3	0	0	0	0
1998	98	20	4	1	0	0	0	0
	98	20	4	2	0	0	0	0
	98	20	4	3	0	0	0	0
	99	4	5	1	0	0	0	0
	99	4	5	2	0.07	0.07	0.15	0
	99	4	5	3	0	0.14	0.14	0
	100	18	5	1	0.05	2.3	2.35	0
	100	18	5	2	0.82	1.65	2.47	0
	100	18	5	3	16.54	21.14	37.69	0
	101	19	6	1	0	0	0	0
101	19	6	2	0	0	0	0	
101	19	6	3	0	0.21	0.21	0	
1999	102	14	4	1	0	0.05	0.05	0
	102	14	4	2	0	0	0	0
	102	14	4	3	0	0	0	0
	103	5	5	1	0	0	0	0
	103	5	5	2	0	0	0	0
	103	5	5	3	0	0	0	0
	104	26	5	1	0	3.87	3.87	0.06
	104	26	5	2	0.72	13.62	14.34	0.8
	104	26	5	3	17.14	32.48	49.62	2.45
	105	8	6	1	0.21	1.88	2.09	0.1
105	8	6	2	0.09	2.7	2.79	0.46	
105	8	6	3	0	10.26	10.26	4.13	

Densités (nombre par 10 m3) des oeufs et larves de sardines.

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	NOMBRE INDIVIDUS
1995	84	6	4	1	3.83
	84	6	4	2	0.77
	84	6	4	3	0.48
	85	29	4	1	49.42
	85	29	4	2	71.69
	85	29	4	3	22.89
	86	9	5	1	69.47
	86	9	5	2	14.68
	86	9	5	3	21.31
	87	30	5	1	51.07
	87	30	5	2	3.22
	87	30	5	3	0.85
	88	20	6	1	0.06
	88	20	6	2	0.05
	88	20	6	3	0
89	5	7	1	5.49	
89	5	7	2	0.21	
89	5	7	3	0	
1996	90	16	4	1	1.56
	90	16	4	2	108.31
	90	16	4	3	3.97
	91	22	5	1	83.11
	91	22	5	2	35.5
	91	22	5	3	89
	92	31	5	1	61.07
	92	31	5	2	17.76
	92	31	5	3	101.47
	93	21	6	1	0.65
93	21	6	2	0	
93	21	6	3	0	
1997	94	15	4	1	1.07
	94	15	4	2	0.75
	94	15	4	3	0.29
	95	15	5	1	40.87
	95	15	5	2	60.64
	95	15	5	3	33.02
1998	98	20	4	1	17.97
	98	20	4	2	6.19
	98	20	4	3	0
	99	4	5	1	508.29
	99	4	5	2	781.72
	99	4	5	3	0.14
	100	18	5	1	271.57
	100	18	5	2	112.33
	100	18	5	3	15.82
	101	19	6	1	9.04
101	19	6	2	2.52	
101	19	6	3	0.12	
1999	102	14	4	1	0.57
	102	14	4	2	0.15
	102	14	4	3	0
	103	5	5	1	106.73
	103	5	5	2	213.72
	103	5	5	3	0.23
	104	26	5	1	5.83
	104	26	5	2	1.03
	104	26	5	3	0.76
	105	8	6	1	1.8
105	8	6	2	0.5	
105	8	6	3	0	

Densités (nombre par 10 m3) de groseilles de mer.

