

Direction des ressources vivantes
Département des ressources halieutiques

Daniel Halgand
Geneviève Arzul
Marie-Laure Cochard
Evelyne Erard-Le-Denn
Jérôme Huet
Laurence Dorobisz
Myriam Rumèbe

Mai 2001 – DRV/RH/RST/2001-06

ifremer

Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la centrale de Penly (Manche est) : année 2000

Résumé :

— La surveillance n° 11, 2^{ème} phase, sur le site de PENLY couvre la période d'avril à septembre 2000. Les domaines étudiés sont l'hydrologie, la microbiologie, le plancton végétal et animal et le domaine halieutique. —

Abstract :

— Monitoring n° 11, 2nd phase, of PENLY nuclear power - plant takes in account studies between April and September 2000. 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

Avril 2000 - Septembre 2000

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'Île d'Yeu
B.P. 21105
44311 NANTES CEDEX 03

Tél. : 02 40 37 40 00
Fax : 02 40 37 40 75

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

Station de SAINT-MALO

2 bis rue Grout Saint Georges
BP 46
35402 SAINT-MALO Cedex

tel: 02 99 40 39 51
fax: 02 99 56 94 94

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 9456

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 2000, objet du présent rapport, est la 11^{ème} année de fonctionnement de la centrale. Les résultats obtenus au cours de cette 11^{ème} année de surveillance 2^{ème} phase contenus dans le rapport concernent l'étude :

- de l'hydrologie, du phytoplancton et de la production primaire, au Centre IFREMER de BREST par le département Environnement Littoral de la Direction de l'Environnement Littoral (DEL/EC et DEL/EX) ;
- du zooplancton réalisés à la station IFREMER de Saint-Malo au département de la Direction de l'Environnement Littoral ,
- 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 2000	
1.1. CLIMATOLOGIE AUX ABORDS DU SITE.....	3
1.2. FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE.....	9
1.3. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES	9
1.4. NATURE ET FREQUENCE DES OBSERVATIONS	10
2. LE DOMAINE PELAGIQUE	
2.1. METHODOLOGIE.....	3
2.2. HYDROBIOLOGIE.....	3
2.3. PHYTOPLANCTON.....	16
2.4. ZOOPLANCTON	31
2.5. MICROBIOLOGIE.....	49
3. LE DOMAINE HALIEUTIQUE	
3.1. METHODOLOGIE.....	3
3.1.1. Zooplancton.....	3
3.1.2. Macrofaune halieutique.....	5
3.2. RESULTATS.....	12
3.2.1. Poissons plats	12
3.2.2. Autres espèces de poissons.....	21
3.2.3 Crustacés.....	27
3.2.4 Autres planctontes.....	29
3.3. CONCLUSION.....	29
BIBLIOGRAPHIE.....	31
ANNEXES.....	35
4. RESUME	1

1. Présentation du site et des travaux réalisés en 2000

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 pour 2000 sont celles fournies par le Sémaphore de Neuville lès Dieppe à Météo France. Les données d'ensoleillement étant manquantes, ce point ne sera pas traité. Les variations de température et de précipitations sont présentées sur la figure 1.1.

L'ensemble des températures était peu différent des moyennes calculées pour les 13 années antérieures. Cependant il est intéressant de noter que les écarts pour 2000, se situent au niveau de températures plus élevées soit ponctuellement : début février et mi-juin (+4°C sur les moyennes de maxima avec 31.5 °C le 19 juin) , soit sur des périodes de plusieurs semaines : de mi-avril à mi-mai, mi-août à fin septembre et de mi-novembre à mi-décembre (+5.5°C sur les maxima et minima au début de ce dernier mois). La période estivale de juillet à mi-août était marquée par des températures plus basses que la moyenne, le minimum étant de 8.3°C le 18 août. Les températures les plus basses ont été enregistrées au cours de la troisième décennie de janvier, avec des valeurs négatives allant jusqu'à -5.4°C le 27.

Les hauteurs des précipitations pour 2000 ont été très nettement supérieures aux moyennes : un total de 1095 mm (moyenne de 805 mm sur les 13 années précédentes) rapproche cette année de 1994 où le total atteignait 1047 mm. Les précipitations les plus abondantes ont marqué de longues périodes : avril-mai et octobre-novembre. Seuls les mois de janvier, juin et août-septembre étaient légèrement déficitaires.

L'année 2000 était caractérisée par l'excès des précipitations et l'ensemble des températures relativement douces.

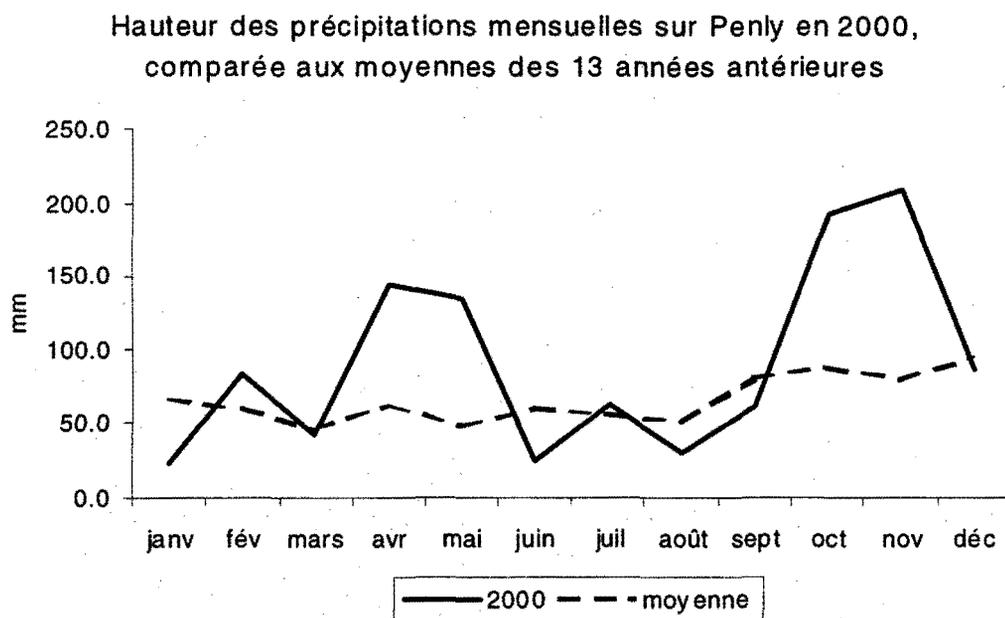
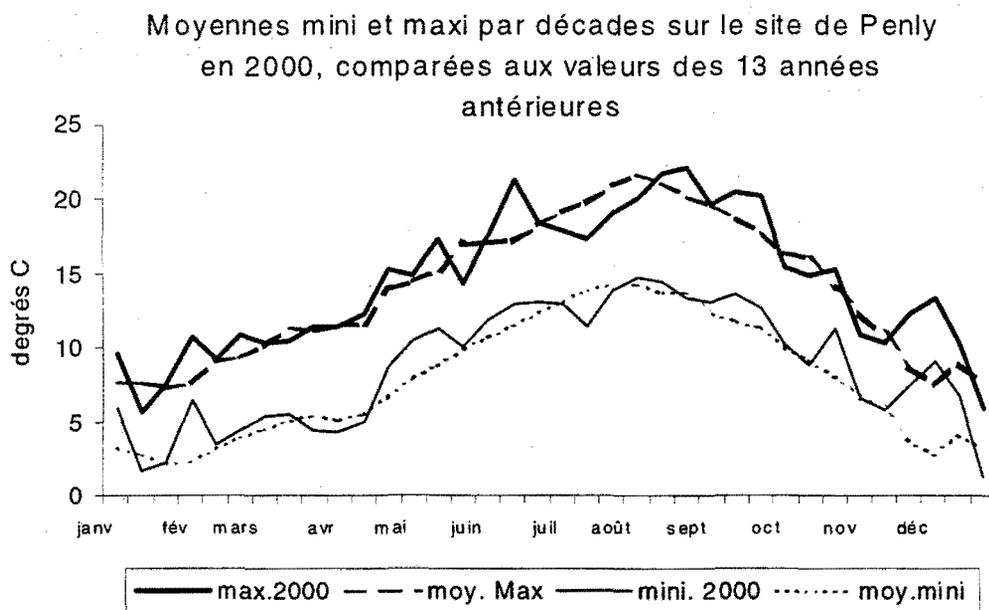
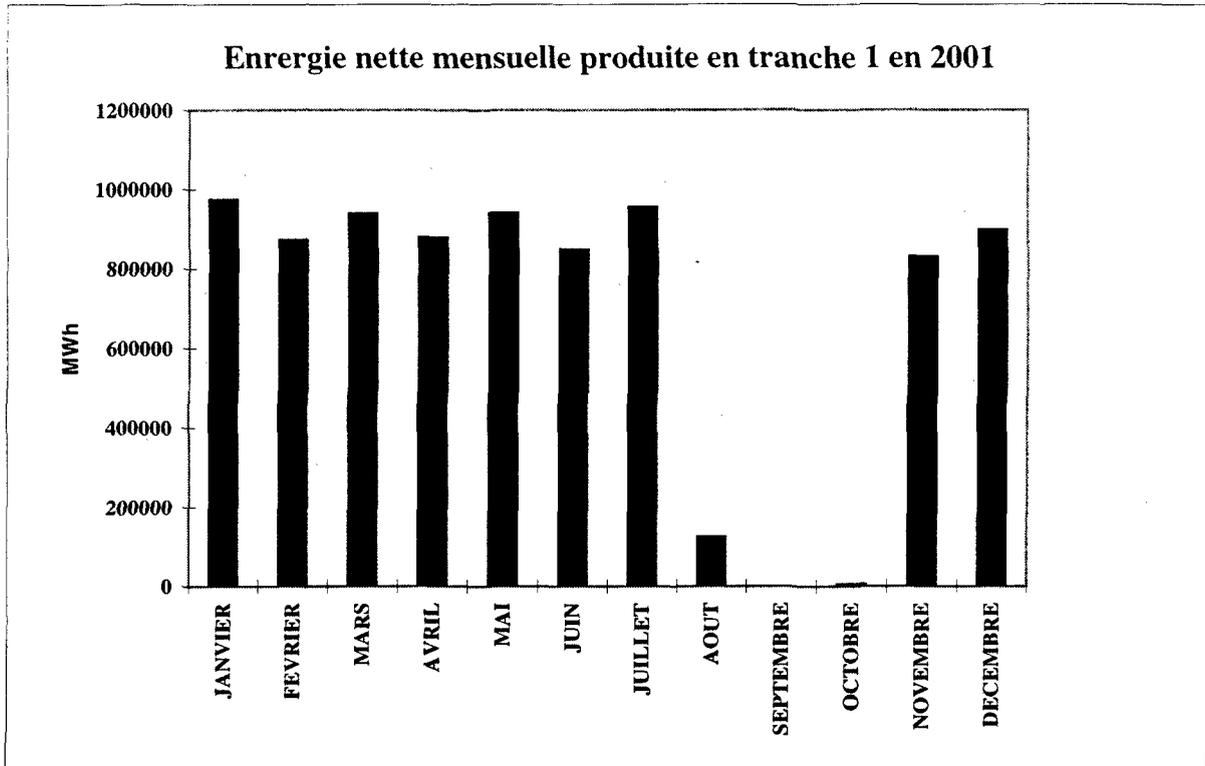


Fig. 1.1 – Climatologie littorale de Haute Normandie en 2000

FONCTIONNEMENT TRANCHE 1



FONCTIONNEMENT TRANCHE 2

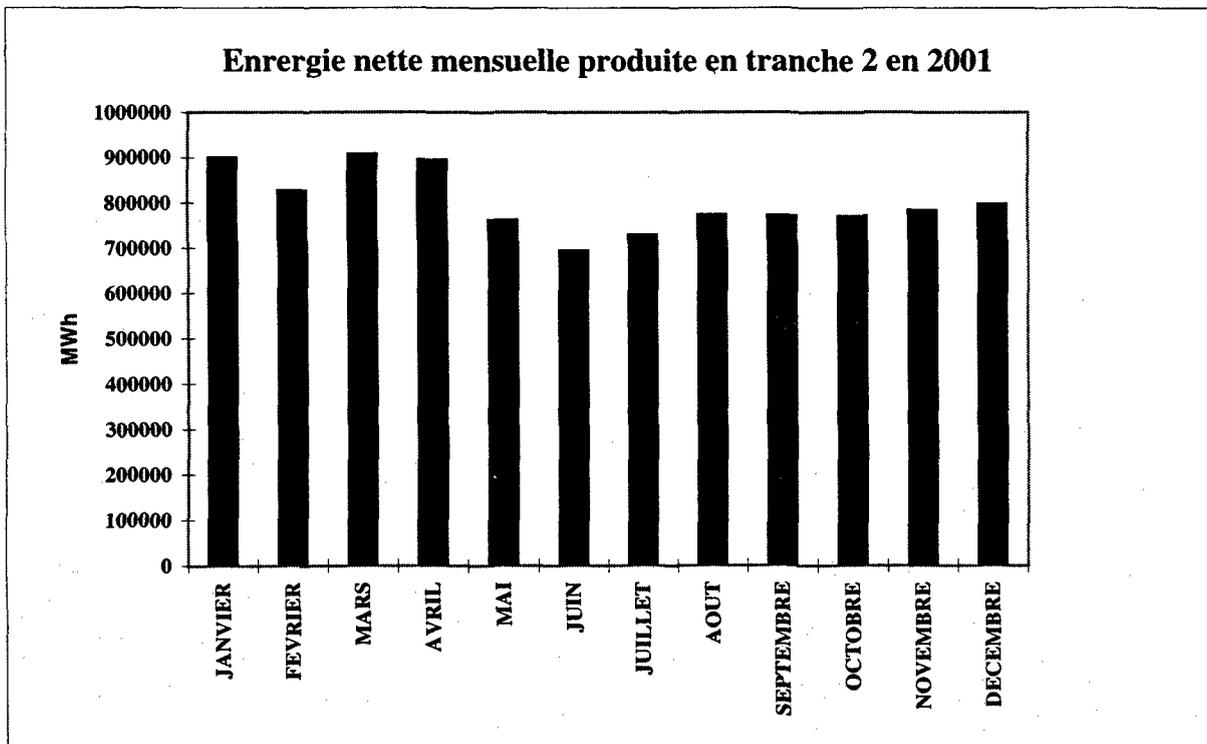


Fig. 1.2 - Histogrammes de fonctionnement des tranches 1 et 2

Total annuel 1445.7708 Millions de M3

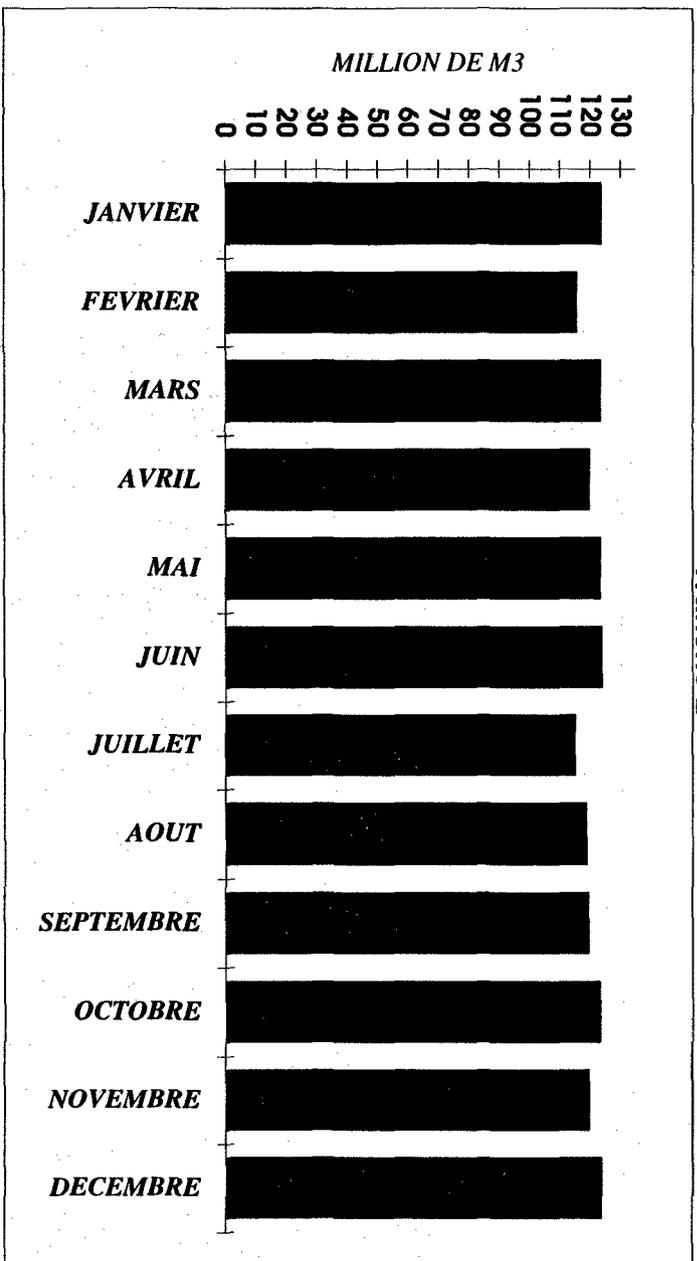
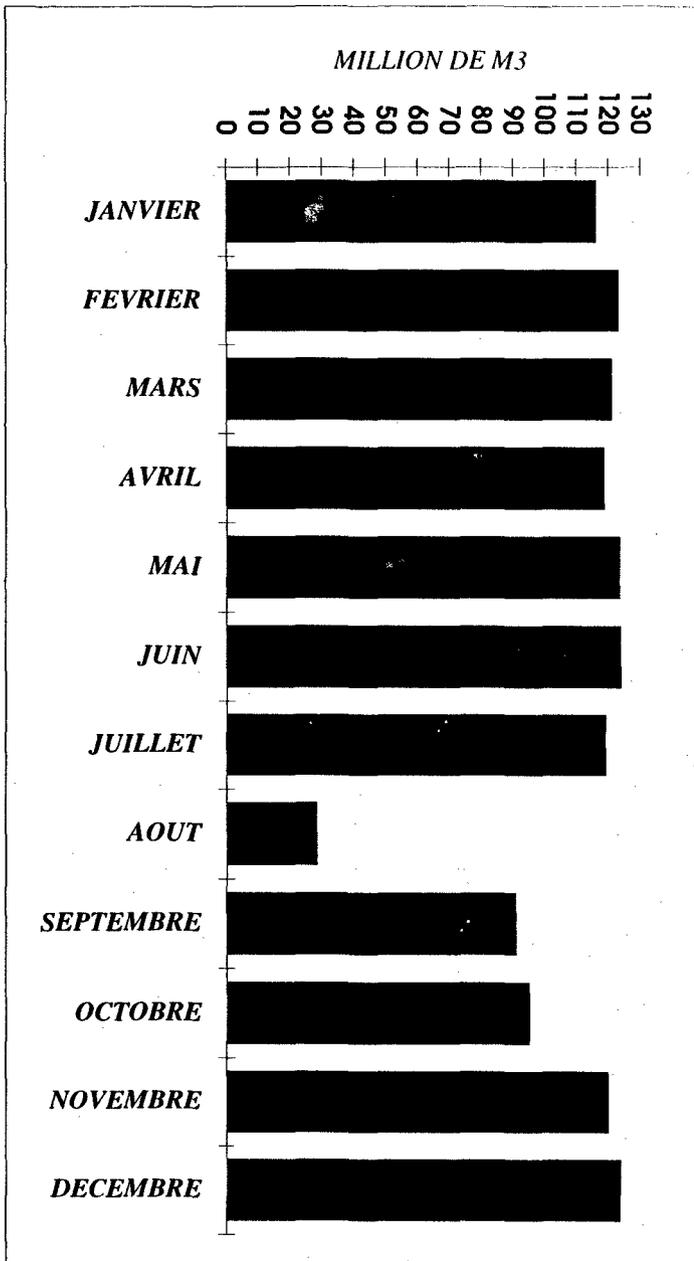


Fig. 1.3 - Volume d'eau de mer prélevés

Total annuel : 1297.8072 Millions de M3



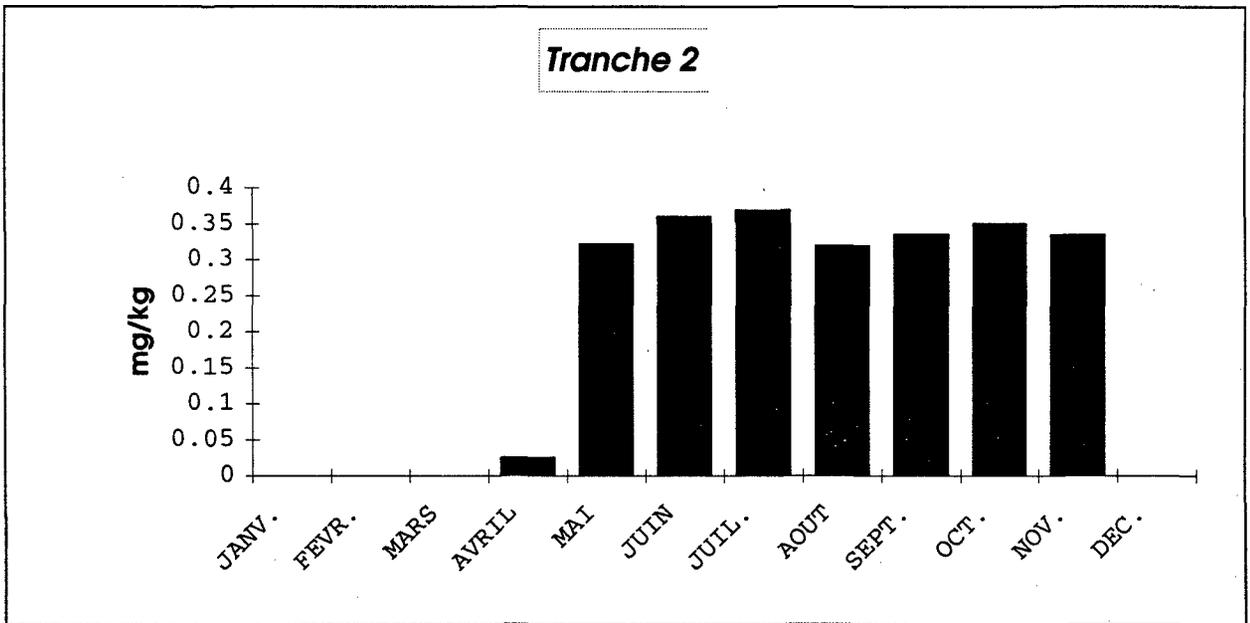
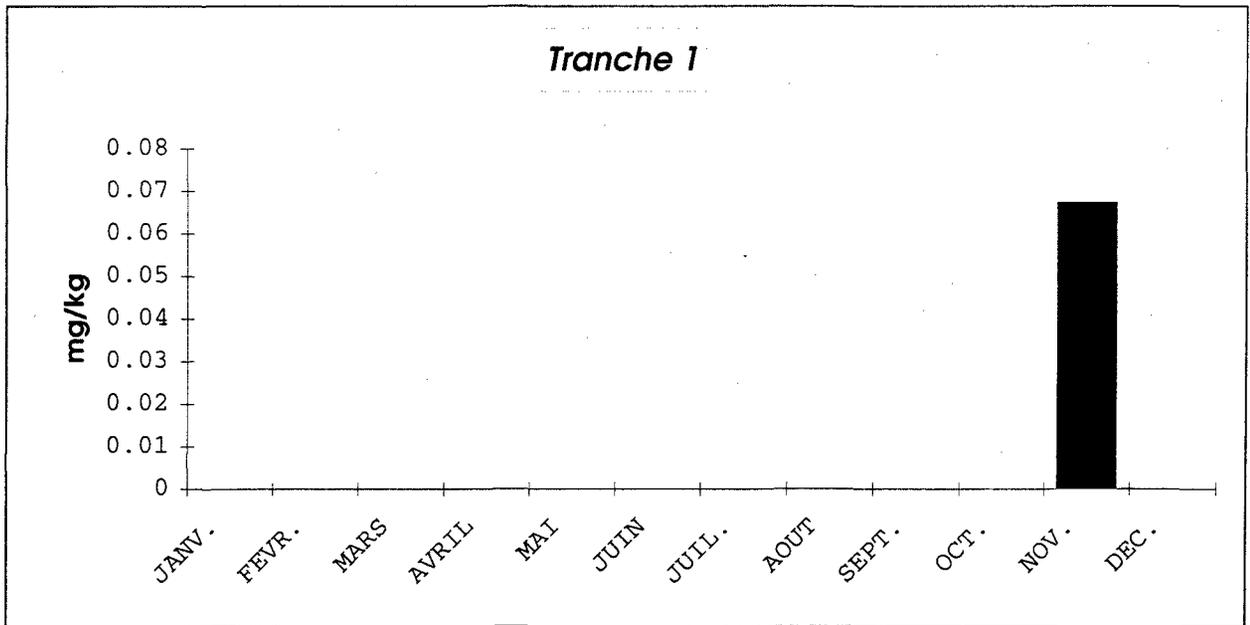


Fig. 1.4 - Concentration volumique de chlore à l'injection

SUIVI DE LA TEMPERATURE CRF EN 2000

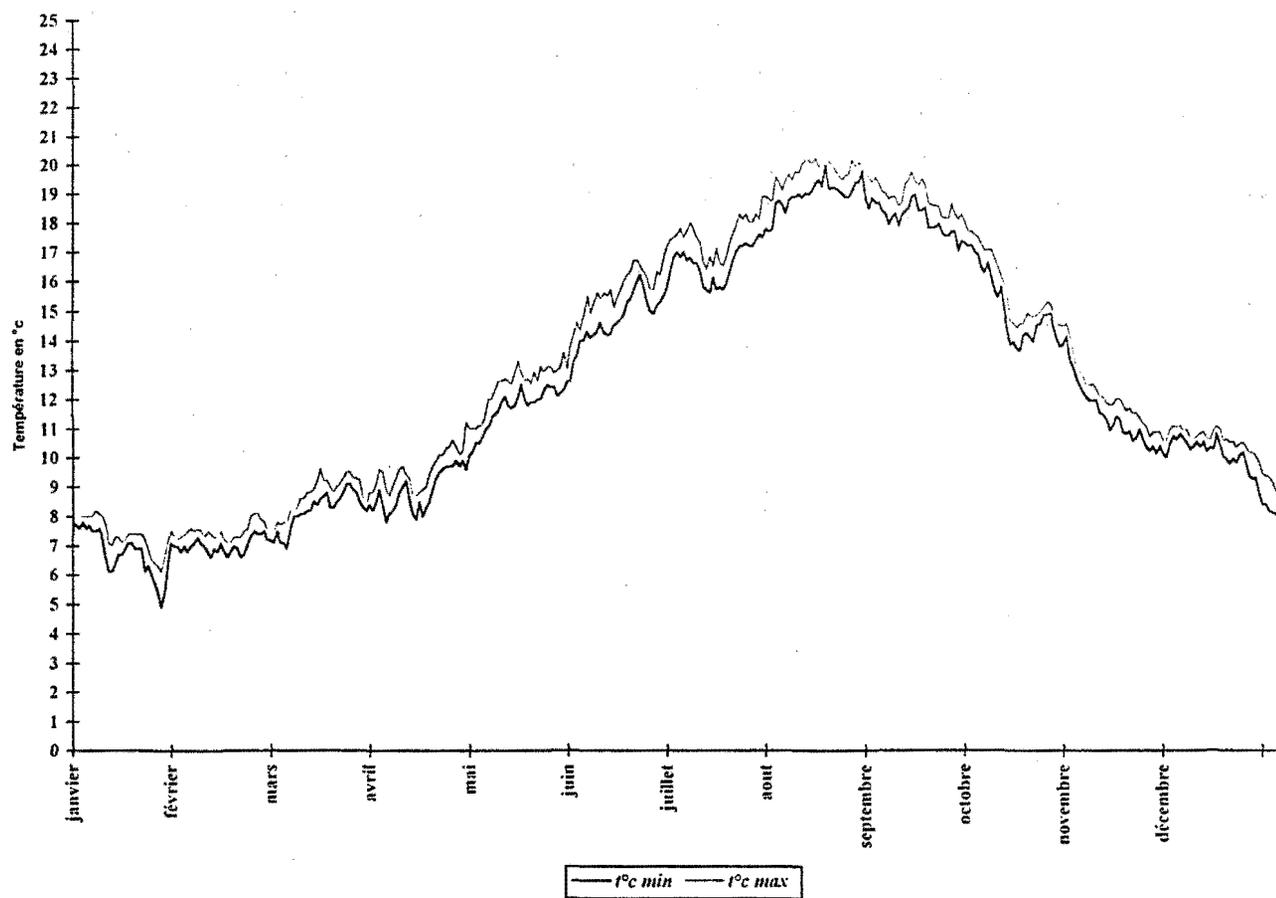


Fig 1.5 – Evolution de la température de l'eau de mer.

1.2. FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE

L'année 2000 est la 11^{ème} année de fonctionnement de la centrale de PENLY, la 14^{ème} 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 5 août 28 octobre) et 2 ont produit en 2000 une énergie nette cumulée de l'ordre de 17 900 GWh.

Les volumes d'eau de mer prélevés cette année varient de 22 à 123 millions de m³ par mois suivant les tranches, pour un cubage annuel de 2 753 millions de m³ 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 24 avril au 1^{er} décembre, ce qui conditionne une chloration en continu des circuits de refroidissements de mi-avril jusqu'à fin novembre pour les tranches 1 et 2. L'injection d'hypochlorite de sodium (de 0,24 à 0,68 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.

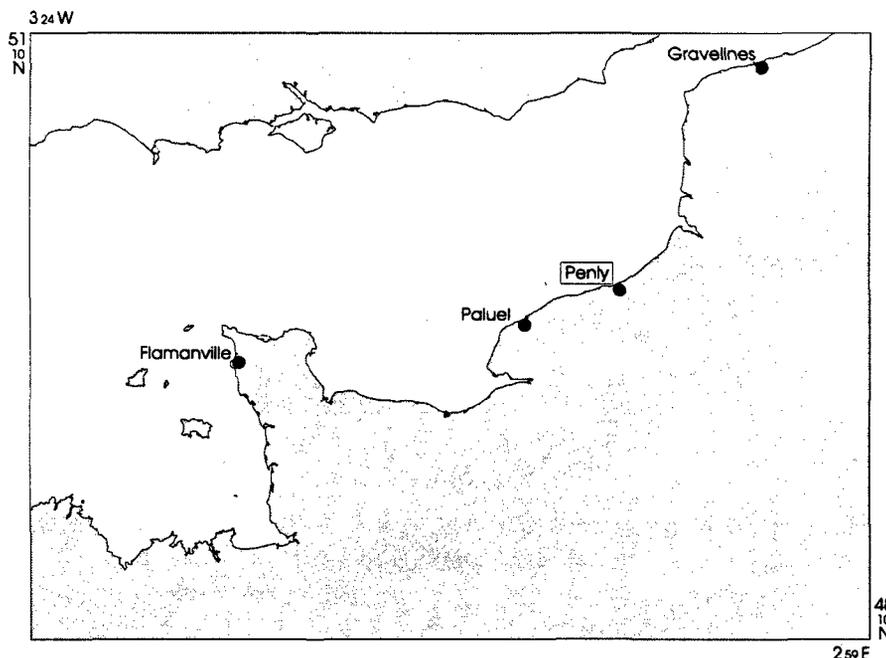


Figure 1.6 - Localisation des principaux sites E.D.F. en Manche.

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 (page 11) 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^{ème} 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'amenée, 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).

Quatre zones (A, B, C, 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.

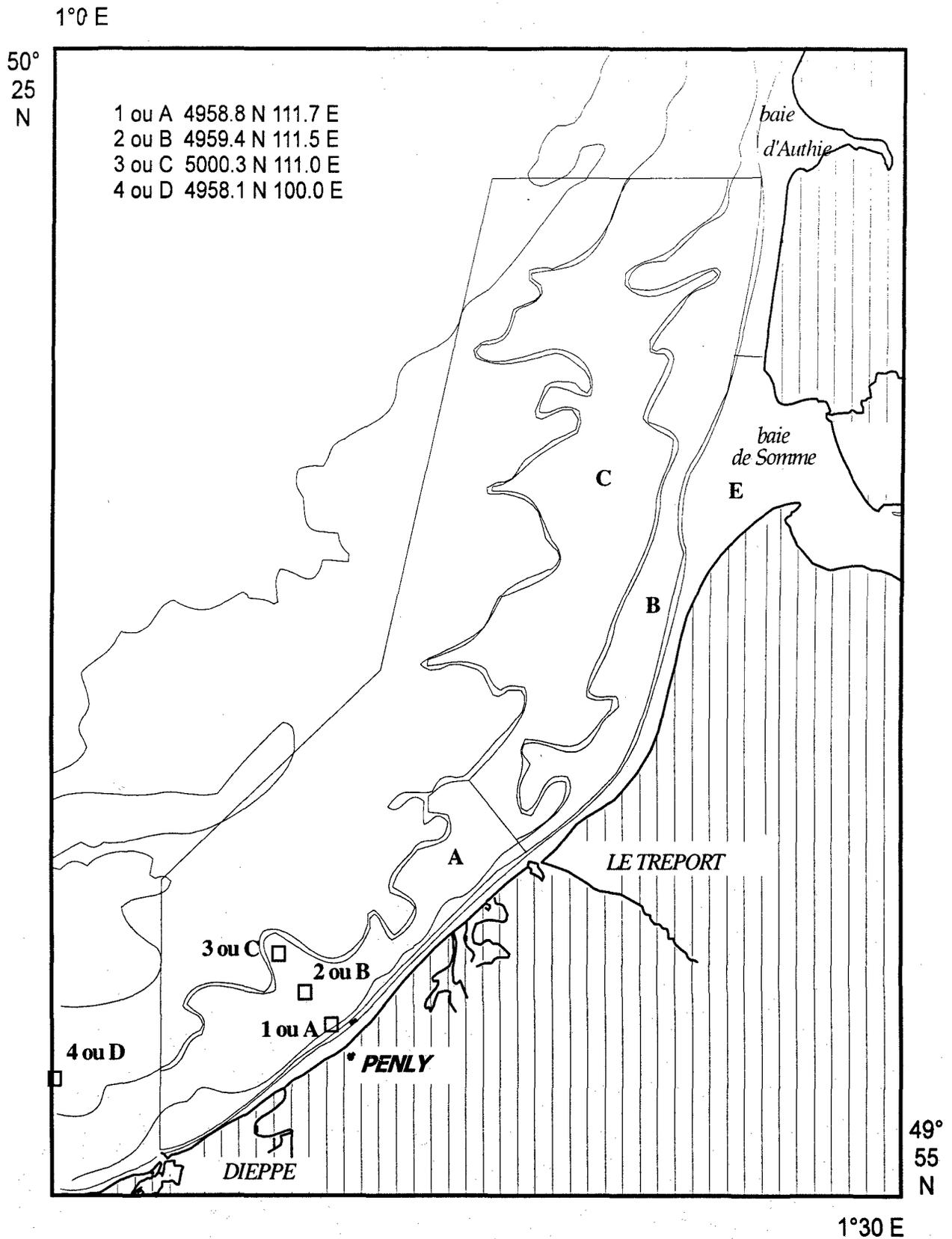


Fig. 1.7 - Emplacements des points de prélèvements

	PARAMETRES ETUDIÉS	NOMBRE D'ECHANTILLONS PAR CAMPAGNE				Date de mission
		Canal amenée 1 ou A	Rejet 2 ou B	Contrôle 3 ou C	Référence 4 ou D	
1. SURVEILLANCE ÉCOLOGIE 1.1. Domaine pélagique 1.1.1. Hydrobiologie	Température	4 surface	4 surface	2 surface 2 - 10 m	2 surface 2 - 10 m	
	Salinité	1	1	1 surface 1 - 10 m	1 surface 1 - 10 m	14 / 4
	MES	1	1	1 surface 1 - 10 m	1 surface 1 - 10 m	21 / 6
	NO ₃ +NO ₂ +NH ₄	4	4	2 surface 2 - 10 m	2 surface 2 - 10 m	7 / 9
	Chlore libre Bromoformes	1 2	1 2	1 2	1 2	
1.1.2. Phytoplancton	Chlorophylle et phaéopigments	4	4	2 surface 2 - 10 m	2 surface 2 - 10 m	14 / 4
	Production primaire potentielle	4	4		(2x3)surface (2x3) -10m	21 / 6
	Détermination et comptage	1	1		1 surface 1 - 10 m	7 / 9
1.1.3. Zooplancton	poids sec, carbone, azote Détermination et comptage	6 WP2 congelés 1 WP2 formolé	WP2 congelés 1 WP2 formolé	6 WP2 congelés 1 WP2 formolé	6 WP2 congelés 1 WP2 formolé	14/4 21 / 6 7 / 9
1.1.4. Microbiologie	Dénombrement des germes totaux					14 / 4
	Dénombrement des germes viables	2	2	4	4	21 / 6
	Recherche des vibrions halophiles					7 / 9
2. SURVEILLANCE HALIEUTIQUE 2.1. hydrologie et Zooplancton	Température - Salinité	Surface & fond	Surface & fond	surface & fond		13 / 4
	Densité des organismes holoplanctoniques et méroplanctoniques (oeufs et larves de poissons)	2 bongo	2 bongo	2 bongo		11 / 5
						24 / 5
						8 / 6
2.2. Suivi de la macrofaune halieutique	Etude de la nurricerie 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 - 20 traits de 3 mn au chalut perche 2 m à l'intérieur de la baie de Somme				4 5 6 & 7/9

Tableau 1.1 - Travaux réalisés en 2000 concernant l'étude de surveillance écologique et halieutique du site de PENLY

2. Le domaine pélagique

Chapitre réalisé :

- au centre IFREMER de Brest par:

Geneviève ARZUL (climatologie)

Evelyne ERARD LE DENN (Phytoplancton)

- à la station IFREMER de Saint-Malo

Myriam RUMEBE (Zooplancton)

avec la collaboration de :

Marie-Pierre CRASSOUS, Jacqueline LE GRAND, Agnès YOUENOU

- Au Laboratoire Municipal et Régional de Rouen par

Laurence DOROBISZ (microbiologie)

- au laboratoire d'analyse de prélèvements hydrologiques - LAPHY - par :

Jean d'ELBEE (Laphy@wanadoo.fr) pour le tri de plancton

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 (moyennes, écarts-types) 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 sur le site de Penly en avril et septembre 2000 révèle une grande homogénéité thermique des masses d'eaux, hors le point Rejet. En effet, Canal d'amenée, Contrôle et Référence présentent une moyenne de température de $8,7 \pm 0,2^\circ\text{C}$ et $18,3 \pm 0,1^\circ\text{C}$, pour ces deux périodes, respectivement. En juin on observe un léger gradient de température, de la plus basse au point Référence : $15,3 \pm 0,2^\circ\text{C}$, vers la plus élevée au Canal d'amenée : $16,6 \pm 0^\circ\text{C}$. Conformément aux années antérieures, dans tous les cas la température au point Rejet est supérieure à celles mesurées aux autres points, mais les valeurs atteintes restent dans les limites déjà observées. D'une façon générale la température de l'eau au printemps (avril) est du même ordre de grandeur que celle des années antérieures à cette même période. En été, les températures en Référence et Contrôle sont parmi les plus fraîches enregistrées depuis 1987. En automne, les températures sont parmi les plus élevées observées sur le site.

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

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

avec π : proportion de l'eau réchauffée

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

$T^{\circ} \text{CA}$: 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 pour chacune des trois campagnes : 88, 97 et 90 %, respectivement.

2.2.2 – Salinité (figure 2.2)

La salinité mesurée en printemps-été 2000 est l'une des plus basses observées sur le site (32,8 à 33,6 g dm⁻³). Au printemps la situation est peu différente de celle de la même période en 1999, laquelle correspondait à une dessalure marquée. En 2000 elle coïncide avec les fortes précipitations de début avril. En été l'abaissement de salinité se poursuit depuis 1996, et ceci peut être une conséquence des fortes précipitations en fin de printemps, l'apport d'eaux de ruissellement par les cours d'eaux contribuant à la dessalure des eaux côtières. En automne les salinités (33,5 à 33,9 g dm⁻³) sont du même ordre que celles des années antérieures à cette même période.

2.2.3 – Ammonium (figure 2.3)

Au printemps et en été les teneurs en ammonium sont relativement basses : inférieures à 0,5 µM N-NH₄ et normales, comparées aux années antérieures. En automne, les concentrations mesurées permettent de distinguer une zone très côtière : Canal d'amenée et Rejet où les concentrations en ammonium plus élevées varient de 1,7 à 2,1 µM N-NH₄ ; et une zone plus au large en Contrôle et Référence, avec des teneurs plus basses : 0,6 à 0,9 µM N-NH₄.

2.2.4 – Nitrate (figure 2.4)

Les concentrations en nitrate mesurées au printemps : autour de $14 \mu\text{M N-NO}_3$, sont nettement plus basses que celles mesurées au printemps 1999, bien qu'en Référence la concentration atteigne $21,8 \mu\text{M N-NO}_3$. En juin les concentrations mesurées sont plus élevées que celles des années antérieures, avec le maximum au point Référence : $6,5$ à $7,1 \mu\text{M N-NO}_3$. En automne les concentrations plus élevées (de 9 à $10 \mu\text{M N-NO}_3$) rappellent les pics mesurés en 1998, 1994, 1992 et 1988, coïncidant comme en 2000, avec des baisses de salinités. D'une façon générale ces concentrations élevées sont associées à la dessalure, et concernent des masses d'eaux impactées par les apports terrigènes des bassins versants.

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)

Au printemps les teneurs en phosphate sont parmi les plus basses mesurées sur le site pour la même période : inférieures à $1 \mu\text{M P-PO}_4$. En été et en automne les concentrations ($<1 \mu\text{M P-PO}_4$) sont du même ordre que celles des années antérieures et ne suivent donc pas la tendance à l'élévation observée pour le nitrate à ces périodes.

2.2.7 – Silicate (figure 2.7)

Au printemps les concentrations en silicate varient de $6,2$ à $7,4 \mu\text{M Si}$, plus faibles que celles de 1999 et cette évolution suit celle du nitrate et du phosphate. En été les teneurs en silicate sont faibles : inférieures à $1,4 \mu\text{M Si}$, tandis qu'en automne les valeurs mesurées sont, comme le nitrate, parmi les plus élevées. De même que pour l'ammonium, deux masses d'eaux se distinguent : une zone côtière (Canal d'amenée et Rejet) aux concentrations de l'ordre de $17,5$ à $18,3 \mu\text{M Si}$, et une plus au large (Référence et Contrôle) de l'ordre de $11,7$ à $12,8 \mu\text{M Si}$.

2.2.8 – M.E.S. (figure 2.8)

Dans l'ensemble les points Référence et Contrôle présentent toujours des teneurs plus faibles en M.E.S., que Rejet et Canal d'amenée. En 2000, ces derniers ont une charge voisine de 10 mg L^{-1} , tandis qu'au deux autres points les M.E.S. dépassent rarement 6 mg L^{-1} .

Conclusion de l'étude hydrologique

L'année 2000 est marquée par des pluies très abondantes en avril-mai, des températures de l'air plutôt douces particulièrement en février-mars, mais fraîches en juillet-août. Ces caractéristiques se répercutent sur l'hydrologie par l'apport d'eaux douces (responsables de dessalure) chargées en substances terrigènes (responsables des fortes teneurs en nitrate en particulier). L'abondance de nitrate entraîne un déséquilibre des substances nutritives inorganiques, face aux faibles teneurs en phosphate et silicates. Il semblerait que les températures élevées en automne contribuent à la reminéralisation (précoce ?) des substances organiques, ce qui expliquerait les teneurs relativement élevées en nitrate et silicate.