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	TEMPERATURE		SALINITE		SONDE (m)
					SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	
1995	84	6	4	1	-	-	-	-	-
	84	6	4	2	-	-	-	-	-
	84	6	4	3	-	-	-	-	-
	85	29	4	1	10.75	10.77	32.94	33.09	10
	85	29	4	2	12.51	11.96	33.53	33.17	15
	85	29	4	3	10.4	10.31	33.09	33.39	20
	86	9	5	1	13.74	13.01	32.88	33.11	8
	86	9	5	2	15.4	14.12	33.46	34.14	13
	86	9	5	3	12.93	11.75	33.4	33.52	19
	87	30	5	1	13.69	13.71	33.2	32.93	10
	87	30	5	2	16.5	15.07	33.26	33.35	15
	87	30	5	3	13.35	13.19	33.38	33.5	19
	88	20	6	1	15.44	15.46	33.05	33.03	10
	88	20	6	2	17.71	15.3	34.16	33.25	15
	88	20	6	3	15.46	15.05	33.48	33.47	20
89	5	7	1	17.78	17.43	33.19	33.12	10	
89	5	7	2	20.6	17.2	33.46	33.21	16	
89	5	7	3	16.9	16.84	33.5	33.65	20	
1996	90	16	4	1	8.2	8.12	33.77	34.02	11
	90	16	4	2	10.55	7.74	33.65	33.98	16
	90	16	4	3	7.71	7.51	34.06	34.2	17
	91	22	5	1	11.35	11.09	34.03	34.2	9
	91	22	5	2	13.3	11.42	34.6	34.32	16
	91	22	5	3	10.64	10.62	34.64	34.71	17
	92	31	5	1	12.41	12.42	33.9	34.06	10
	92	31	5	2	14.06	12.08	34.16	34.05	17
	92	31	5	3	11.8	11.7	34.34	34.41	20
	93	21	6	1	16.48	16.44	34.6	34.58	9
	93	21	6	2	19.09	16.27	34.45	34.59	15
	93	21	6	3	15.58	15.54	34.79	34.73	20
1997	94	15	4	1	10.64	10.6	33.73	33.78	9
	94	15	4	2	14.3	10.6	33.14	33.8	15
	94	15	4	3	10.39	10.08	34.05	34.1	20
	95	15	5	1	12.43	12.4	33.9	34.91	9
	95	15	5	2	17	14.74	34.4	35.15	15
	95	15	5	3	12.71	12.07	35.39	35.8	20
	96	6	6	1	15.31	15.22	-	-	11
	96	6	6	2	18.4	15.04	-	-	16
	96	6	6	3	14.73	14.62	-	-	20
	97	25	6	1	15.9	15.91	-	-	10
97	25	6	2	17.51	15.92	-	-	16	
97	25	6	3	15.56	15.58	-	-	22	
1998	98	20	4	1	9.87	9.79	33.68	33.7	8
	98	20	4	2	9.89	9.77	33.77	33.8	11
	98	20	4	3	9.65	9.47	33.9	33.98	15
	99	4	5	1	10.6	10.6	33.1	33.3	9
	99	4	5	2	10.6	10.8	33.3	33.6	10
	99	4	5	3	10.6	10.4	33.7	33.8	12
	100	18	5	1	13.9	13.64	33.53	33.5	6
	100	18	5	2	15.2	13.91	33.49	33.56	9
	100	18	5	3	13.59	13.18	33.54	33.56	12
	101	19	6	1	16.77	15.92	33.25	33.22	8
101	19	6	2	17.99	16.94	33.31	33.47	10	
101	19	6	3	15.57	15.57	33.37	33.43	14	
1999	102	14	4	1	10.08	10.16	32.89	33.14	7
	102	14	4	2	10.15	10.14	32.91	33.23	9
	102	14	4	3	10.07	10.06	33.35	33.48	15
	103	5	5	1	12.85	12.8	32.8	32.85	9
	103	5	5	2	12.78	12.7	32.94	33.01	10
	103	5	5	3	12.46	12.3	33	33.01	14
	104	26	5	1	14.9	14.2	32.96	33	6
	104	26	5	2	15.3	14	33.2	33.2	10
	104	26	5	3	14.8	13.8	33.2	33.4	12
	105	8	6	1	14.82	14.79	33.24	33.26	8
105	8	6	2	16.02	15.52	33.34	33.42	10	
105	8	6	3	14.82	14.79	33.6	33.61	15	



## 4. Résumé

Pour la climatologie sur le site de Penly, l'année 1999 présente des caractéristiques d'une année moyenne, si nous considérons les paramètres mesurés (températures de l'air, durées d'ensoleillement et hauteurs de précipitation).

Les caractéristiques hydrologiques de l'année 1999 se distinguent par des teneurs très élevées en sels nutritifs au mois de mars.

Pour le phytoplancton, au cours des trois campagnes, aucun déséquilibre dans la composition floristique entre les différents points n'a été noté, les variations sont essentiellement dues aux variations spatiales.

La surveillance associée à la notion de contrôle a pour objectif de mesurer des modifications dans le temps imputables à la centrale, la démarche est descriptive et non exhaustive, néanmoins, à ce jour aucun dysfonctionnement dû à la centrale aussi bien pour les paramètres quantitatifs que qualitatifs n'a été relevé. Depuis 1987, aucune variation significative due à l'échauffement de la masse d'eau par la centrale est observée. Toute hétérogénéité est attribuée aux évolutions des cycles naturels qui interfèrent sur toute signification "d'impact".