14-avr-00	T °C	S g dm ⁻³	M.E.S. mg dm ⁻³	NH4 µM	NO3 µM	NO2 µM	PO4 µM	Si µM
Canal amenée (surface)	8.60 ±0,00	32.83	11.40	0.20 ±0,01	13.16 ±0,43	0.10 ±0	0.17 ±0,02	6.54 ±0,10
Rejet (surface)	10.45 ±0,51	32.90	10.40	0.40 ±0,06	13.81 ±0,48	0.10 ±0,01	0.21 ±0,06	6.4 ±0,07
Contrôle (surface)	9.19 ±0,06	32.87	4.40	0.14 ±0,03	13.03 ±0,03	0.10 ±0	0.16 ±0,04	6.33 ±0,03
Contrôle (mi-profondeur)	8.58 ±0,01	33.10		0.27 ±0,02	15.76 ±0,08	0.08 ±0	0.19 ±0,02	6.22 ±0,19
Référence (surface)	8.70 ±0,00	33.24	5.70	0.27 ±0,06	21.79 ±0,20	0.12 ±0	0.5 ±0,03	7.33 ±0,04
Référence (- 10m)	8.70 ±0,00	33.23	5.60	0.23 ±0,01	21.82 ±0,08	0.12 ±0	0.53 ±0,07	7.43 ±0,11

21-juin-00	T °C	S g dm ⁻³	M.E.S. mg dm ⁻³	NH4 µM	NO3 µM	NO2 µM	PO4 µM	Si µM
Canal amenée (surface)	16.61 ±0,01	33.153	9.60	0.49 ±0,28	3.23 ±2,21	0.06 ±0,02	0.13 ±0,07	1.11 ±0,09
Rejet (surface)	18.33 ±0,40	33.185	5.20	0.48 ±0,10	3.84 ±1,35	0.05 ±0,01	0.22 ±0,22	1.24 ±0,63
Contrôle (surface)	16.11 ±0,06	33.372	5.40	0.32 ±0,11	3.09 ±2,02	0.04 ±0,01	0.11 ±0,01	0.72 ±0,16
Contrôle (mi-profondeur)	15.92 ±0,04	33.425	6.40	0.49 ±0,31	3.17 ±0,63	0.03 ±0,01	0.14 ±0,10	0.68 ±0,16
Référence (surface)	15.45 ±0,11	33.602	2.70	0.36 ±0,02	7.07 ±0,18	0.19 ±0,01	0.14 ±0,04	1.43 ±0,21
Référence (mi-profondeur)	15.21 ±0,13	33.566	2.20	0.49 ±0,11	6.48 ±0,07	0.17 ±0,01	0.1 ±0,01	1.22 ±0,03

07-sept-00	T °C	S g dm ⁻³	M.E.S. mg dm ⁻³	NH4 µM	NO3 µM	NO2 µM	PO4 µM	Si µM
Canal amenée (surface)	18.293 ±0,05	33.499	10.40	1.70 ±0,05	10.28 ±0,08	0.29 ±0,01	0.51 ±0,13	18.32 ±0,13
Rejet (surface)	19.775 ±0,38	33.601	12.60	2.15 ±0,08	10.25 ±0,10	0.29 ±0,01	0.5 ±0,09	17.48 ±0,16
Contrôle (surface)	18.25 ±0,00	33.909	1.30	0.65 ±0,00	9.47 ±0,06	0.29 ±0,01	0,34 ±0,04	12.81 ±0,13
Contrôle (mi-profondeur)	18.26 ±0,00	33.857	1.70	0.61 ±0,06	9.07 ±1,12	0.19 ±0,02	0.4 ±0,05	12.13 ±1,15
Référence (surface)	18.52 ±0,01	33.807	5.60	0.86 ±0,09	9.51 ±0,13	0.22 ±0,00	0.38 ±0,01	11.73 ±0,23
Référence (- 10m)	18.46 ±0,05	33.796	2.80	0.85 ±0,01	10.07 ±0,28	0.22 ±0,00	0.4 ±0,01	11.72 ±0,15

Tableau 2.1 :
Moyennes et écarts-
types des paramètre
hydrologiques PENLY
(µM=micromole/dm³)

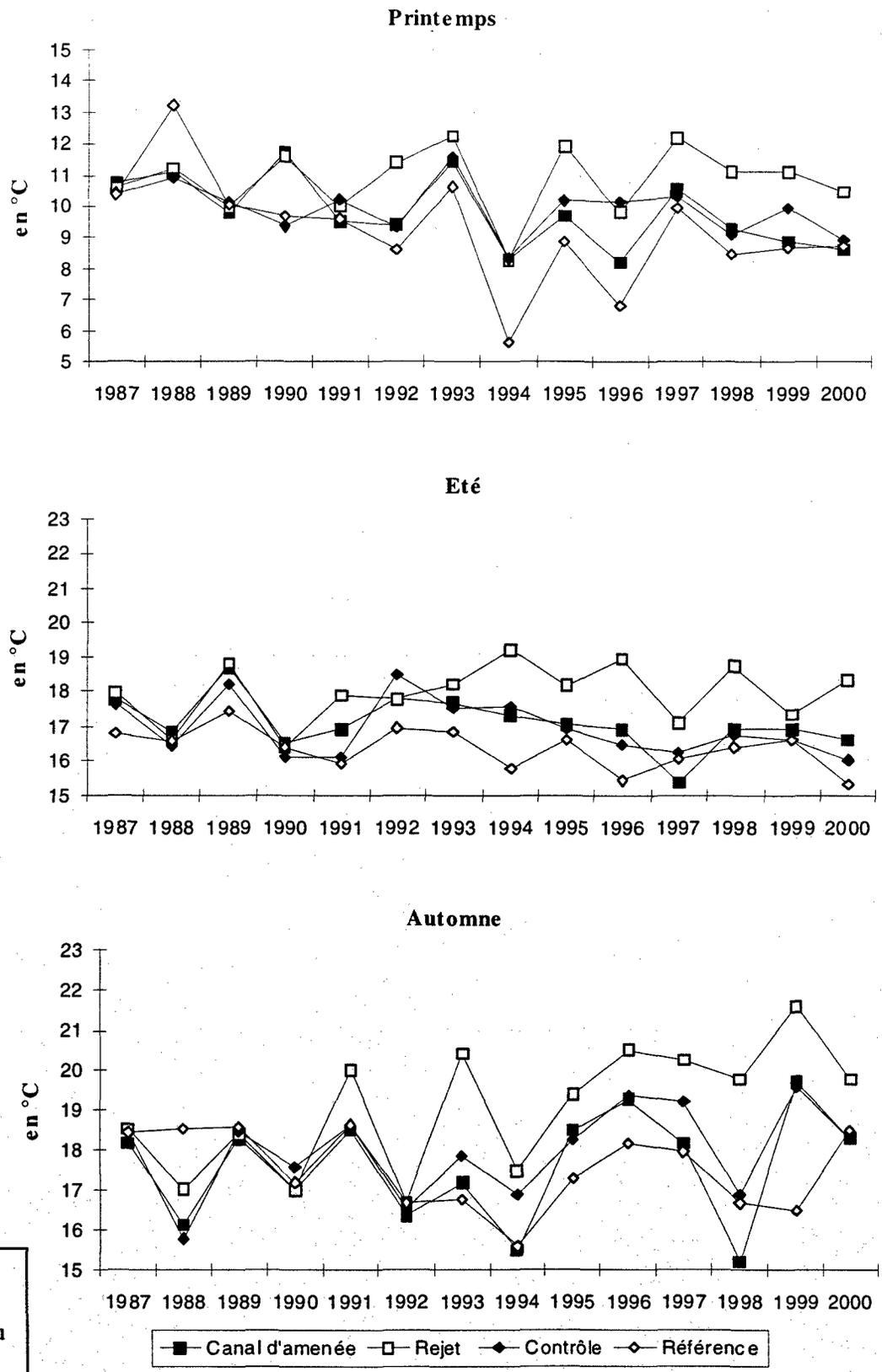


Figure 2.1 : Evolution de la température de 1987 à 2000 au droit du CNPE de Penly

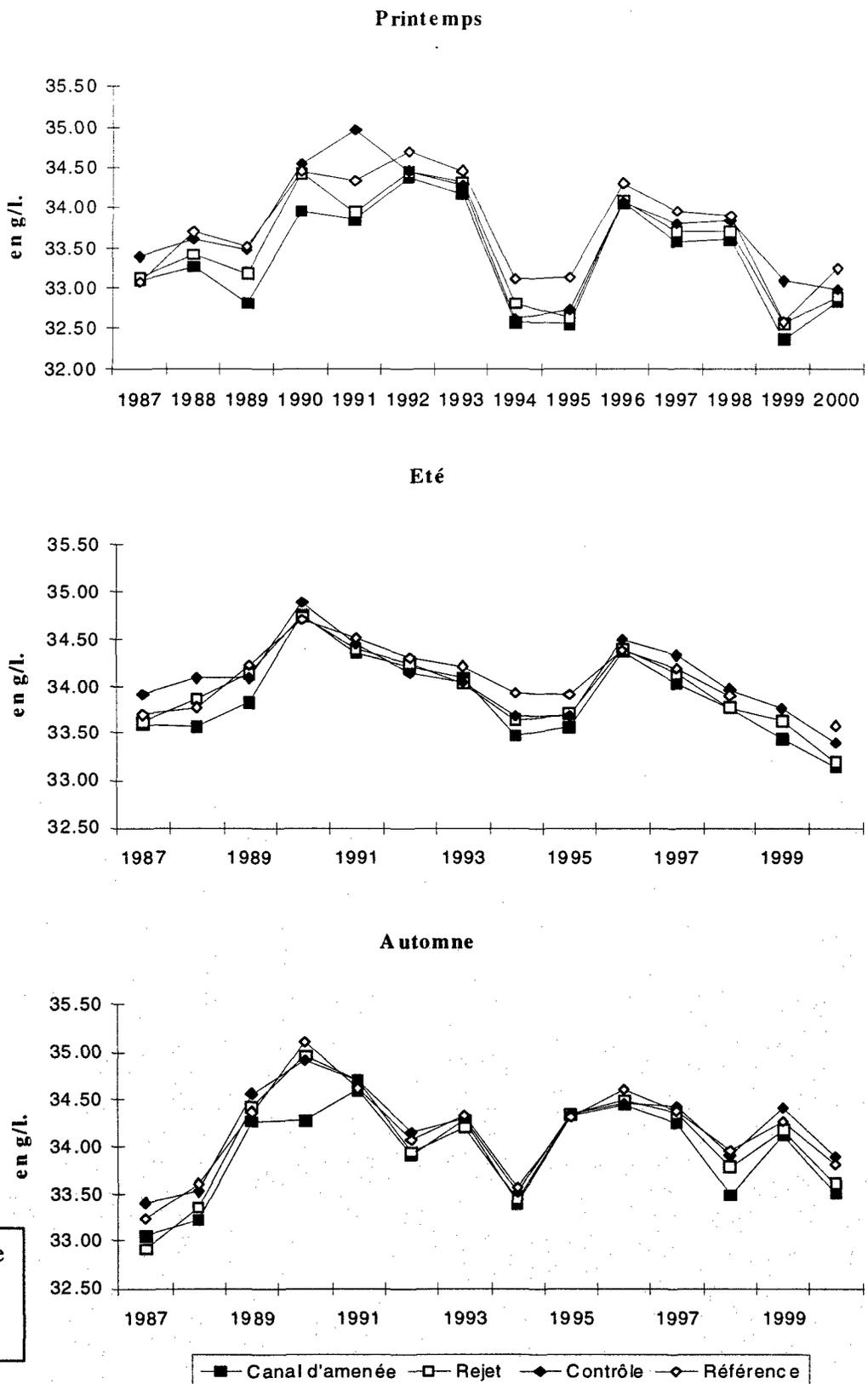


Fig. 2.2 : Evolution de la salinité de 1987 à 1999 au droit du CNPE de Penly

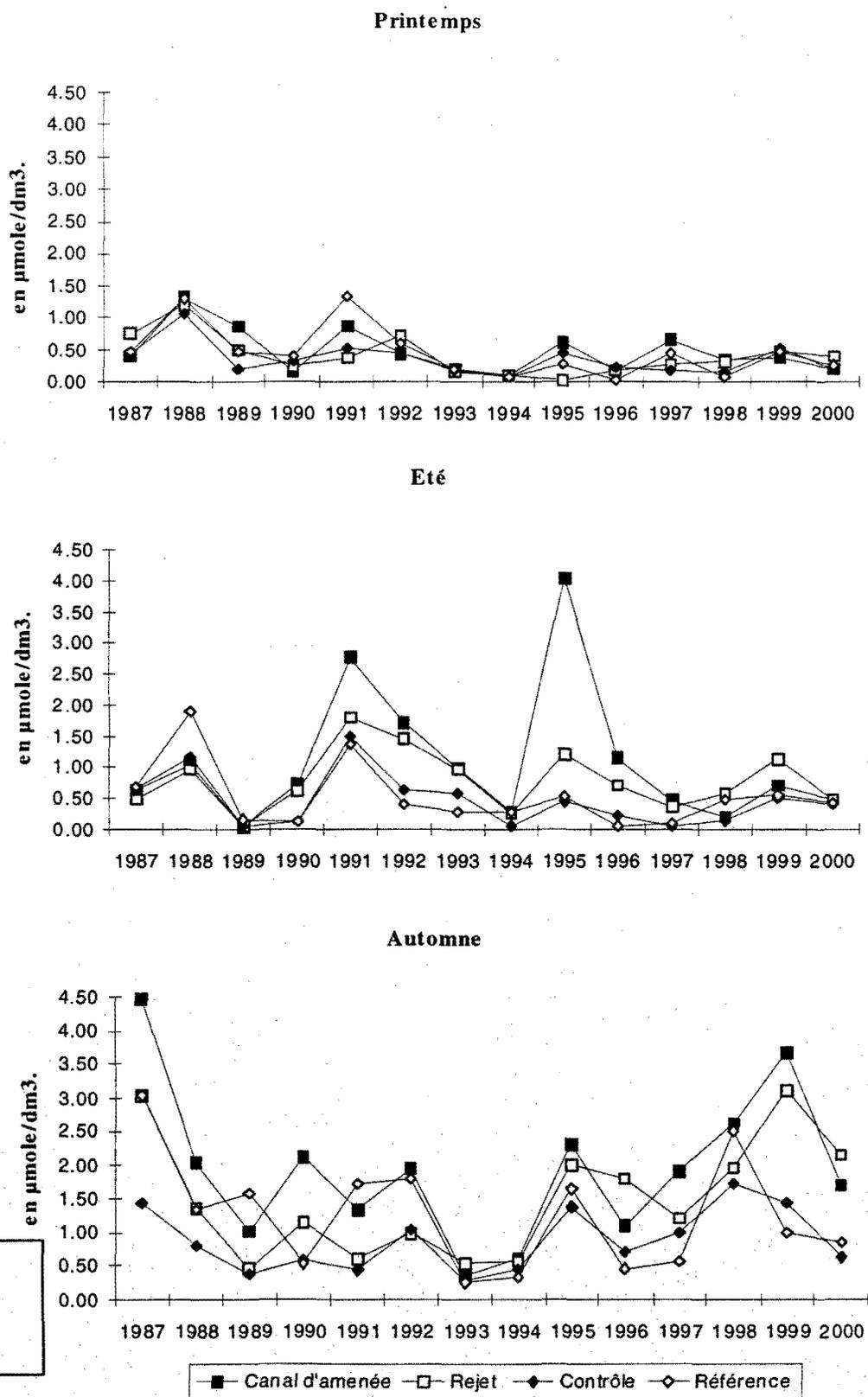


Fig. 2.3 : Evolution de la teneur en ammonium de 1987 à 2000 au droit de Penly

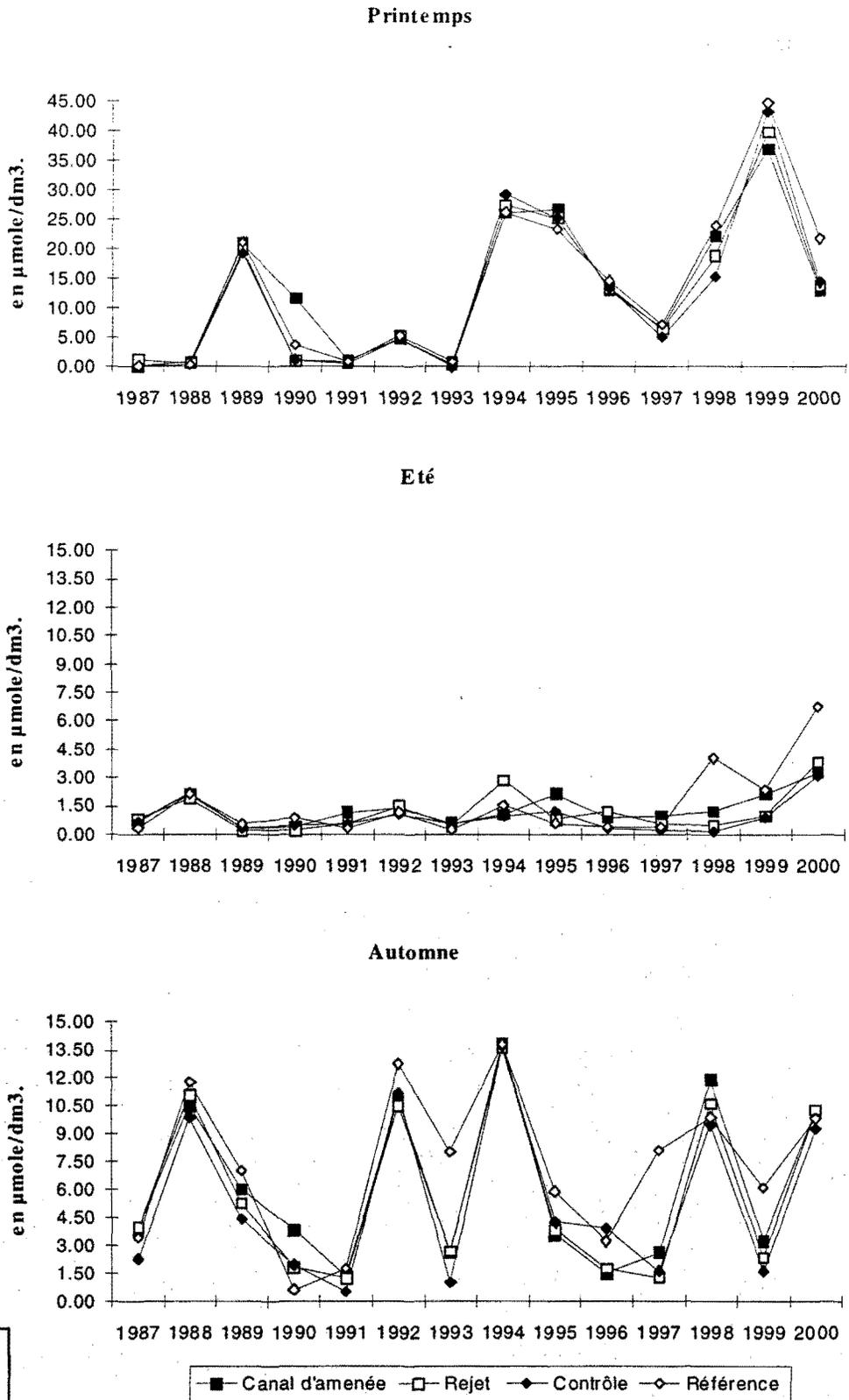


Figure 2.4 : Evolution de la teneur en nitrate de 1987 à 2000 au droit de Penly

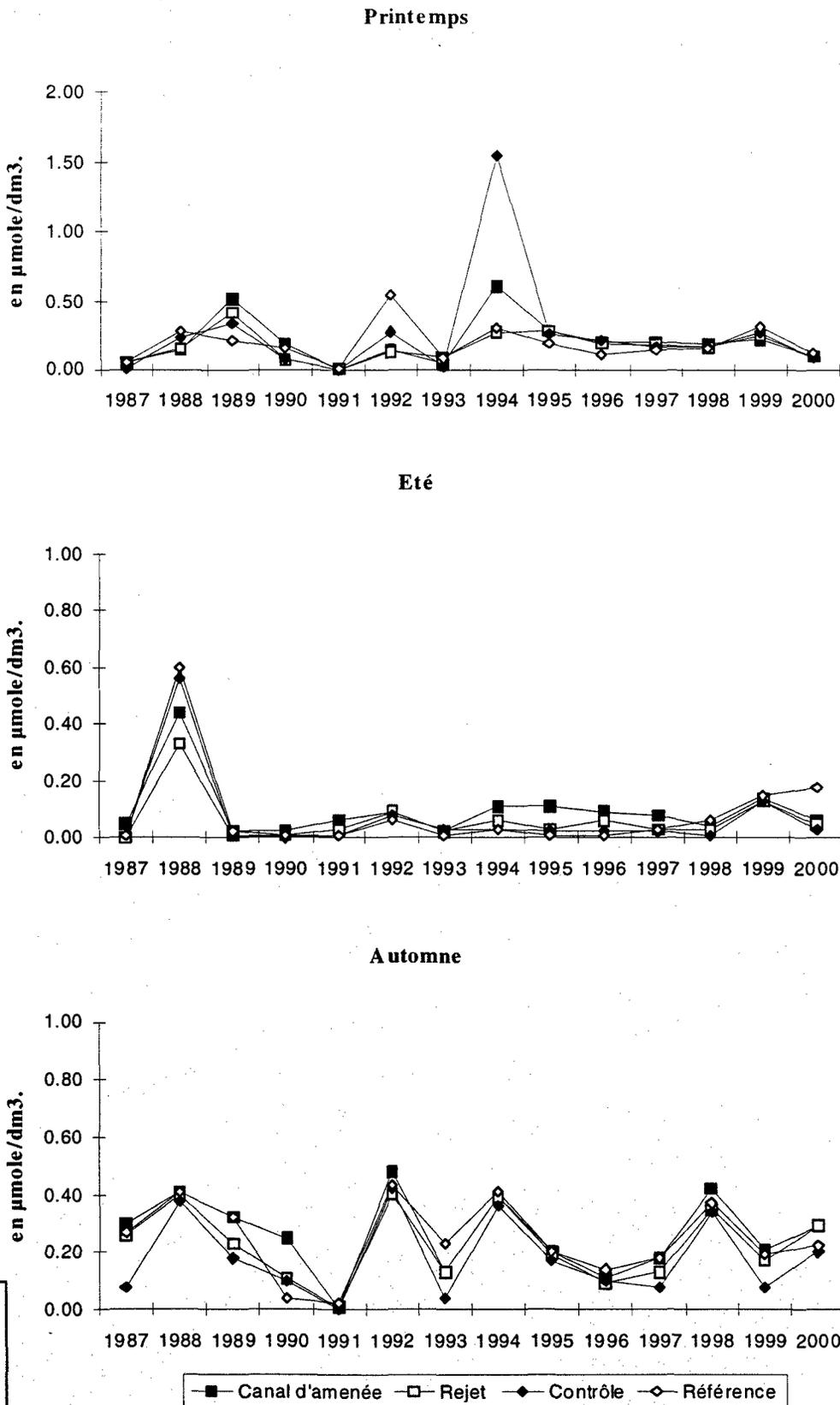


Fig. 2.5 : Evolution de la teneur en nitrite de 1987 à 2000 au droit de Penly

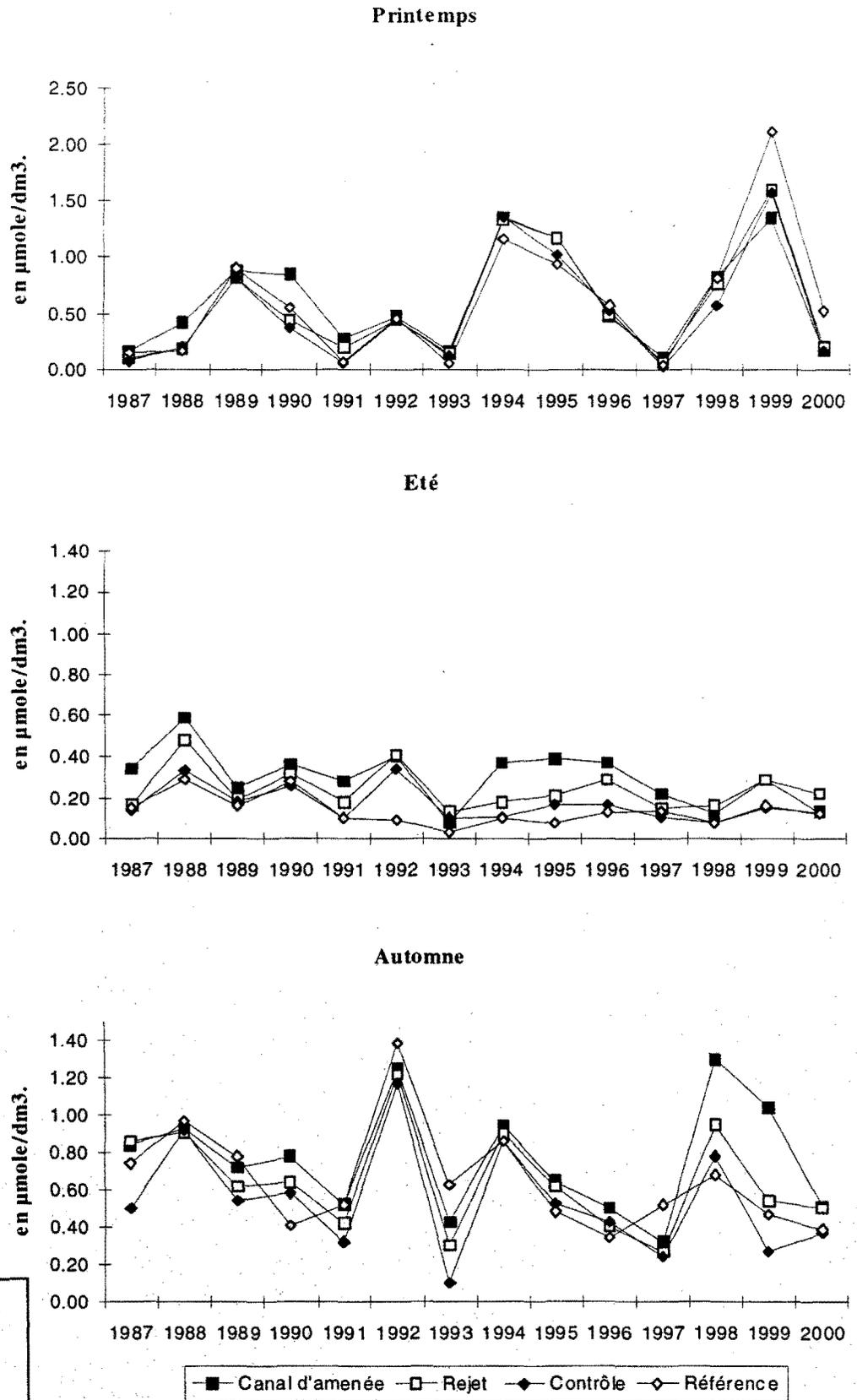


Fig. 2.6 : Evolution de la teneur en phosphate de 1987 à 2000 au droit du site de Penly

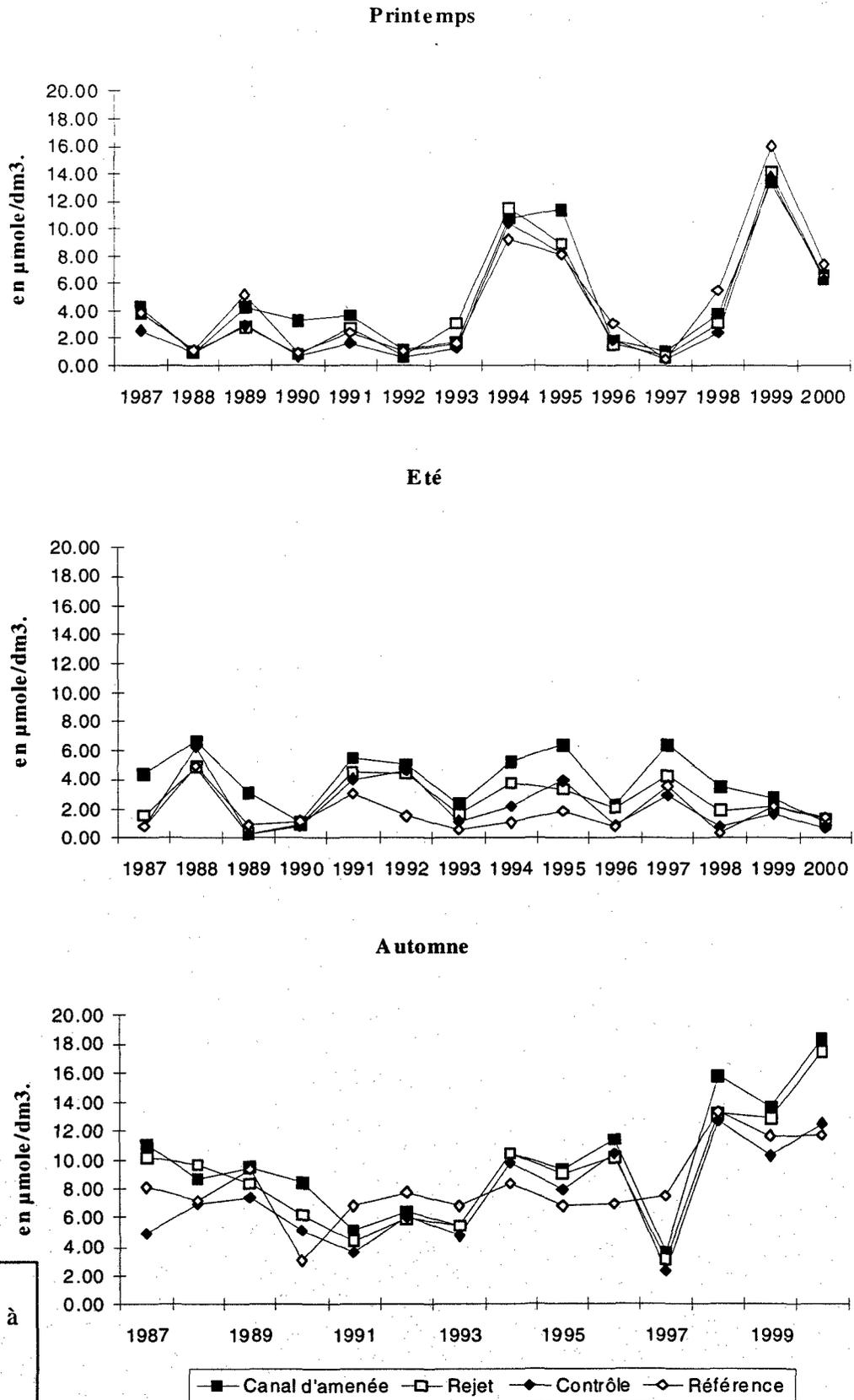


Fig. 2.7 : Evolution de la teneur en silicate de 1987 à 2000 au droit du site de Penly.

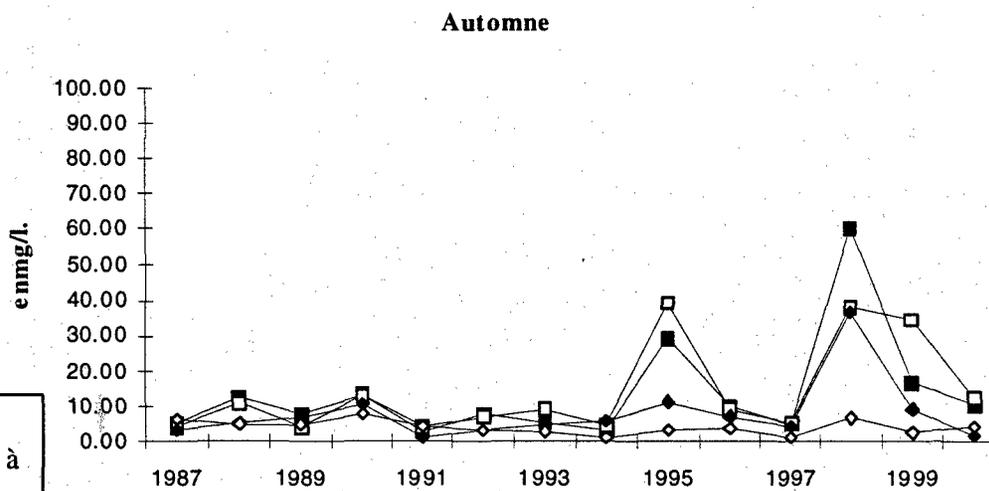
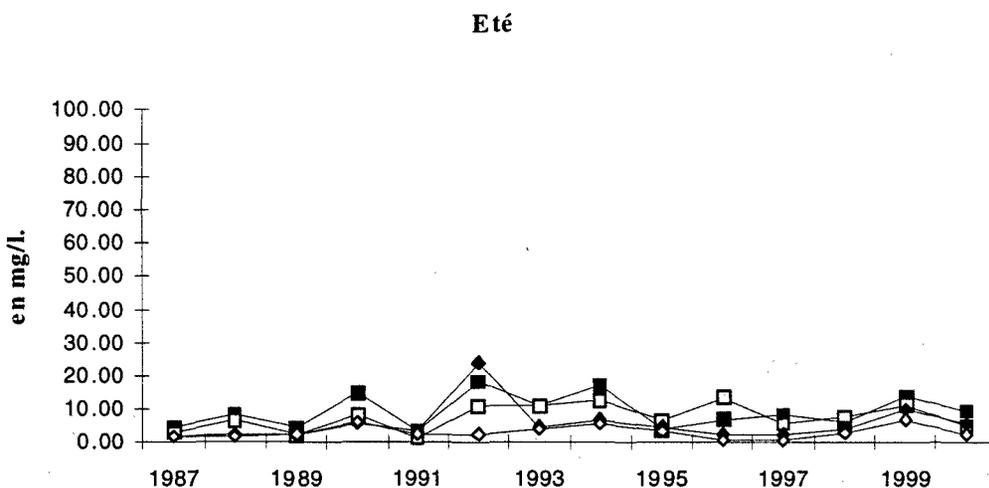
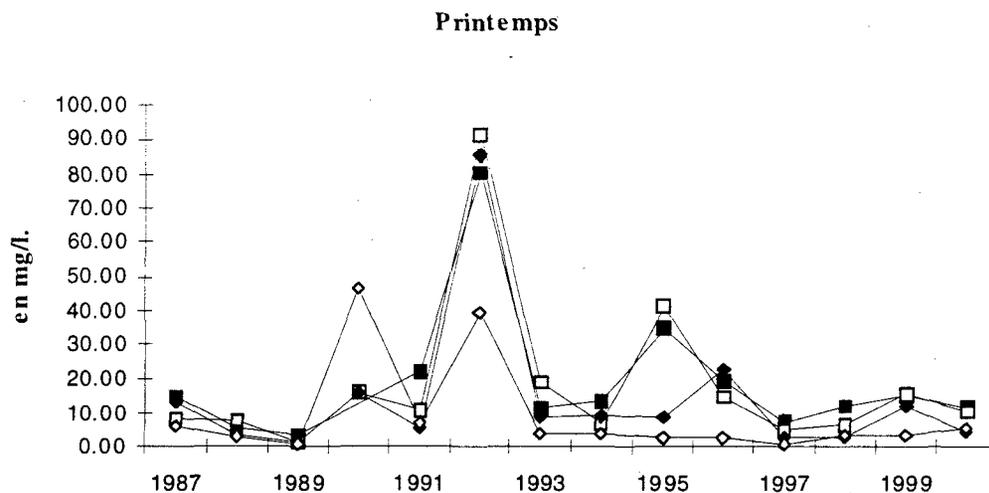


Fig. 2.8 : Evolution de la teneur en M.E.S. de 1987 à 2000 au droit de Penly

■ Canal d'aménée □ Rejet ◆ Contrôle ◇ Référence

2.3 PHYTOPLANCTON

En 2000, 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 2.2 et de figures 2.9 à 2.12.

Les valeurs observées servent à suivre aussi bien les éventuelles variations côte-large dues à la centrale durant l'année 2000, que l'évolution des variations temporelles depuis les études de suivi.

Durant les campagnes de l'année 2000, les échauffements de l'eau arrivant en surface au point rejet sont faibles (cf. 2.2.1). Les taux de dilution qui s'échelonnent entre 88 et 90 % laissent supposer une faible variation de la biomasse phytoplanctonique par rapport au canal d'amenée. Les calculs de "déficit" dans l'échelon primaire sont dans ce cas simplifiés et sont calculés suivant la formule :

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

14-avr-00	Chlorophylle $\mu\text{g}/\text{dm}^3$	Phaéopigments $\mu\text{g}/\text{dm}^3$	Production primaire $\text{mg C}/\text{m}^3/\text{h}$	Microplancton nbre/cm^3	Nanoplancton nbre/cm^3
Canal amenée (surface)	14,52 ± 1.10	1,94 ± 0.22	62,49 ± 8.15	211	26167
Rejet (surface)	18,46 ± 1.06	2,41 ± 0.14	57,26 ± 8.73	387	36417
Contrôle (surface)	10,47 ± 0.34	1,35 ± 0.07			
Contrôle (mi-profondeur)	10,46 ± 0.40	1,02 ± 0.01			
Référence (surface)	2,19 ± 0.04	0,44 ± 0.02	9,33 ± 0.86	65	1933
Référence (- 10m)	2,23 ± 0.48	0,50 ± 0.18	8,48 ± 0.48	58	2510

21-juin-00	Chlorophylle $\mu\text{g}/\text{dm}^3$	Phaéopigments $\mu\text{g}/\text{dm}^3$	Production primaire $\text{mg C}/\text{m}^3/\text{h}$	Microplancton nbre/cm^3	Nanoplancton nbre/cm^3
Canal amenée (surface)	27,43 ± 4.43	2,14 ± 0.41	21,86 ± 1.28	821	429
Rejet (surface)	27,64 ± 1.16	1,98 ± 0.30	37,37 ± 9.78	596	407
Contrôle (surface)	23,86 ± 8.55	1,75 ± 1.70			
Contrôle (mi-profondeur)	34,02 ± 0.13	0,16 ± 0.22			
Référence (surface)	8,54 ± 1.51	0,61 ± 0.86	13,94 ± 0.57	151	720
Référence (mi-profondeur)	14,80 ± 0.91	0,73 ± 0.20	25,92 ± 5.93	233	773

07-sept-00	Chlorophylle $\mu\text{g}/\text{dm}^3$	Phaéopigments $\mu\text{g}/\text{dm}^3$	Production primaire $\text{mg C}/\text{m}^3/\text{h}$	Microplancton nbre/cm^3	Nanoplancton nbre/cm^3
Canal amenée (surface)	2,40 ± 0.22	0,93 ± 0.11	10,87 ± 1.93	88	327
Rejet (surface)	2,37 ± 0.10	1,18 ± 0.21	9,40 ± 0.65	104	287
Contrôle (surface)	2,02 ± 0.20	0,70 ± 0.26			
Contrôle (mi-profondeur)	2,04 ± 0.06	0,47 ± 0.18			
Référence (surface)	1,62 ± 0.15	0,34 ± 0.11	6,62 ± 0.80	35	487
Référence (- 10m)	1,37 ± 0.24	0,36 ± 0.16	7,20 ± 0.42	40	350

Tableau 2.2.
Moyennes et écarts-
types des paramètres
phytoplanctoniques

Tableau 2.3 : "Déficits" phytoplanctoniques		Chlorophylle	Production primaire	Microplancton
	14 avril 2000	+0.3%	-8.4%	+83.4%
	21 juin 2000	+0.8%	+71.0%	-27.4%
	7 septembre 2000	-1.2%	-13.5%	+18.2%

Sur l'ensemble de l'année les déficits sont faibles et ne dépassent pas 13.5 % en production primaire. Le déficit de 27.4 % relevé en microplancton est par contre moins représentatif, le calcul n'étant effectué qu'à partir d'un seul échantillon.

2.3.1 Biomasse chlorophyllienne (figures 2.9)

Au cours des trois campagnes réalisées en 2000, les moyennes des biomasses algales exprimées en μg de chlorophylle a par dm^3 évoluent au canal d'amenée entre 2.40 ± 0.22 en septembre et 27.43 ± 4.43 en juin. Les valeurs au point rejet suivent la même amplitude et aucun déficit significatif en chlorophylle n'est à noter.

Tableau 2.4 Pourcentages de chlorophylle active		canal	rejet	contrôle	référence
	14 avril 2000	88,21	88,45	88,58	83,27
	21 juin 2000	92,76	93,32	93,17	93,33
	7 septembre 2000	72,07	66,76	74,26	82,65

En mars, les valeurs aux points les plus côtiers sont élevées par rapport au point référence. Comprises entre 10.47 et 18.46 μg de chlorophylle a par dm^3 , elles se situent dans la fourchette des valeurs printanières relevées à la mi-avril. En cette période s'ajoute à la biomasse algale côtière généralement composée de microplancton une forte biomasse nanoplanctonique constituées d'espèces à préférendum d'eau moins haline.

En juin les valeurs observées sont les valeurs les élevées qui ont été recensées depuis les études de suivi notamment aux points côtiers où les biomasses sont supérieures à 27 μg . Ces valeurs sont le reflet de la prolifération de cellules algales de forte biomasse telles *Rhizosolenia spp* (*R. stolterfothii*) et surtout *Guinardia flaccida* au contenu pigmentaire très élevé. En septembre, les valeurs d'environ 1.6 et 2.4 μg s'insèrent dans la fourchette des moyennes préalablement observée depuis les études de suivi. Les valeurs de chlorophylle active sont plus faibles, mais sont néanmoins élevées pour une population

à tendance automnale. Depuis 1987 aucun impact significatif au point rejet ou au point contrôle n'est décelé.

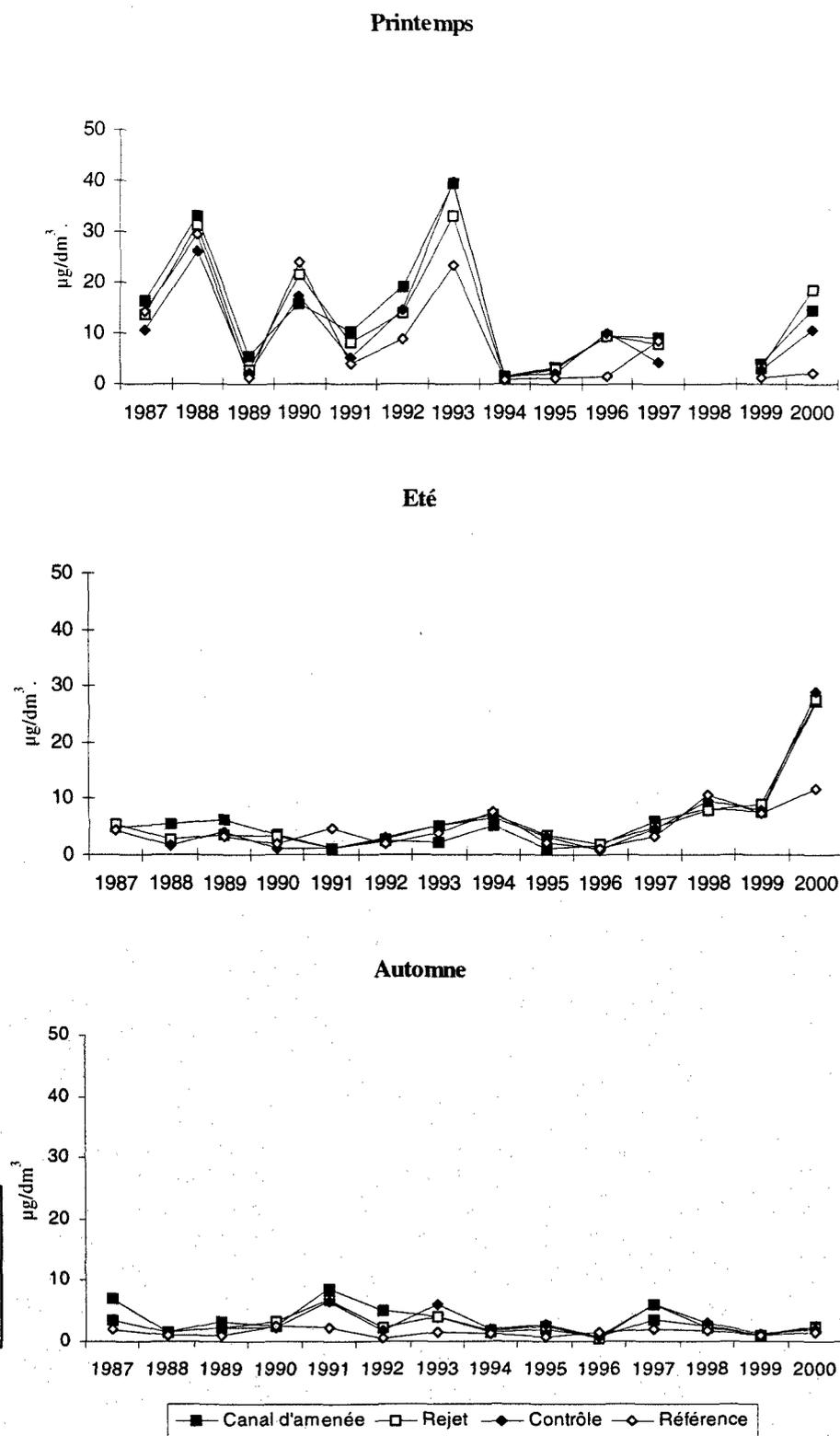


Fig. 2.9 : Biomasse chlorophyllienne de 1987 à 2000 au droit du CNPE de Penly

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 en avril et en juin que les valeurs les plus fortes, d'environ 2 μg ont été relevées, liées aux fortes valeurs calculées en chlorophylle a. Les pigments au cours de l'année sont toutefois très peu élevés et les populations sont en bon état physiologique exprimé par les pourcentages de chlorophylle active qui sont compris entre 66.7 et 93.3 % au rejet.

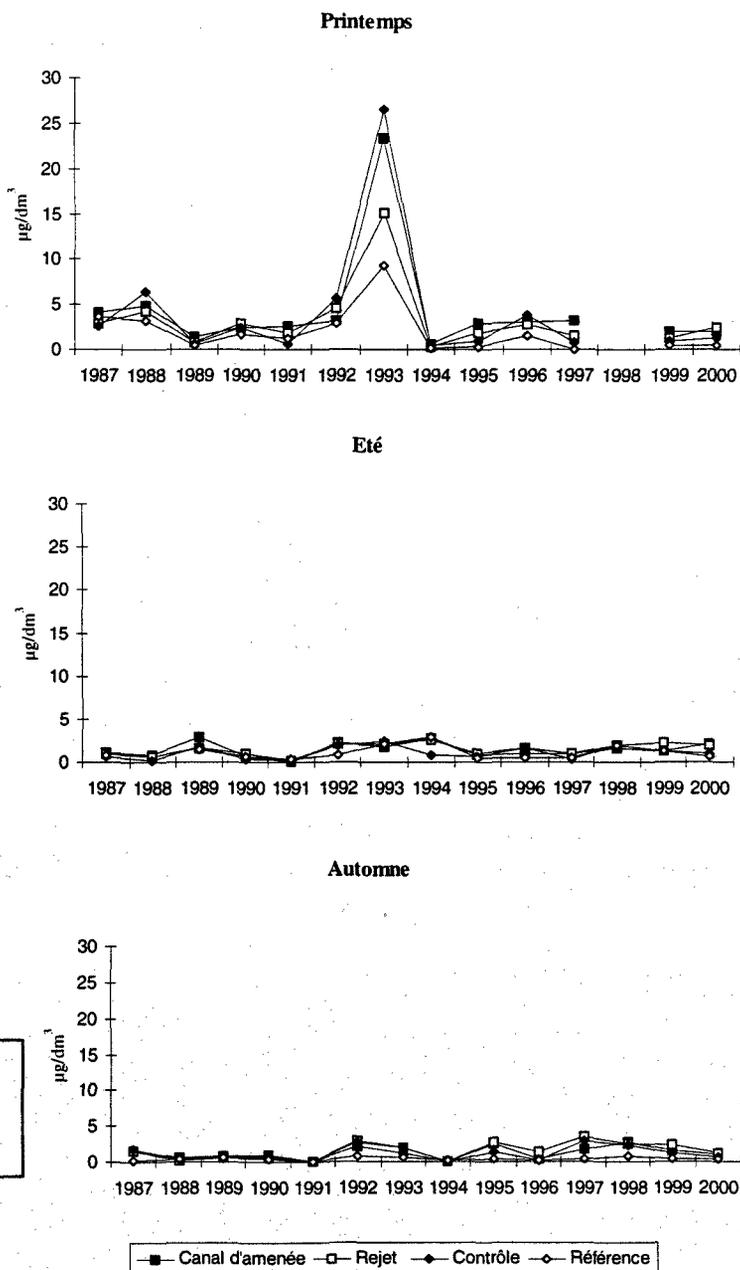


Fig. 2.10. : Phéopigments de 1987 à 2000 au droit du CNPE de PENLY

2.3.3 Production primaire (figures 2.11)

Les valeurs et les fluctuations de la production primaire en 2000 sont liées à celles observées en chlorophylle tout particulièrement en avril où les valeurs évoluent entre 62.5 et 57.3 mgC/m³/h entre le canal et le rejet. Ces valeurs élevées, dues à la prolifération nanoplanctonique, n'entraînent qu'un faible déficit de production de 8.4 %. En juin, des valeurs encore élevées, de l'ordre de 37.37±9.78 mgC, sont notées au rejet tandis qu'un faible déficit de 13.5 % est calculé en septembre.