En 1999, le zooplancton est caractérisé par une pauvreté printanière et estivale et plus particulièrement dans le canal. Comme en 1998, l'holoplancton domine très largement l'ensemble du zooplancton. De plus, ce sont les copépodes et plus spécifiquement *Temora longicornis* qui dominent l'ensemble de l'holoplancton.

Le méroplancton n'est que faiblement présent à l'exception des larves de cirripèdes et d'annélides dont les pics d'abondance relative semblent plus importants depuis 1991.

Les teneurs en carbone et azote qui augmentaient depuis 1996, ont beaucoup baissé cette année, présentant un gradient côte (A-B) large (C-D) en été.

En 1999, aucune indication des variations qualitatives et quantitatives du zooplancton n'est possible pour la période automnale, en raison de problèmes techniques au moment du prélèvement rendant inexploitable les échantillons prélevés.

La surveillance microbiologique du site de la centrale de Penly pendant l'année 1999 donne les résultats suivants :

- Le nombre de germes totaux retrouvés dans l'eau de mer est le même au large et aux points amenée et rejet des eaux de refroidissement de la centrale. Il n'y a pas d'évolution par rapport à la campagne 1998.

- Le nombre de germes revivifiables retrouvés dans l'eau de mer est le même au large et aux points amenée et rejet des eaux de refroidissement de la centrale. Par rapport à la campagne 1998 il y a moins de germes dénombrés sur l'année 1999 .
- Il y a cette année en été et en automne présence de *Vibrio.alginolyticus* aux points amenée et rejet des eaux de refroidissement de la centrale de PENLY.
- Le dosage des haloformes montre la présence de traces de tribromométhane au point rejet en septembre 1999. Par rapport à l'année 1998, on note une diminution en 1999 du nombre de points présentant des traces de tribromométhane .

Au cours de cette étude de surveillance 2<sup>ème</sup> phase (10<sup>ème</sup> année de fonctionnement de la centrale), on retrouve une liste faunistique comparable à celle des années antérieures. En fait, le zooplancton du secteur de Penly est constitué des principales espèces holoplanctoniques et méroplanctoniques communes en Manche-est.

En ce qui concerne les espèces ichtyoplanctoniques, on note en 1999, une diminution du frai de la sole (2,46 oeufs/10m<sup>3</sup> en mai 1999 pour 8,79 oeufs/10m<sup>3</sup> en mai 1998), une légère augmentation du frai de la sardine (49,62 œufs/10m<sup>3</sup> en mai pour 37,69 oeufs/10m<sup>3</sup> en mai 1998), pour les oeufs de sprat (de 21,24 à 28,27 oeufs/10m<sup>3</sup> au point du large en avril et mai) ils restent dans les variations pluriannuelles des années précédentes (de 11 à 108 oeufs/10m<sup>3</sup>).

En ce qui concerne les effectifs larvaires de ces poissons, les densités calculées s'insèrent dans l'intervalle des valeurs observées durant les études précédentes.

Cette année les groseilles de mer présentent une densité maximale nettement inférieure (213 individus/10m<sup>3</sup> au point 2 le 5 mai 1999) par rapport à 1998 (781,72 individus/10m<sup>3</sup> au point 2 le 4 mai 1998). Depuis 1992, les densités maximales ont varié de 57 à 638 individus/10m<sup>3</sup>.

Tout en maintenant la même stratégie d'échantillonnage stratifiée, cette année a vu une certaine réallocation des points de prélèvements au profit de la strate C et dans la strate E, la durée des traits a été augmentée et leur nombre diminué.

Les conditions météorologiques défavorables en début de campagne ont permis cependant de réaliser le nouveau plan d'échantillonnage prévu.

Si en 1999, les indices d'abondance des juvéniles de plie et de limande sont respectivement moyens et faibles, pour la sole, il est constaté une bonne classe.

La répartition géographique des groupes d'âge est similaire à celles des années antérieures et se caractérise par la dominance de la plie groupe 0 à l'intérieur de la baie de Somme (strate E)

Nous constatons une densité globale de crevettes grises en légère augmentation par rapport à celle de 1997 (120,53 ind./1000 m<sup>2</sup>), mais l'indice est bas comparé à ceux observés depuis le début de l'étude. La répartition géographique est comparable aux années antérieures.