Dans l'ensemble les points côtiers sont les plus productifs, et les valeurs relevées sont le reflet de la composition floristique. Les valeurs de l'année qui évoluent entre 6.62±0.80 en septembre et 62.49±8.15 mgC/m³/h en avril, sont comprises dans la fourchette des fluctuations saisonnières relevées depuis 1987.

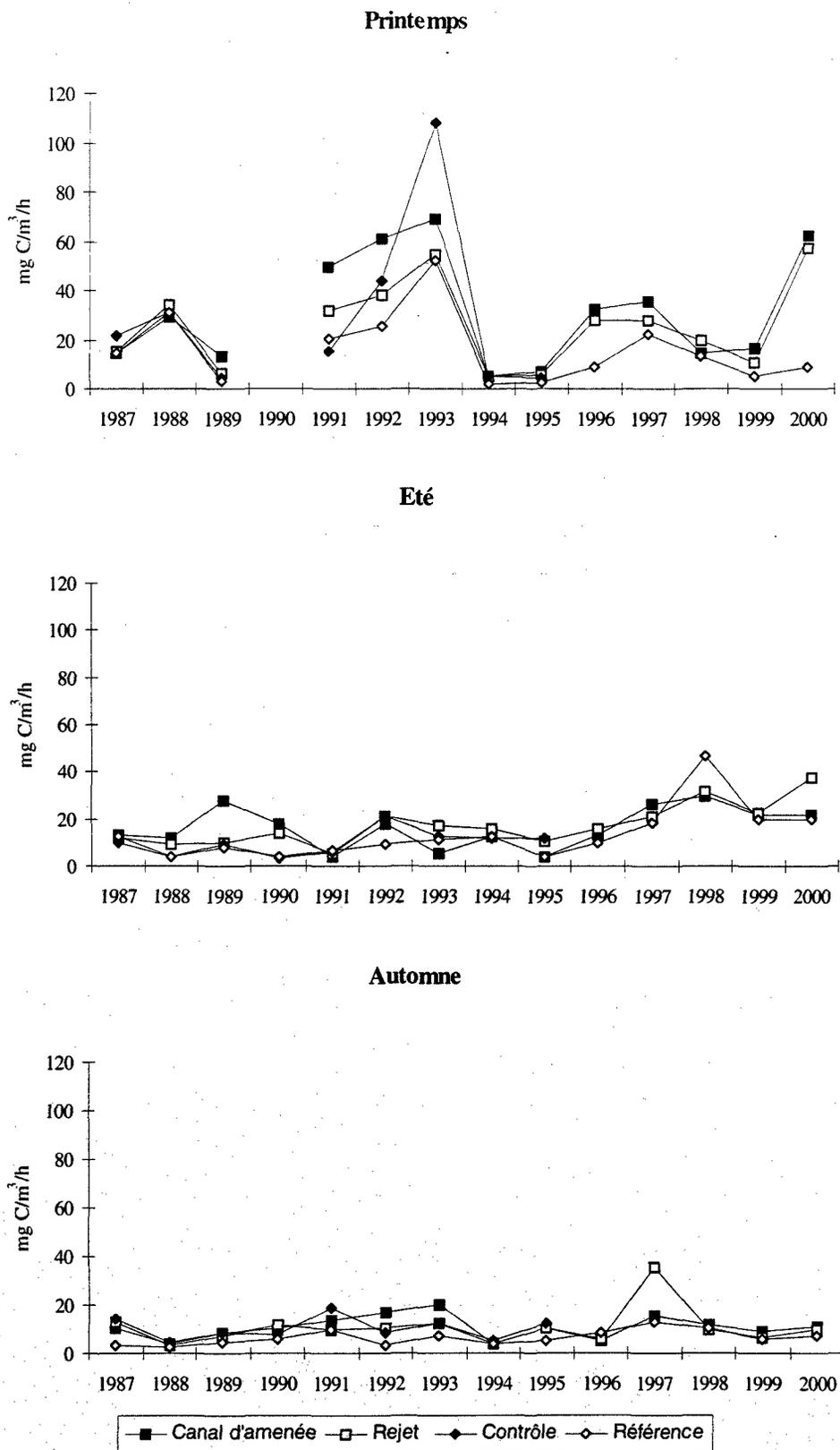


Fig. 2.11 :
Production primaire
de 1987 à 2000 au
droit du CNPE de
PENLY

2.3.4 Microplancton (figures 2.12)

Dans la limite de l'échantillonnage les valeurs de dénombrement relevées au rejet sont plus importantes qu'au canal, excepté en juin malgré une production plus élevée. Cette différence est peut être due à la prolifération de petites cellules productives, plus nombreuses au rejet qu'au canal telles *Rhizosolenia delicatula* et *Rhizosolenia fragilissima*.

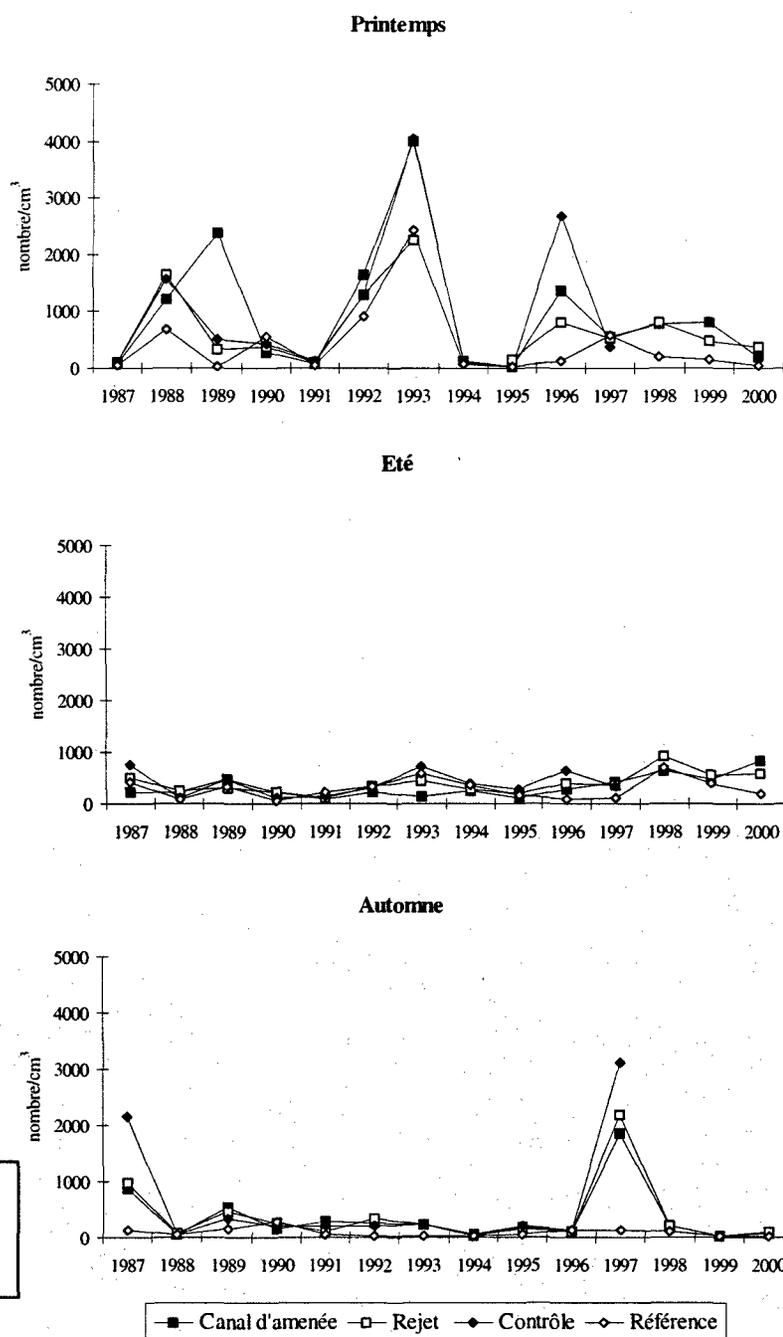


Fig. 2.12 : Microplancton de 1987 à 2000 au droit du CNPE de PENLY

2.3.5 Populations phytoplanctoniques

Comme les dernières années les espèces ont été rassemblées de telle sorte à s'insérer dans la base de données informatiques Quadrigé (projet Ifremer/Del, regroupant les réseaux de surveillance RNO, REPHY, REMI et IGA).

Le but de ce suivi n'est pas d'étudier l'évolution saisonnière de chaque population puisque les caractéristiques phytoplanctoniques du site sont bien connues, mais de détecter depuis la mise en route de la centrale un éventuel déséquilibre dans le cortège phytoplanctonique.

Quarante taxons ont été dénombrés en 2000 (tableau 2.5). 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 2.5 présente les résultats des 3 campagnes en nombre de cellules par cm³ et en pourcentage de dominance par rapport à la population phytoplanctonique totale. Les diatomées représentent toujours plus de 80 % des taxons de la population, seuls 7 taxons de dinoflagellés ont été recensés *Dinophysis* sp., *Gymnodinium* sp., *Gyrodinium* sp., *Protoperidinium* sp *Protoperidinium bipes*, *Prorocentrum micans* et *Torodinium robustum*. Les euglénophycées complètent la flore phytoplanctonique.

TAXONS	14/04/00					
	canal		rejet		reference	
	nb	%	nb	%	nb	%
Actinoptychus senarius (=A. undulatus)			1,0	0,4	0,6	1,0
Asterionella glacialis (= A. japonica)			2,0	0,5		
Cerataulina pelagica	4,1	1,9	13,3	3,4	0,7	1,2
Chaetoceros sp.	2,0	1,0				
Chaetoceros sociale + C. radians	25,5	12,1	17,4	4,5		
Dinophycées (= Dinoflagellés)						
Euglénophycées					0,2	0,3
Cylindrotheca closterium (= Nitzschia closterium)	1,0	0,5	4,1	1,1	0,8	1,3
Dinophysis sp.						
Ditylum brightwellii					0,1	0,2
Eucampia zodiacus			3,1	0,8	1,2	2,0
Guinardia flaccida						
Gymnodinium sp.						
Gyrodinium sp.	3,1	1,5	2,0	0,5	0,1	0,2
Lauderia sp. + Schroederella sp.	16,3	7,7				
Navicula sp.					0,3	0,4
Navicula pelagica					1,3	2,2
Nitzschia sp. + Hantzschia sp.	1,0	0,5				
Odontella aurita (= Biddulphia aurita)	3,1	1,5	1,0	0,3		
Paralia marina (= Paralia sulcata = Melosira sulcata)	2,0	1,0	18,4	4,8	3,7	5,9
Pleurosigma sp. + Gyrosigma sp.	1,0	0,5			0,1	0,2
Protoperdinium sp. + Peridinium sp.						
Protoperdinium bipes (= Minuscula bipes)						
Procentrum micans + P. arcuatum + P. gibbosum						
Pseudonitzschia delicatissima (= Nitzschia delicatissima)	17,4	8,2	12,2	3,2	1,4	2,3
Rhaphoneis sp.						
Rhizosolenia delicatula	112,2	53,2	262,2	67,8	10,1	16,4
Rhizosolenia fragilissima	5,1	2,4	7,1	1,9	0,5	0,8
Rhizosolenia imbricata (= R. shrubsolei) + R. styliformis	6,1	2,9	25,5	6,6	1,2	2,0
Rhizosolenia setigera + R. pungens	1,0	0,5	5,1	1,3	0,3	0,5
Rhizosolenia stotterfothii						
Skeletonema costatum					17,3	33,3
Stauroneis membranacea						
Thalassionema nitzschioides	10,2	4,8	8,2	2,1	19,8	32,2
Thalassiosira+Coscinosira+Coscinodiscus eccentricus(=T.ecc.)					1,1	1,8
Thalassiosira decipiens			3,1	0,8	0,7	1,2
Thalassiosira gravida						
Thalassiosira levanderi						
Thalassiosira rotula			1,0	0,3		
Torodinium robustum						

Tableau 2.5 Nombre (en cm³) et pourcentage de dominance des espèces phytoplanctoniques recensées en 2000

TAXONS	21/06/00					
	canal		rejet		reference	
	nb	%	nb	%	nb	%
<i>Actinoptychus senarius</i> (= <i>A. undulatus</i>)					0,2	0,1
<i>Asterionella glacialis</i> (= <i>A. japonica</i>)						
<i>Cerataulina pelagica</i>	46,9	5,7	22,5	3,8	10,4	5,4
<i>Chaetoceros</i> sp.	6,1	0,8	2,0	0,3		
<i>Chaetoceros sociale</i> + <i>C. radians</i>						
Dinophycées (= Dinoflagellés)					0,6	0,3
Euglénophycées					0,2	0,1
<i>Cylindrotheca closterium</i> (= <i>Nitzschia closterium</i>)			2,0	0,3	0,5	0,3
<i>Dinophysis</i> sp.					0,1	0,1
<i>Ditylum brightwellii</i>						
<i>Eucampia zodiacus</i>	2,0	0,3			0,1	0,1
<i>Guinardia flaccida</i>	400,0	48,8	251,0	42,1	66,0	34,3
<i>Gymnodinium</i> sp.	2,0	0,3	1,0	0,2	0,6	0,3
<i>Gyrodinium</i> sp.						
<i>Lauderia</i> sp. + <i>Schroederella</i> sp.						
<i>Navicula</i> sp.	3,1	0,4	2,0	0,3	0,6	0,3
<i>Navicula pelagica</i>						
<i>Nitzschia</i> sp. + <i>Hantzschia</i> sp.			4,1	0,7	0,1	0,1
<i>Odontella aurita</i> (= <i>Biddulphia aurita</i>)						
<i>Paralia marina</i> (= <i>Paralia sulcata</i> = <i>Melosira sulcata</i>)	16,3	2,0			2,9	1,5
<i>Pleurosigma</i> sp. + <i>Gyrosigma</i> sp.	2,0	0,3				
<i>Protoperdinium</i> sp. + <i>Peridinium</i> sp.	5,1	0,6			0,3	0,2
<i>Protoperdinium bipes</i> (= <i>Minuscula bipes</i>)					0,1	0,1
<i>Prorocentrum micans</i> + <i>P. arcuatum</i> + <i>P. gibbosum</i>						
<i>Pseudonitzschia delicatissima</i> (= <i>Nitzschia delicatissima</i>)	2,0	0,3	1,0	0,2	0,6	0,3
<i>Rhaphoneis</i> sp.						
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	27,6	3,4	62,2	10,5	50,9	26,5
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	5,1	0,6	15,3	2,6	7,2	3,8
<i>Rhizosolenia imbricata</i> (= <i>R. shrubsolei</i>) + <i>R. styliformis</i>	1,0	0,1	2,0	0,3	0,3	0,2
<i>Rhizosolenia setigera</i> + <i>R. pungens</i>					0,2	0,1
<i>Rhizosolenia stouterfothii</i>	273,5	33,3	204,1	34,3	26,3	13,7
<i>Skeletonema costatum</i>						
<i>Stauroneis membranacea</i>			6,1	1,0		
<i>Thalassionema nitzschioides</i>						
<i>Thalassiosira</i> + <i>Coscinosira</i> + <i>Coscinodiscus eccentricus</i> (=T.ecc.)						
<i>Thalassiosira decipiens</i>						
<i>Thalassiosira gravida</i>	26,5	3,2	20,4	3,4	23,7	12,3
<i>Thalassiosira levanderi</i>						
<i>Thalassiosira rotula</i>						
<i>Torodinium robustum</i>	1,0	0,1			0,2	0,1

Tableau 2.5 Nombre (en cm³) et pourcentage de dominance des espèces phytoplanctoniques recensées en 2000 (suite)

TAXONS	07/09/00					
	canal		rejet		reference	
	nb	%	nb	%	nb	%
Actinoptychus senarius (=A. undulatus)	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,8
Asterionella glacialis (= A. japonica)						
Cerataulina pelagica						
Chaetoceros sp.	3,7	4,1	3,3	3,1	2,3	6,2
Chaetoceros sociale + C. radians						
Dinophycées (= Dinoflagellés)					0,5	1,4
Euglénophycées	2,4	2,8	0,4	0,4	0,4	1,1
Cylindrotheca closterium (= Nitzschia closterium)	0,4	0,5	1,2	1,2	0,7	1,9
Dinophysis sp.						
Ditylum brightwellii						
Eucampia zodiacus						
Guinardia flaccida						
Gymnodinium sp.			0,4	0,4	0,1	0,3
Gyrodinium sp.						
Lauderia sp. + Schroederella sp.						
Navicula sp.	1,4	1,6	2,4	2,3	0,2	0,5
Navicula pelagica						
Nitzschia sp. + Hantzschia sp.	0,4	0,5	0,4	0,4	0,1	0,3
Odontella aurita (= Biddulphia aurita)	0,4	0,5	3,1	2,9		
Paralia marina (= Paralia sulcata = Melosira sulcata)	8,7	8,9	15,9	15,2	4,1	10,8
Pleurosigma sp. + Gyrosigma sp.	0,2	0,2	0,2	0,2		
Protoperdinium sp. + Peridinium sp.	0,4	0,5			0,1	0,3
Protoperdinium bipes (= Minuscula bipes)					0,1	0,3
Procentrum micans + P. arcuatum + P. gibbosum					0,2	0,5
Pseudonitzschia delicatissima (= Nitzschia delicatissima)						
Rhaphoneis sp.			1,0	1,0	0,9	2,4
Rhizosolenia delicatula	37,8	42,8	30,5	29,3	10,3	27,3
Rhizosolenia fragilissima					2,3	6,2
Rhizosolenia imbricata (= R. shrubssolei) + R. styliformis						
Rhizosolenia setigera + R. pungens						
Rhizosolenia stouterfothii	4,9	5,5	4,5	4,3	0,8	2,2
Skeletonema costatum						
Stauroneis membranacea						
Thalassionema nitzschioides	12,8	14,5	28,9	27,7	10,1	26,8
Thalassiosira+Coscinosira+Coscinodiscus eccentricus(=T.ecc.)						
Thalassiosira decipiens	0,8	0,9	1,8	1,8		
Thalassiosira gravida	10,2	11,5	9,2	8,8	3,0	7,8
Thalassiosira levanderi	3,5	3,9	0,8	0,8	0,7	1,9
Thalassiosira rotula						
Torodinium robustum					0,4	1,1

Tableau 2.5 Nombre (en cm³) et pourcentage de dominance des espèces phytoplanctoniques recensées en 2000 (suite)

Dans un souci de clarté le tableau 2.6 et la figure 2.13 regroupent les 9 taxons dominants supérieurs à 10 %. Les diatomées, *Chaetoceros* spp., *Rhizosolenia* spp., *Thalassiosira* spp, *Guinardia flaccida*, *Navicula pelagica*, *Cylindrotheca closterium*, *Thalassionema nitzschioides*, *Skeletonema costatum*, et *Paralia marina* représentent au cours de l'année entre 79 et 98 % de la population.

En avril la population phytoplanctonique est surtout représentée par l'ensemble des *Rhizosolenia* avec comme espèce principale *R. delicatula*. Au point rejet la dominance de ce taxon représente plus de 77 % de la communauté algale pour des concentrations d'environ 300 000 cellules par litre. Au point référence la dominance de ce taxon n'est que d'environ 20 % pour une densité 25 fois moins élevée. Durant cette période d'autres espèces ont également été dénombrées comme les petites espèces *Thalassionema nitzschioides* et *Skeletonema costatum*.

En juin, les espèces sont moins diversifiées et deux prédominent particulièrement pour des concentrations d'environ 65 000 à 400 000 cellules au litre : *Rhizosolenia* spp (de 37 à 47 %) avec pour espèce dominante *R. stolterfothii* et *Guinardia flaccida* (de 34 à 48 %).

En septembre les espèces estivales *R. delicatula* *R. stolterfothii* sont toujours présentes mais à des concentrations 10 fois moins élevées. L'espèce *Guinardia flaccida*, exclusivement estivale n'a pas été dénombrée tandis que des taxons à préférence moins exigeant comme *Thalassiosira gravida*, *Thalassionema nitzschioides* et *Paralia marina* sont notés.

Au cours des trois campagnes, aucun déséquilibre dans la composition floristique entre les différents points n'a été noté. Les taxons dénombrés en 2000 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.

Les variations observées entre les différents points sont essentiellement dues aux variations spatiales dans cette zone.

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".

TAXONS	14/04/00					
	canal		rejet		référence	
	nb	%	nb	%	nb	%
Ensemble des <i>Chaetoceros</i>	27,6	13,1	17,4	4,5		
Ensemble des <i>Rhizosolenia</i>	124,5	59,0	300,0	77,6	12,1	19,7
Ensemble des <i>Thalassiosira</i>			4,1	1,1	1,8	3,0
<i>Guinardia flaccida</i>						
<i>Navicula pelagica</i>					1,3	2,2
<i>Cylindrotheca closterium</i>	1,0	0,5	4,1	1,1	0,8	1,3
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	10,2	4,8	8,2	2,1	19,8	32,2
<i>Skeletonema costatum</i>					17,3	33,3
<i>Paralia marina</i>	2,0	1,0	18,4	4,8	3,7	5,9

TAXONS	21/06/00					
	canal		rejet		référence	
	nb	%	nb	%	nb	%
Ensemble des <i>Chaetoceros</i>	6,1	0,8	2,0	0,3		
Ensemble des <i>Rhizosolenia</i>	307,1	37,4	283,7	47,6	85,0	44,2
Ensemble des <i>Thalassiosira</i>	26,5	3,2	20,4	3,4	23,7	12,3
<i>Guinardia flaccida</i>	400,0	48,8	251,0	42,1	66,0	34,3
<i>Navicula pelagica</i>						
<i>Cylindrotheca closterium</i>			2,0	0,3	0,5	0,3
<i>Thalassionema nitzschioides</i>						
<i>Skeletonema costatum</i>						
<i>Paralia marina</i>	16,3	2,0			2,9	1,5

TAXONS	07/09/00					
	canal		rejet		référence	
	nb	%	nb	%	nb	%
Ensemble des <i>Chaetoceros</i>	3,7	4,1	3,3	3,1	2,3	6,2
Ensemble des <i>Rhizosolenia</i>	42,7	48,3	35,0	33,6	13,4	35,7
Ensemble des <i>Thalassiosira</i>	14,4	16,3	11,8	11,3	3,7	9,7
<i>Guinardia flaccida</i>						
<i>Navicula pelagica</i>						
<i>Cylindrotheca closterium</i>	0,4	0,5	1,2	1,2	0,7	1,9
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	12,8	14,5	28,9	27,7	10,1	26,8
<i>Skeletonema costatum</i>						
<i>Paralia marina</i>	8,7	8,9	15,9	15,2	4,1	10,8

Tableau 2.7 : Nombre (en cm³) et pourcentage des taxons dominants

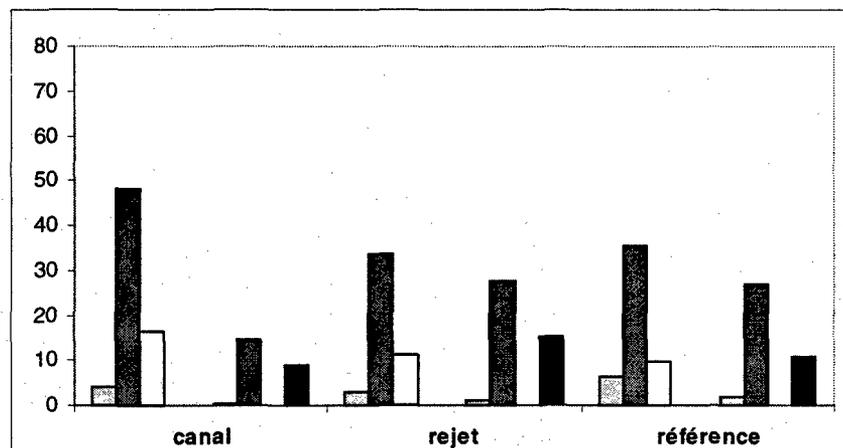
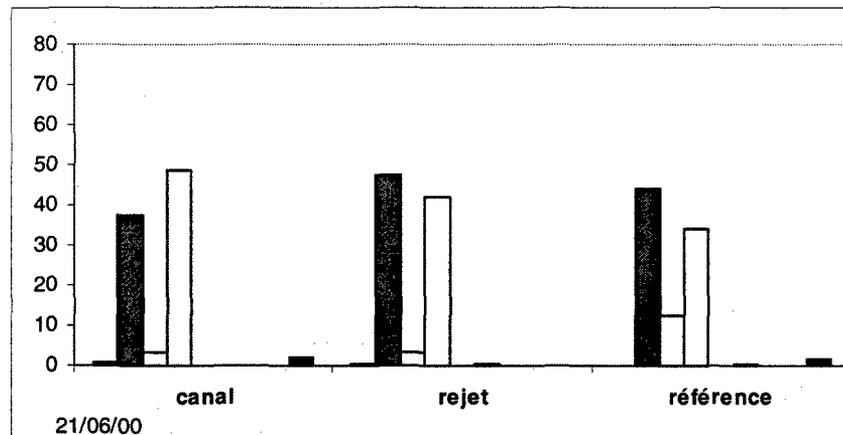
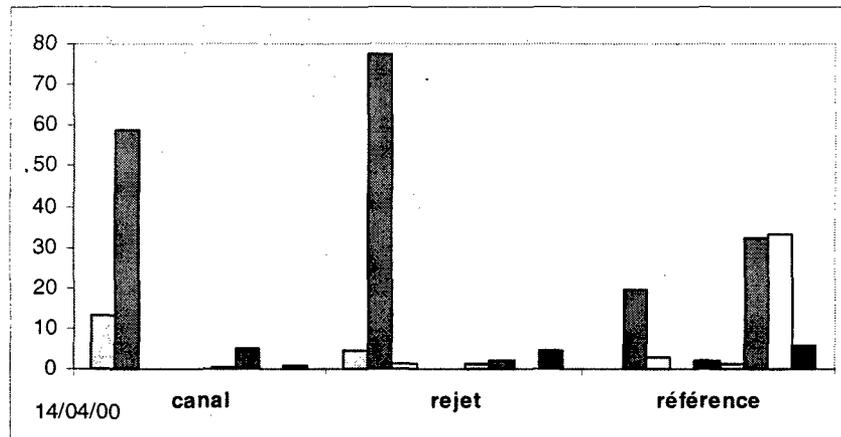


Figure 2.13 : Evolution des taxons dominants

- Ensemble des Chaetoceros
- Ensemble des Rhizosolenia
- Ensemble des Thalassiosira
- Guinardia flaccida
- Navicula pelagica
- Cylindrotheca closterium
- Thalassionema nitzschioides
- Skeletonema costatum
- Paralia marina

2.4. ZOOPLANCTON

2.4.1. Introduction

En 2000, les trois campagnes de prélèvements ont eu lieu les 14 avril, 21 juin et 7 septembre. A chaque campagne, les quatre points suivis depuis mai 1987 sont étudiés :

- canal d'amenée
- rejet
- contrôle
- référence

Pour chaque point, sept répliquats de zooplancton sont effectués à l'aide d'un filet à plancton triple de type WP₂, de maillage 200 µm et de surface d'ouverture 0,25 m², remonté verticalement sur toute la hauteur de la colonne d'eau. Six de ces échantillons sont filtrés sur des soies de 100 µm prépesées, et aussitôt congelées afin d'évaluer la biomasse (mesure du poids sec et des poids de carbone et d'azote) ; le septième est formolé en vue de l'étude qualitative et quantitative des espèces animales.

2.4.2. Etude de la biomasse zooplanctonique globale

(Voir Tableau 1)

Les biomasses zooplanctoniques varient sur un même site, en fonction des points et de la saison. Elles évoluent également selon les années en fonction des conditions climatiques et hydrologiques générales.

	C. AMENEE	REJET	CONTROLE	REFERENCE
Poids sec en mg/m3				
Avril	85.2 ± 26.4	183.3 ± 80.5	75.8 ± 15.1	35.7 ± 10.9
Juin	163.8 ± 57.0	105.8 ± 42.2	55.3 ± 10.3	48.0 ± 2.7
Septembre	7.8 ± 2.6	20.1 ± 2.9	44.5 ± 4.9	53.7 ± 9.4
Poids de carbone (mg/m3)				
Avril	12.1 ± 2.1	31.5 ± 12.3	13.9 ± 1.6	11.0 ± 4.2
Juin	40.5 ± 3.7	36.8 ± 14.6	16.7 ± 3.6	17.3 ± 0.9
Septembre	1.9 ± 0.5	5.6 ± 0.3	15.1 ± 1.3	19.3 ± 3.7
Poids d'azote (mg/m3)				
Avril	2.8 ± 1.0	6.5 ± 2.4	3.0 ± 0.4	2.6 ± 1.1
Juin	9.9 ± 1.1	9.2 ± 3.6	3.9 ± 0.8	4.2 ± 0.2
Septembre	0.4 ± 0.1	1.2 ± 0.0	3.8 ± 0.3	4.9 ± 1.0
Rapport C/N				
Avril	5.1 ± 0.3	4.9 ± 0.6	4.6 ± 0.3	4.2 ± 0.2
Juin	4.1 ± 0.1	4.0 ± 0.0	4.4 ± 0.1	4.1 ± 0.1
Septembre	4.6 ± 0.3	4.6 ± 0.3	4.0 ± 0.0	4.0 ± 0.0

Tableau 1 : Bilan global zooplanctonique ; poids sec, carbone et azote.

2.4.2.1. Poids sec

Durant la campagne d'avril 2000, les valeurs du poids sec varient de $35,7 \pm 10,9 \text{ mg/m}^3$ au point référence, à $183,3 \pm 80,5 \text{ mg/m}^3$ au point rejet.

En juin, le poids sec varie de $48,0 \pm 2,7 \text{ mg/m}^3$ au point référence à $163,8 \pm 57,0 \text{ mg/m}^3$ au point canal d'amenée. Il se dessine un gradient décroissant de la côte vers le large.

Lors de la campagne de septembre, le gradient côte-large observé est inversé par rapport à juin ; le poids sec est plus élevé au point référence ($53,7 \pm 9,4 \text{ mg/m}^3$) et plus bas au point canal d'amenée ($7,8 \pm 2,6 \text{ mg/m}^3$).

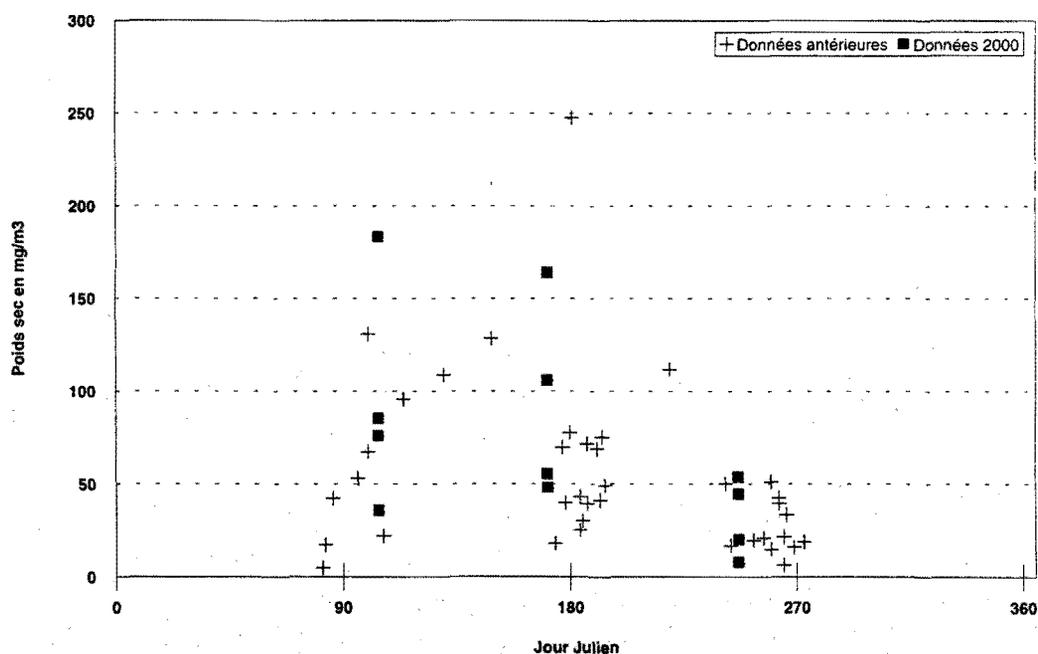


Figure 1 : Poids sec en mg/m^3 . Comparaison de l'année 2000 avec les années antérieures

Globalement, les valeurs observées cette année sont comprises dans la fourchette de celles rencontrées depuis que s'effectue la surveillance sur ce site (voir Figure 1).

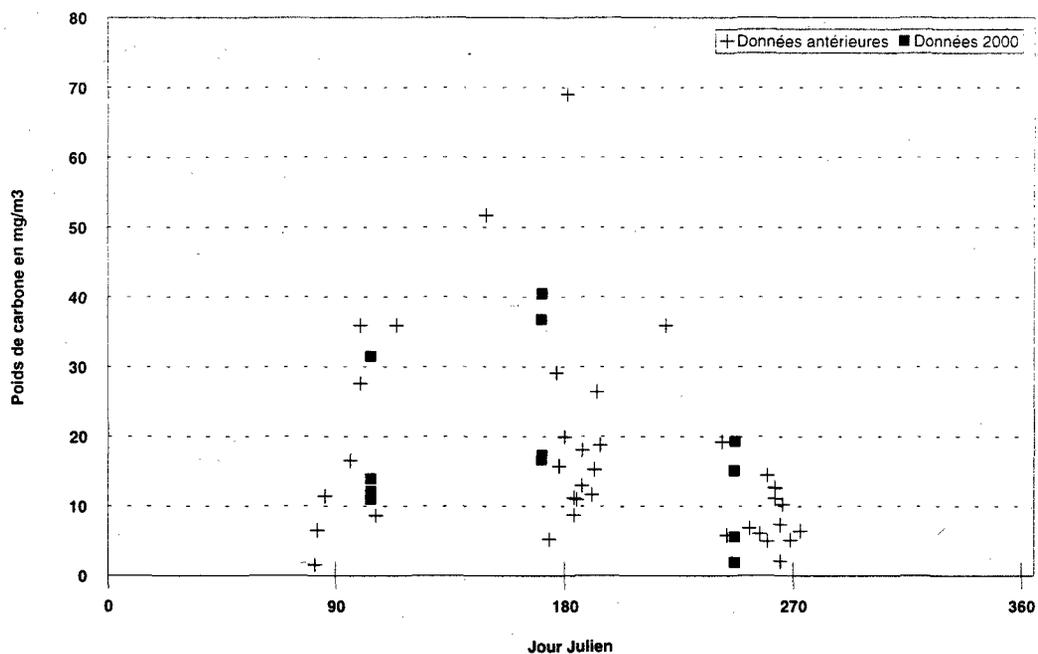


Figure 2 : Poids de carbone dans la biomasse sèche. Comparaison de l'année 2000 avec les années antérieures

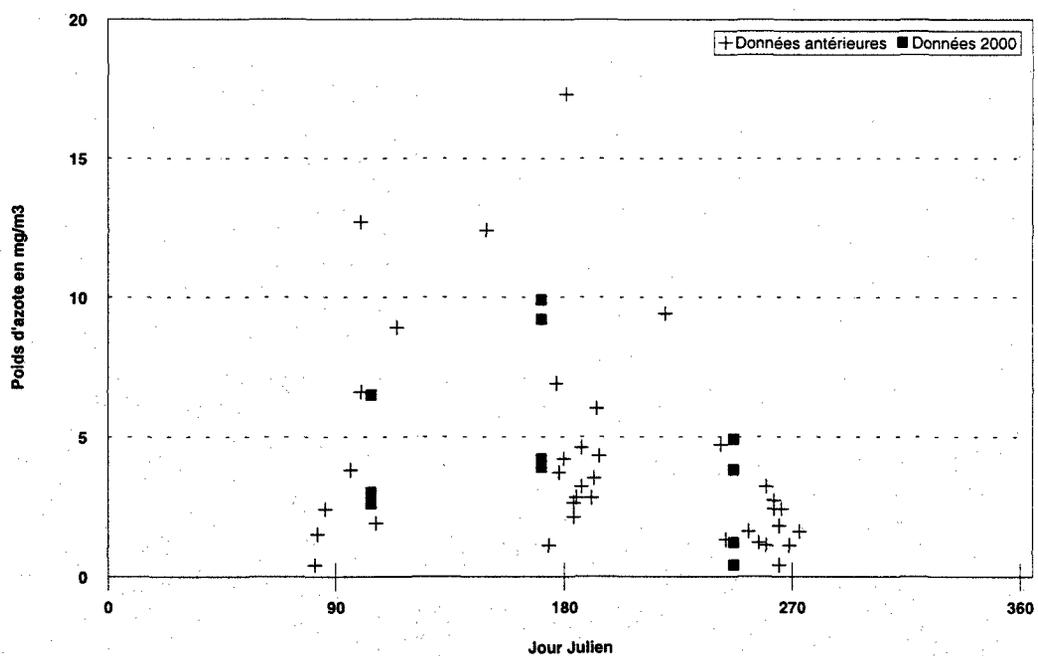


Figure 3: Poids d'azote dans la biomasse sèche. Comparaison de l'année 2000 avec les années antérieures

2.4.2.2. Poids de carbone et d'azote dans la biomasse sèche

L'analyse directe du carbone et de l'azote organique permet de s'affranchir de l'influence des matières en suspension dans l'eau, et de calculer le rapport C/N, qui est un indicateur de l'état physiologique du cheptel.

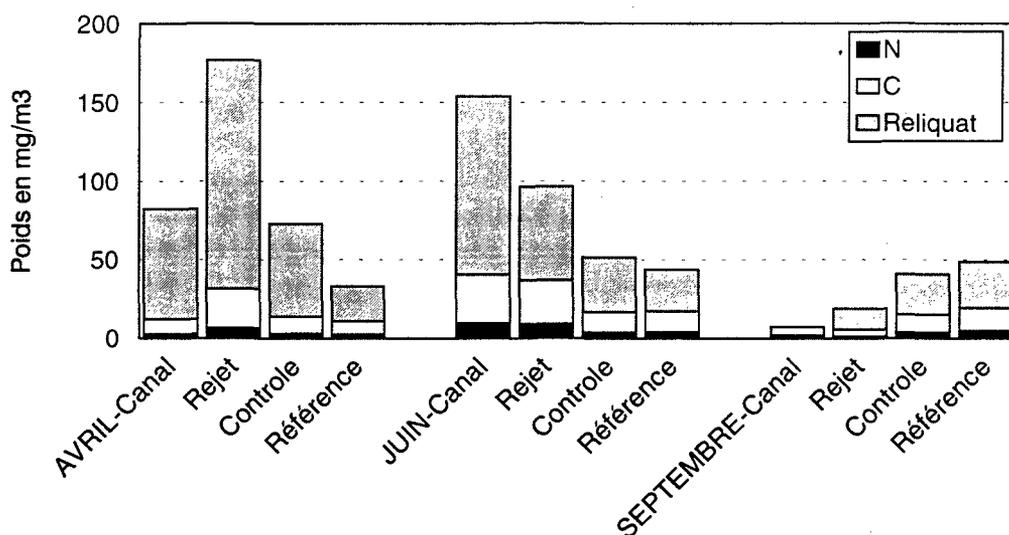


Figure 4 : Poids de carbone et d'azote dans la biomasse sèche

Les poids de carbone et d'azote varient respectivement de $1,9 \pm 0,5 \text{ mg/m}^3$ et $0,4 \pm 0,1 \text{ mg/m}^3$ au point canal d'amenée en septembre, à $40,5 \pm 3,7 \text{ mg/m}^3$ et $9,9 \pm 1,1 \text{ mg/m}^3$ au point canal d'amenée en juin.

Lors de la campagne d'avril, les poids de carbone et d'azote sont maximum au point rejet.

En juin, il se dessine pour ces deux poids des gradients côte-large décroissants. En septembre, ces gradients sont inversés ; les valeurs les plus basses sont observées au point canal d'amenée, et les plus élevées au large.

Les poids de carbone et d'azote observés en 2000, sont comparables à ceux obtenus les années précédentes (voir Figure 2 et Figure 3).

2.4.2.3. Evaluation du rapport carbone/azote

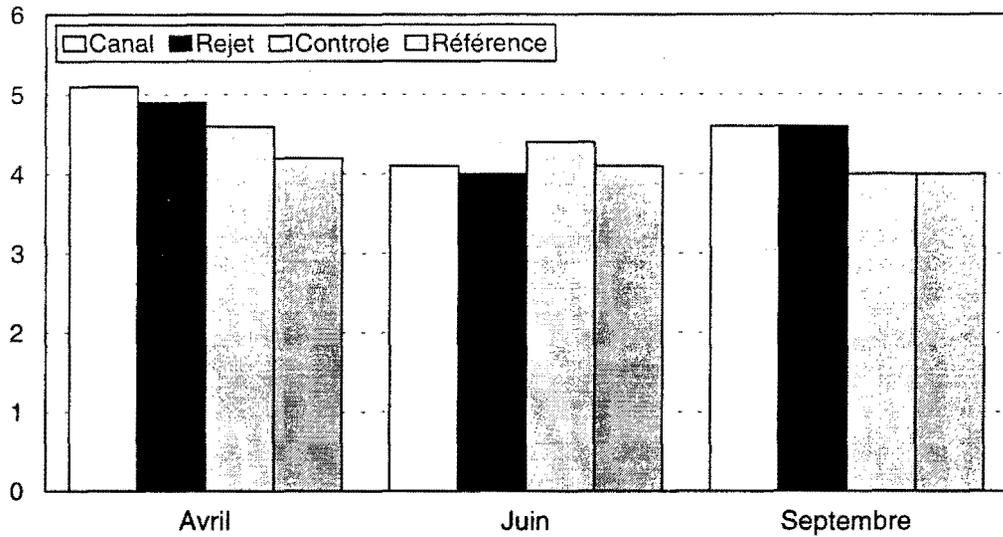


Figure 5

Ce rapport est un paramètre suivi avec intérêt, puisqu'il peut traduire un état du métabolisme animal en un site, à une saison donnée. A Penly, pour l'année 2000, ce rapport variant de 4.0 ± 0.0 à 5.1 ± 0.3 , ne présente pas de particularités, et est conforme aux valeurs observées habituellement (voir Figure 6).

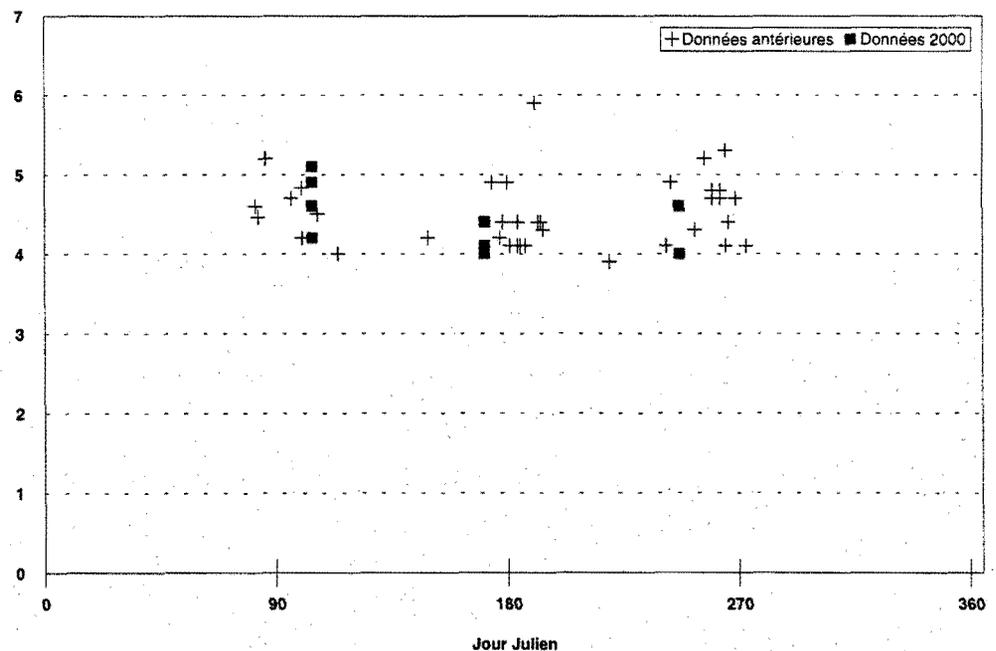


Figure 6 : Rapport carbone/azote. Comparaison de l'année 2000 avec les années antérieures

Nature des résultats	14/04/2000				21/06/2000			
	N / 10 m3				N / 10 m3			
	Canal	Rejet	Référence	Contrôle	Canal	Rejet	Référence	Contrôle
TOTAL CNIDAIRES	112	19	4	31	788	242	4	78
TOTAL CTENAIRES	6	208	17	159	51	158	73	
TOTAL CHAETOGNATHES						19	4	
TOTAL ANNELIDES	1560	2770	168	596	3330	1670	223	669
TOTAL CLADOCERES	29	38	13	269	972	1020	6140	4740
TOTAL L. CIRRIPEDES	1850	1660	3020	1420	2100	3670	2560	2900
AMPHIPODES	6		1			93	219	
ISOPODES					51	47		56
CUMACES		15	4		153	47		
TOTAL MYSIDACES	18	11				28		
TOTAL COPEPODES	3940	8160	6380	6900	62000	63400	19000	46500
EUPHAUSIACES		11						
LARVES NATANTIA				5	20	9	37	67
LARVES THALASSINIDEAE					20	56	91	156
TOT L. ANOMOURES			10	7	215	344	501	457
TOT L. BRACHYOURES	41	83	92	233	297	186	179	412
TOTAL L. MOLLUSQUES	29	75		58	12700	3400	4170	7130
Cyphonautes BRYOZOAIRES		19	4		51	93	73	111
TOT L. ECHYNODERMES								56
TOTAL APPENDICULAIRES	853	189	53	269	4450	3580	5480	12700
TELEOSTEENS (larves+oeufs)	24	19	52	51	154	158	231	680
TOTAL ZOOPLANCTON	8470	13300	9820	10000	87400	78200	39000	76700
			10400				70300	

Nature des résultats	07/09/2000			
	N / 10 m3			
	Canal	Rejet	Référence	Contrôle
TOTAL CNIDAIRES			55	64
TOTAL CTENAIRES				
TOTAL CHAETOGNATHES	5	256	191	379
TOTAL ANNELIDES	122	234	123	167
TOTAL CLADOCERES				11
TOTAL L. CIRRIPEDES	444	457	68	33
AMPHIPODES		8		6
ISOPODES		45	27	33
CUMACES		33		
TOTAL MYSIDACES		3		
TOTAL COPEPODES	1700	21500	31200	19700
EUPHAUSIACES				
LARVES NATANTIA			14	78
LARVES THALASSINIDEAE	11	162	956	267
TOT L. ANOMOURES	5	45	287	947
TOT L. BRACHYOURES	16	28	109	134
TOTAL L. MOLLUSQUES	53	256	2390	2420
Cyphonautes BRYOZOAIRES	5			22
TOT L. ECHYNODERMES			123	
TOTAL APPENDICULAIRES	138	312	491	301
TELEOSTEENS (larves+oeufs)				3
TOTAL ZOOPLANCTON	2500	23300	36000	24600
			21600	

Tableau 2 : Récapitulatif des taxons rencontrés (valeurs arrondies)

2.4.3. Etude des espèces zooplanctoniques

Une analyse des moyennes observées en regroupant les résultats des quatre stations canal d'aménée, rejet, contrôle et référence permet de situer les tendances de l'année 2000.

La répartition du zooplancton total est la suivante (voir Tableau 2) : la moyenne minimale obtenue se situe en avril (10400 ind/10m³), et la moyenne maximale, en juin avec 70300 ind/10m³. En septembre, il a été dénombré une moyenne de 21600 ind/10m³.

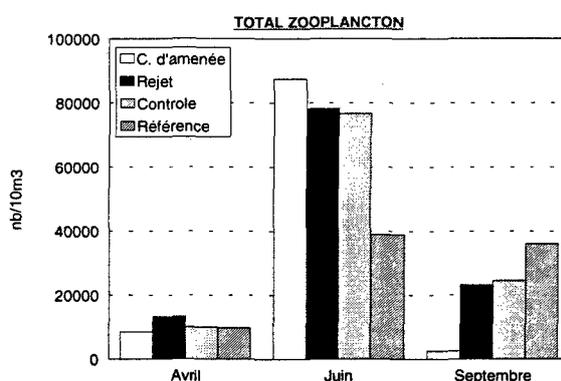


Figure 7 : Le zooplancton total

2.4.3.1. Composition faunistique du zooplancton

Un certain nombre d'espèces accomplissent l'intégralité de leur cycle biologique au sein du milieu pélagique ; ce sont les espèces holoplanctoniques. Parmi celles-ci, les copépodes représentent généralement de 60 % à 80 % de la population de la Manche. Selon la saison, s'y rajoutent quelques espèces moins abondantes, appartenant à divers embranchements, Appendiculaires, Mysidacés, Cténaïres et Chaetognathes.

Par opposition à ces espèces, le méroplancton constitue la fraction temporaire du zooplancton. Il est constitué d'un ensemble de stades pélagiques d'espèces fixées (phases sexuées libres des Cnidaires) ou benthiques appartenant à de nombreux embranchements : Annélides, Mollusques, et Crustacés (dont les Cirripèdes, particulièrement nombreux lors de la période hivernale).

Afin de mieux définir la composition du zooplancton, le pourcentage de dominance, c'est à dire, le pourcentage d'un taxon par rapport au nombre total d'individu est calculé (voir tableau 3).

	C. d'aménée	Rejet	Contrôle	Référence	Moyenne
Total zooplancton					
Avril	8470	13300	10000	9820	10400
Juin	87400	78200	76700	39000	70300
Septembre	2500	23300	24600	36000	21600
Total copépodes					
Avril	3940	8160	6900	6380	6350
Juin	62000	63400	46500	19000	47700
Septembre	1700	21500	19700	31200	18500
% copépodes					
Avril	47%	61%	69%	65%	61%
Juin	71%	81%	61%	49%	68%
Septembre	68%	92%	80%	87%	86%
Total holoplancton					
Avril	4850	8610	7600	6460	5265
Juin	67500	68200	63900	30700	57600
Septembre	1840	22100	20400	31900	19100
% holoplancton					
Avril	57%	65%	76%	66%	51%
Juin	77%	87%	83%	79%	82%
Septembre	74%	95%	83%	89%	88%
Total méroplancton					
Avril	3620	4670	2400	3360	3510
Juin	19900	10000	12800	8290	12700
Septembre	656	1270	4170	4150	2560
% méroplancton					
Avril	43%	35%	24%	34%	34%
Juin	23%	13%	17%	21%	18%
Septembre	26%	5%	17%	12%	12%

Tableau 3 : Pourcentage de dominance

- Campagne du 14 avril 2000 :

Le holoplancton représente de 57 à 76 % du zooplancton total, selon les points. Ce sont de 81 à 99 % des copépodes, et plus précisément les espèces *Temora longicornis*, *Pseudocalanus elongatus* et *Acartia clausi*. Le complément est constitué d'Appendiculaires et de Cténaïres.

Le méroplancton représente en moyenne 34 % du zooplancton total. Les larves de cirripèdes dont la reproduction s'effectue principalement en hiver, sont les plus nombreuses. Compte tenu du report de la campagne en avril, les larves d'annélides et de brachyours sont déjà présentes en abondance.

- Campagne du 21 juin 2000 :

Les copépodes *Acartia clausi*, *Temora longicornis*, *Centropages hamatus* et *Pseudocalanus elongatus* constituent l'essentiel du holoplancton (représentant en moyenne 82 % du zooplancton total). Les autres espèces holoplanctoniques présentes sont des Appendiculaires et des Cténaïres.

Le méroplancton reste abondant (13 à 23 % du zooplancton total selon les points), et est surtout représenté par des larves de mollusques en très grande quantité, des larves de cirripèdes et des annélides.

- Campagne du 7 septembre 2000 :

Les copépodes sont dominants puisqu'ils représentent en moyenne 86 % du zooplancton total, pourcentage le plus élevé des trois campagnes. Cependant, leur nombre régresse. *Acartia clausi* et *Temora longicornis* restent abondants. Les espèces *Paracalanus parvus* et *Euterpina acutifrons* sont à leur maximum de développement. Parmi les espèces holoplanctoniques, notons l'abondance des chaetognathes (à l'exception du canal d'amenée).

Le méroplancton représente en moyenne 12 % du zooplancton total. Les larves de divers groupes sont présentes.

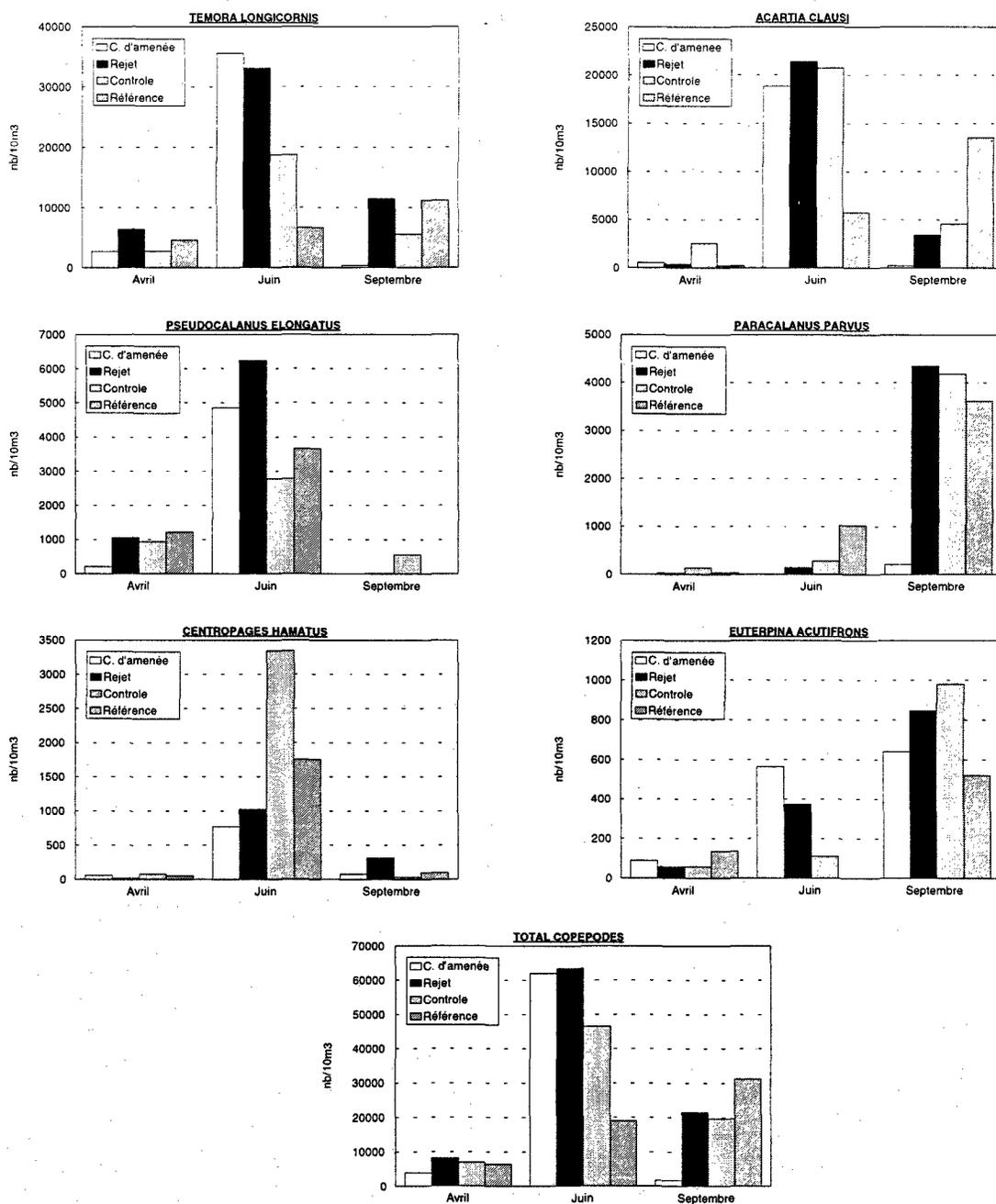


Figure 8 : Les principaux copépodes

2.4.3.2. Variation saisonnière des principaux taxons

L'HOLOPLANCTON

- Les copépodes (voir Figure 8)

Le zooplancton de la Manche comprend essentiellement des crustacés copépodes dont le cycle de vie est entièrement pélagique. La succession des diverses espèces de copépodes est conforme au schéma habituel, en fonction de leur preferendum biologique.

Temora longicornis

Cette espèce présente sur tous les points est le copépode dominant lors des trois campagnes. En juin, il se dessine un gradient décroissant de la côte vers le large. Son maximum d'abondance se situe aux points canal d'amenée et rejet avec respectivement 35600 ind/10m³ et 33100 ind/10m³.

Acartia clausi

Cette espèce cosmopolite est présente aux trois campagnes. Elle est très abondante en juin où sa densité est proche des 20000 ind/10m³ aux points canal d'amenée, rejet et contrôle. Cette densité régresse dès le début du mois de septembre. En avril, sa densité est faible par rapport à celles des deux autres campagnes, mais est tout de même d'environ 300 ind/10m³ aux points canal d'amenée, rejet et référence.

Pseudocalanus elongatus

Cette espèce est présente dès le début du printemps sur tous les points avec des densités proches de 1000 ind/10m³ aux points rejet, référence et contrôle. Son développement maximum se situe en juin où il est plus abondant aux points côtiers : canal d'amenée (4900 ind/10m³) et rejet (6200 ind/10m³) qu'au large. En septembre, elle n'est présente qu'au rejet (11 ind/10m³) et au point contrôle (557 ind/10m³).

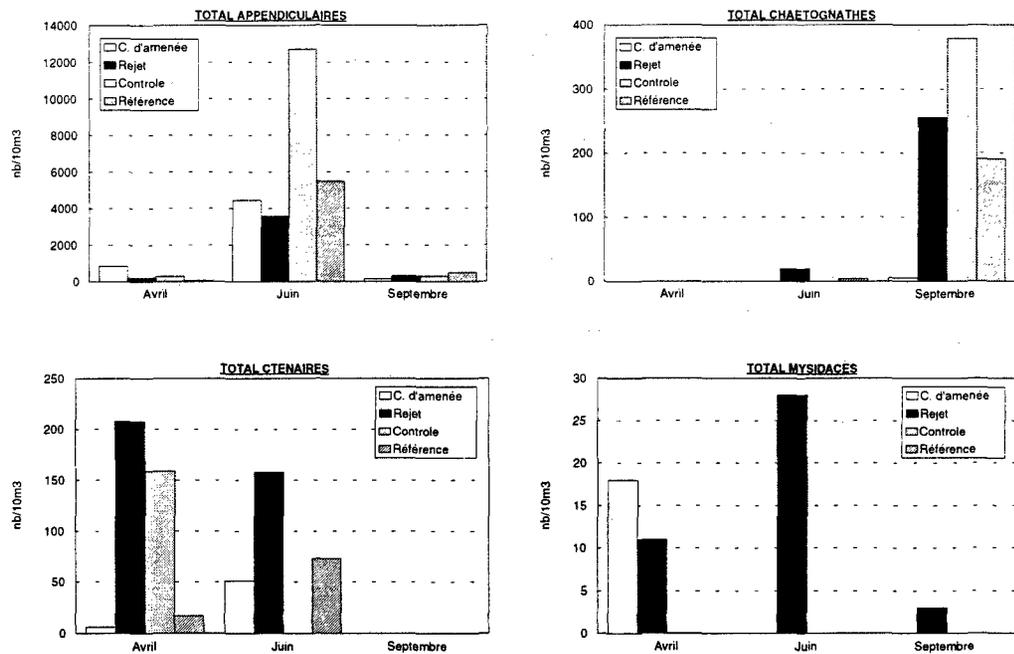


Figure 9 : Les autres espèces holoplanctoniques

Paracalanus parvus

Espèce présente aux trois campagnes (en petite quantité en avril et en juin), son maximum d'abondance se situe en septembre (sauf au canal d'aménée) avec des valeurs proches de 4000 ind/10m³.

Centropages hamatus

Faibles en avril et en septembre, ses densités sont de l'ordre de 1000 à 3000 ind/10m³ en juin où il se dessine un gradient côte-large croissant.

Euterpina acutifrons

Ce copépode est présent aux trois campagnes. Il atteint son optimum de développement en septembre au moment où les eaux sont les plus chaudes.

- Autres espèces holoplanctoniques (voir Figure 9)

Les appendiculaires (représentées par *Oikopleura sp.*) sont présentes aux trois campagnes sur tous les points. Leur maximum d'abondance se situe en juin avec un pic de 12700 ind/10m³ au point contrôle.

Le chaetognathe *Sagitta setosa* est un carnivore de grande taille abondant en septembre (jusqu'à 379 ind/10m³).

Le cténaire *Pleurobrachia pileus* est absent en septembre, et présente des densités hétérogènes entre les quatre points d'observation en avril et juin.

Les mysidacés ont été dénombrés en faible quantité (de 3 à 28 ind/10m³) sur certains points des trois campagnes. En avril et en septembre, c'est l'espèce *Mesopodopsis slabberii* qui est présente.

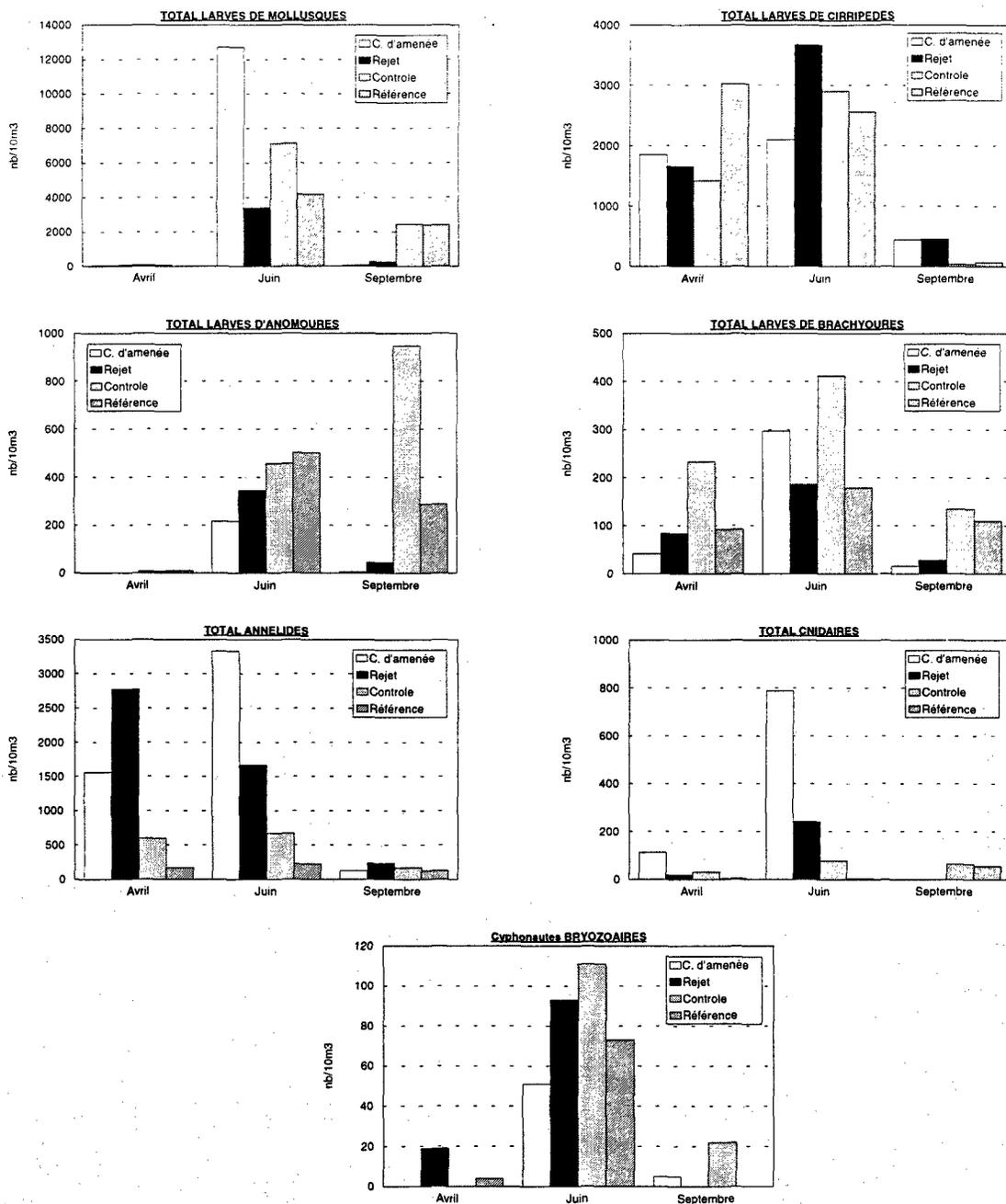


Figure 10 : Le méroplancton

LE MEROPLANCTON (voir Figure 10)

- Embranchement des mollusques

Les larves de mollusques gastéropodes sont dominantes en juin (pic de 12700 ind/10m³ au canal d'amenée) et en septembre (2400 ind/10m³ aux points référence et contrôle).

En avril, elles sont dénombrées en très faible quantité (environ 50 ind/10m³). La pêche au filet WP₂ 200µm n'est pas spécialement adaptée à ces larves dont la taille en début de développement est inférieure à 150 µm.

- Les crustacés

Les larves de cirripèdes constituent en avril une part importante du zooplancton total ; entre 12 et 31 % (les deux stades nauplius et cypris sont présents). Ce pourcentage élevé tient tout autant à leur abondance qu'au faible développement des autres espèces. Leur abondance maximale se situe en juin, avec des valeurs atteignant 3670 ind/10m³ au rejet (c'est le stade nauplius qui est présent). Ces larves de petite taille ne constituent pas une biomasse élevée, mais compte tenu de leur période d'émission, elles constituent un maillon intéressant de la chaîne alimentaire.

Les larves d'anomoures (porcellanes, galathées, Bernard l'hermite) présentes lors des trois campagnes, sont abondantes en juin où il se dessine un gradient côte-large croissant. Elles atteignent une densité maximale en septembre au point contrôle (947 ind/10m³).

Les larves de brachyoures (crabes) sont abondantes lors des trois campagnes (stade zoé), avec des maxima en juin aux points canal d'amenée (297 ind/10m³) et contrôle (412 ind/10m³).

- Embranchement des annélides

Les larves d'annélides (représentées en majorité par des Spionidae) sont présentes lors des trois campagnes sur tous les points. Leurs densités maximales sont observées en avril au rejet (2770 ind/10m³) et en juin au canal d'amenée (3330 ind/10m³).

- Embranchement des cnidaires (hydrozoaires, actinies, méduses)

Observées dès le mois d'avril (espèce *Hybocodon prolifer*), les formes larvaires sont abondantes en juin (espèce *Eucheilota maculata*) avec un pic de 767 ind/10m³ au canal d'aménée.

- Embranchement des Bryozoaires

Des cyphonautes de Bryozoaires ont été observés aux trois campagnes. Leur maximum d'abondance se situe en juin sur tous les points avec un pic de 111 ind/10m³ au point contrôle.

2.4.4. Conclusion

En 2000, les maxima des différents taxons se retrouvent indifféremment sur l'un ou l'autre des points quelque soit l'époque. De la même manière, les valeurs globales de matière sèche, de carbone et d'azote peuvent présenter des différences significatives. La difficulté principale réside en l'interprétation de ces résultats. L'ensemble des valeurs est cette année encore situé dans les limites habituelles de variations observées depuis la mise en place de la surveillance sur ce site. L'examen des populations zooplanctoniques présentes sur les quatre points ne permet pas de conclure à un impact quelconque des eaux chaudes rejetées par la centrale de Penly sur le milieu proche.

2.5. Microbiologie

2.5.1. Introduction

La surveillance microbiologique du site de Penly a été effectuée en 2000 à partir des prélèvements réalisés lors des 3 sorties du 14 avril 2000, 21 juin 2000 et 7 Septembre 2000. (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 $1,14 \cdot 10^5$ (Amenée au printemps 2000) à $1,64 \cdot 10^5$ (Amenée en automne 2000).

Site de PENLY - Campagne 2000

Germes totaux en épifluorescence / ml

	Prélèvements PRINTEMPS	Prélèvements ETE	Prélèvements AUTOMNE
AMENEE (moyenne de 2 prélèvements)	$1,14 \cdot 10^5$	$1,63 \cdot 10^5$	$1,64 \cdot 10^5$
REJET (moyenne de 2 prélèvements)	$1,36 \cdot 10^5$	$1,63 \cdot 10^5$	$1,47 \cdot 10^5$
CONTROLE (moyenne de 4 prélèvements)	$1,26 \cdot 10^5$	$1,23 \cdot 10^5$	$1,42 \cdot 10^5$
REFERENCE (moyenne de 4 prélèvements)	$1,41 \cdot 10^5$	$1,22 \cdot 10^5$	$1,30 \cdot 10^5$

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

significatives entre le canal d'amenée et le canal de rejet des eaux de refroidissement de la centrale. Au cours de l'année 2000, 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 1999.

2.5.3.2. Dénombrement des germes aérobies viables sur Milieu Zobell

Les comptages varient de 18 germes / ml (au point référence en été 2000) à 4623 germes/ml (au point rejet au printemps 2000).

Site de PENLY - Campagne 2000

Germes revivifiables sur milieu Zobell / ml

	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
AMENEE (moyenne de 2 prélèvements)	4471	37	448
REJET (moyenne de 2 prélèvements)	4623	88	1025
CONTROLE (moyenne de 4 prélèvements)	2791	37	353
REFERENCE (moyenne de 4 prélèvements)	599	18	476

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 2000, le nombre de germes revivifiable varie de façon importante en fonctions des saisons. Par rapport à la campagne 1999 on note une augmentation du nombre de germes dénombrés au printemps.

2.5.3.3. Recherche de vibrio-halophiles

SITE DE PENLY - CAMPAGNE 2000 *Vibrio-halophiles*

	PRINTEMPS		ETE		AUTOMNE	
	RECHERCHE /l	DENOMBREMENT /100 ml	RECHERCHE /l	DENOMBREMENT /100 ml	RECHERCHE /l	DENOMBREMENT /100 ml
AMENEE	Abs./500ml	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	3,6	Présence <i>V.alginolyticus</i>	<3
	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	23
REJET	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	15	Présence <i>V.alginolyticus</i>	< 3
	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	3,6	Présence <i>V.alginolyticus</i>	9,2
CONTROLE	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	<3
	Abs./500ml	< 3	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	<3
	Absence	< 3	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	<3
	Absence	< 3	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	<3
REFERENCE	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	3,6	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	Présence <i>V.alginolyticus</i>	< 3
	Absence	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	< 3	Présence <i>V.alginolyticus</i>	< 3

Il y a cette année présence en été et en automne de *Vibrio alginolyticus* aux 4 points de prélèvement de la centrale de Penly. Les quantités dénombrées 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 1999, le nombre d'échantillons montrant une présence de vibrio halophile aux abords de la centrale de Penly est plus important cette année 2000.

2.5.3.4. Dosage des haloformes

Site de PENLY - Campagne 2000 - 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	1,9	< 1	< 1	< 1
	Automne	< 1	< 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

La surveillance microbiologique du site de la centrale de Penly pendant l'année 2000 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 1999.
- 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 1999 il y a augmentation du nombre de germes dénombrés au printemps.
- Il y a cette année en été et en automne présence de *Vibrio.alginolyticus* aux 4 points de prélèvement de la centrale de PENLY.
- Le dosage des haloformes montre la présence de traces de tribromométhane au point rejet en juin 2000. Il n'y a pas d'évolution par rapport à la campagne 1999.

Annexes

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

GERMES TOTAUX EN EPIFLUORESCENCE

	ANNEEE	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
	2000	5.06	5.13	5.1	5.15
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
2000	5.21	5.21	5.09	5.08	
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
2000	5.21	5.17	5.15	5.11	

**EVOLUTION DES GERMES REVIVIFIABLES
EN FONCTION DU TEMPS ET DES SAISONS
(germes revivifiables 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
	2000	3.65	3.66	3.44	2.77
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
	2000	1.57	1.94	1.57	1.25
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
2000	2.65	3.01	2.55	2.68	

3. Le domaine halieutique

Etude et rapport réalisés :

- 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

I.SCHLAICH 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 :

D.HALGAND, F.CORNETTE, 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 prévu par la nouvelle convention d'étude, les principaux éléments ichthyoplanctoniques (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 10 m³) 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'aménée 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.

3.1.1.3. 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).

3.1.1.3.1 Description de l'échantillonneur : Bongo grand modèle

L'échantillonneur Bongo grand modèle utilisé pour les études de sites comporte deux filets de maillage 505 μm 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 cm^3 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.

3.1.1.3.2 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 nœuds environ ($1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$). Ainsi, le volume d'eau filtrée a varié cette année entre 54 et 121 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.

3.1.1.3.3 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.

3.1.1.3.4 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 œufs et larves de poissons, sont généralement comptés sur la moitié, voire la totalité du prélèvement.

Pour les œufs de poissons, nous distinguons toujours deux stades principaux dans l'embryogenèse 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).

3.1.1.4. 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 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 2000 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, à l'automne: les 4, 5, 6 et 7 septembre 2000. Les conditions météorologiques, bien que plus favorables que l'année précédente, n'ont cependant pas facilité la fin de la campagne.

54 traits de chalut ont été réalisés dans la zone d'étude (fig.3.1.), dont :

- 34 à bord du chalutier ANTARES, avec un chalut à perche de 3 mètres,
- 20 à bord du chalutier CAPELLA, avec un chalut à perche de 2 mètres.

La stratégie d'échantillonnage stratifié, modifiée l'an passé, a été maintenue : une certaine réallocation des points de prélèvements a été effectuée de manière à optimiser l'échantillonnage et le travail de terrain.

Une analyse pluriannuelle des résultats par strates avait 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 8 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 conséquence.

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'avait 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 pour la strate E. Dans le cas de la plie, une régression statistique significative a pu être observée 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 figure 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, soit à partir d'un échantillon.
- 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 relations taille-poids, établies à partir des résultats des années précédentes.
- des lectures d'otolithes ont été effectués pour la détermination de l'âge des poissons plats (plie, sole, limande).

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^{er} 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.

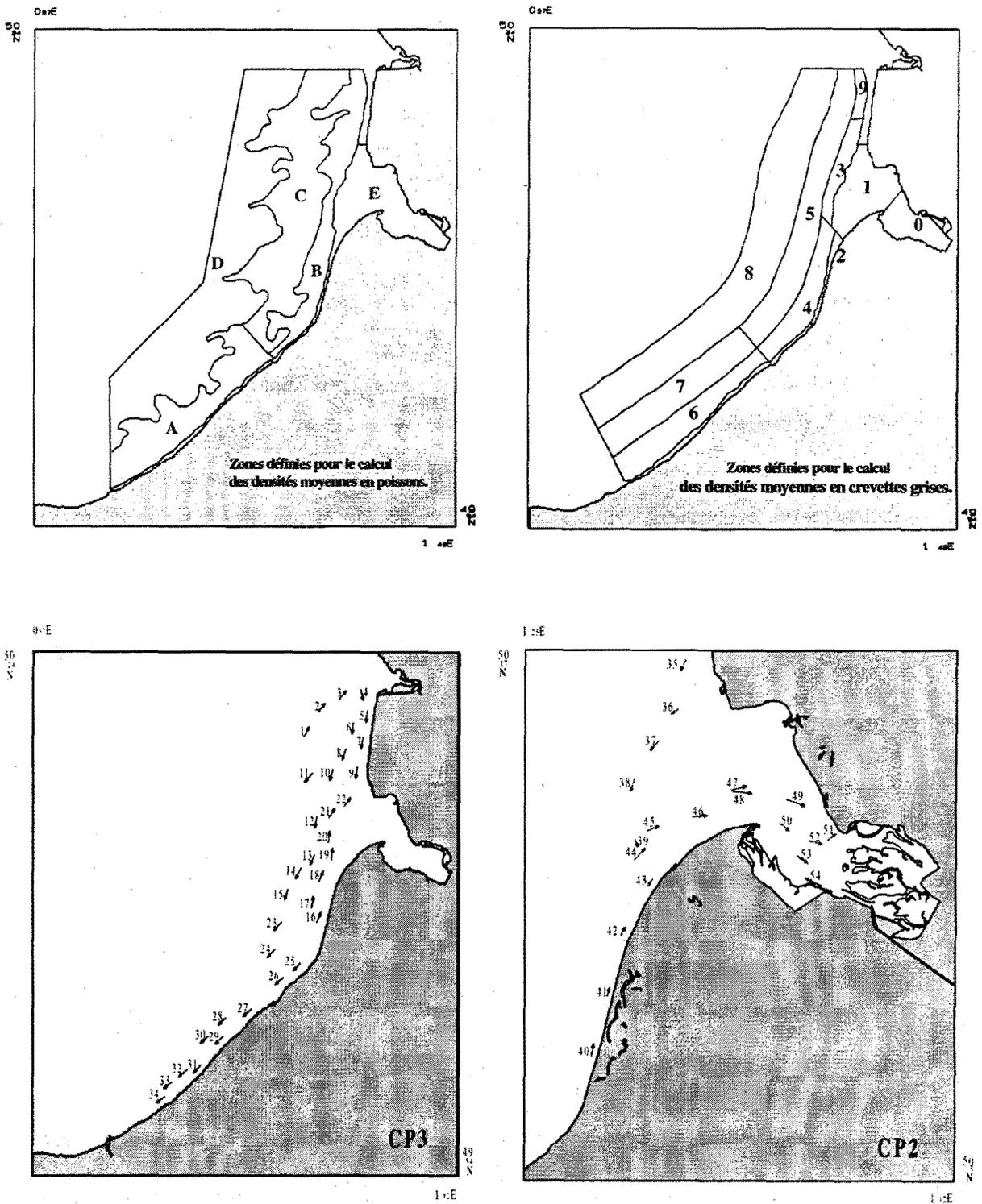


Fig. 3.1 - Zones définies pour le calcul des densités moyennes et position des chalutages en 2000.

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 m² 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 m²

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

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

S_i = surface balayée par chaque trait i (m²) 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 (m²) (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* :

$i = \sqrt{V(n)_j} / n_j$ 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 m²* :

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

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

S_j = surface de la zone j (m²).

- *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* :

$I = \sqrt{V(N)} / N$ 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).

Densité moyenne à l'automne (Nombre/1000 m²).

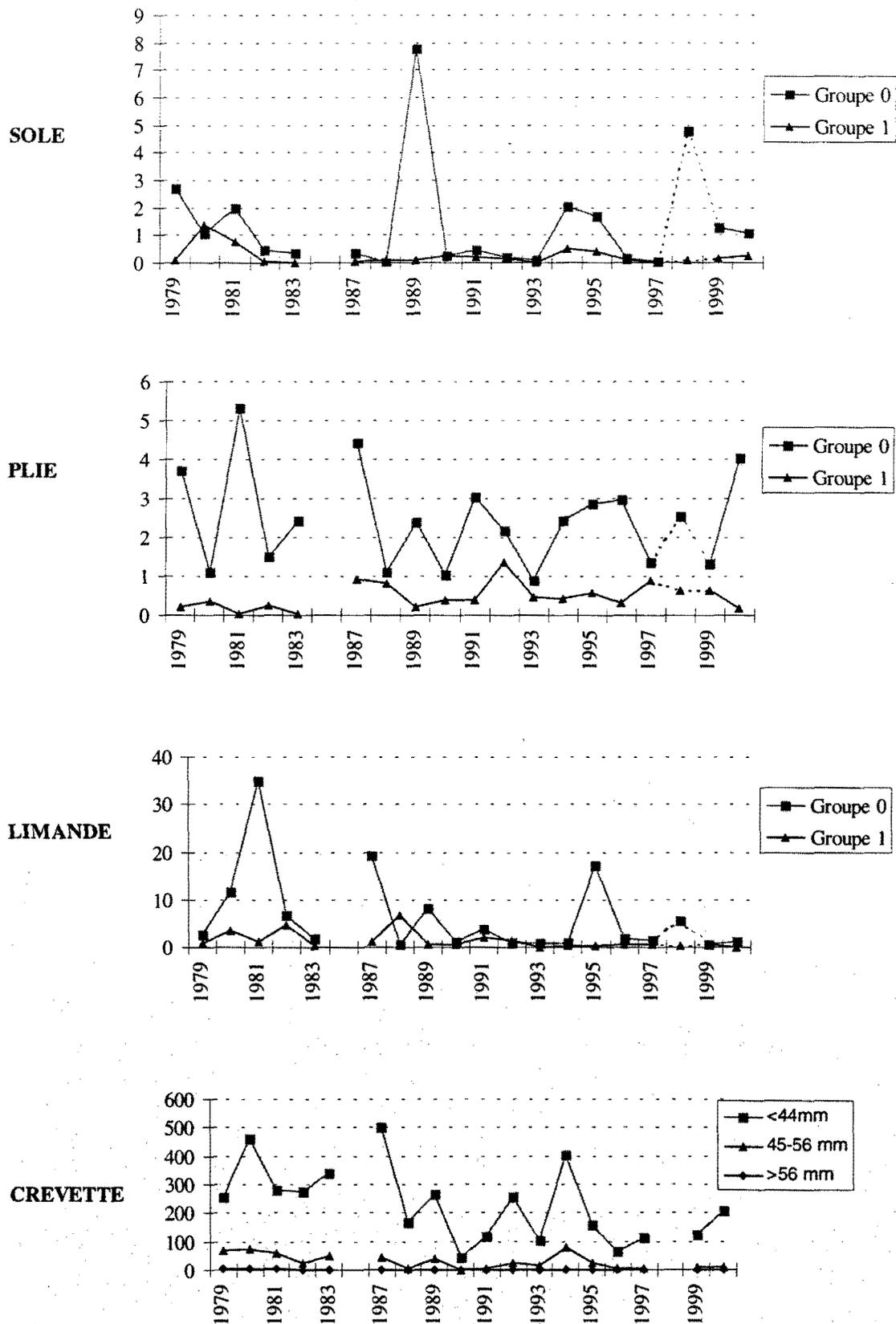


Fig.3.2 : Densité moyenne à l'automne (nombre pour 1000 m²)
 Les valeurs 1998 sont estimées, sauf pour la crevette où elles sont manquantes.

3.2. RESULTATS

Comme pour les autres sites de centrales nucléaires, la surveillance 2^{ème} phase est particulièrement orientée vers le suivi des espèces les plus importantes ou ayant un cycle sensible à proximité du site.

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 cténaires : la groseille de mer (*Pleurobrachia pileus*, MULLER) sont identifiés.

Pour ces espèces, les courbes des variations mensuelles depuis le fonctionnement de la centrale (de 1996 à 2000) ont été tracées en intégrant les températures.

En ce qui concerne la macrofaune 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).

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 70 m 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 (6,8 œufs /10m³ au point 3) et mai (4,6 œufs /10m³ au point 2), supérieures à celles enregistrées en 1999.

Ces effectifs sont faibles par rapport aux densités maximales observées en 1993, 1995 et 1998 (de 7 à 9 œufs /10m³) mais nettement inférieures à celles rencontrées en 1992, 1994,

1996 et 1997 (de 18 à 46 œufs /10m³). Des densités de l'ordre de 1 à 5 œufs /10m³ avaient été observées en avril 1978 et 1979.

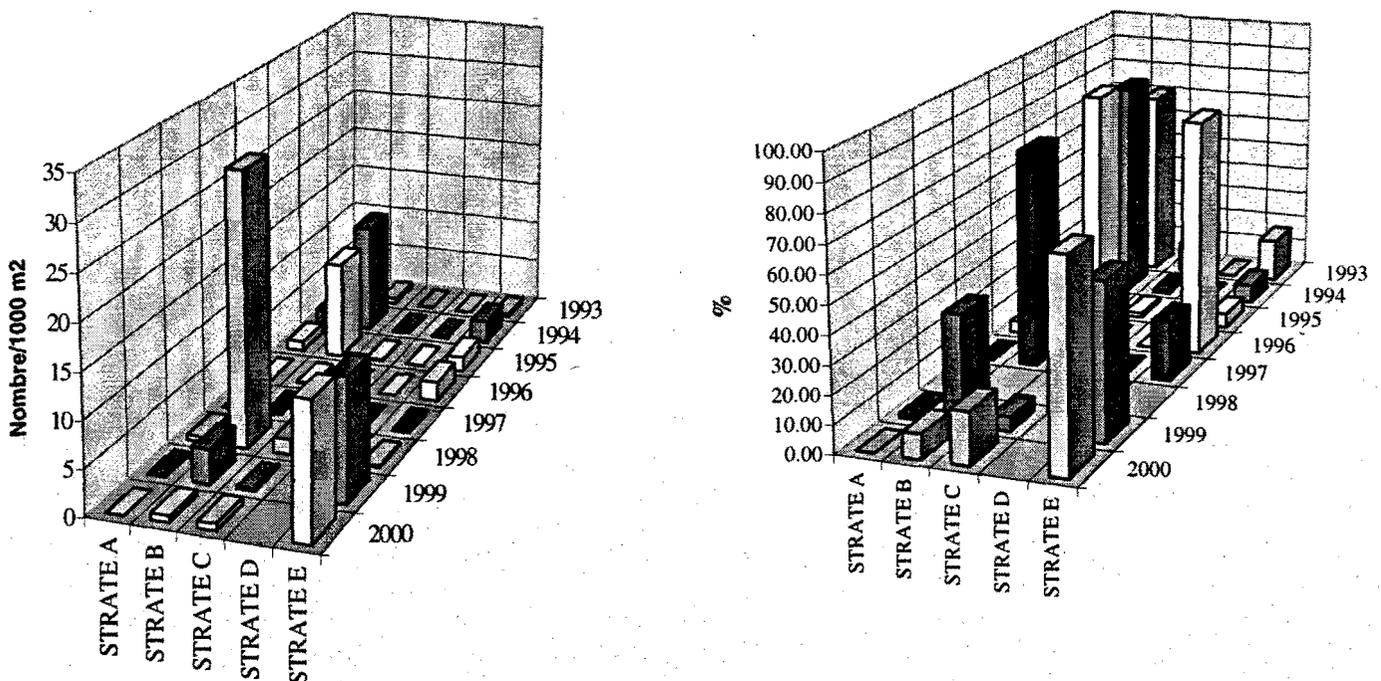
Les effectifs larvaires (de 1,56 larves /10m³ au point 3 en avril à 0,84 larves /10m³ au point 3, en mai) restent dans les fluctuations pluriannuelles des années précédentes (de 0,2 à 13,2 larves/10m³) suivant les années d'étude exceptée l'année 1993 où une densité de 48 larves/10m³ avait été rencontrée en mai au point 3.

3.2.1.1..2 Juvéniles

En 2000, l'indice d'abondance global du groupe 0 est de 1,06 ind./1000 m² (Fig.3.2.). Cet indice indique une classe légèrement inférieure à celle observée en 1999, mais cependant dans la moyenne des années précédentes. Les juvéniles du groupe 0 sont classiquement cantonnés aux abords de la baie de Somme (strates C et E) avec des densités respectives de 0,75 ind./1000 m² et de 14,75 ind./1000 m² (annexe 3.2).

Pour le groupe 1 dont la répartition est plus profonde, l'indice d'abondance sur l'ensemble du secteur est de 4,03 ind./1000 m², valeur apparaissant comme un peu plus forte que celle des années antérieures. Dans la strate B, une densité moyenne de 0,42 ind./1000 m² est observée, elle est de 0,98 ind./1000 m² dans la strate A.

Aucun individu supérieur au groupe 2 n'a été capturé en 2000.



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

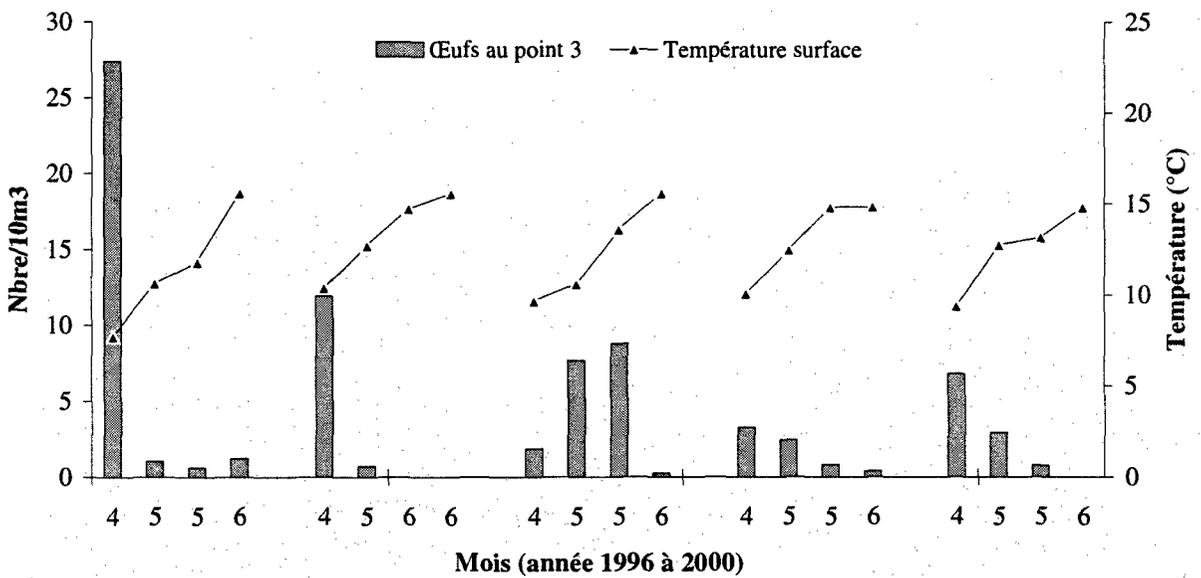
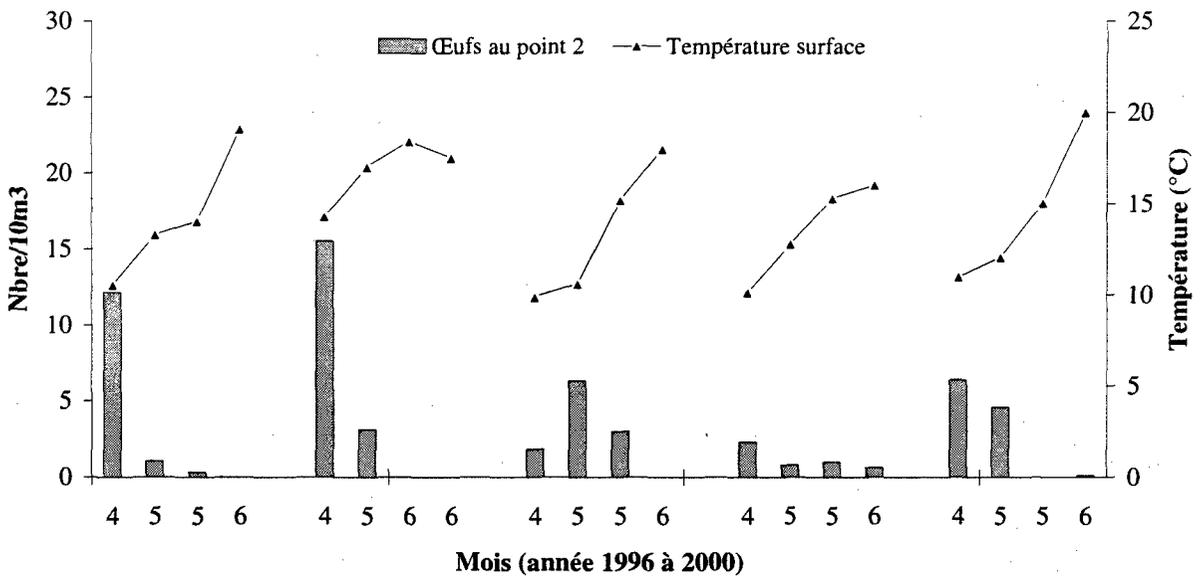
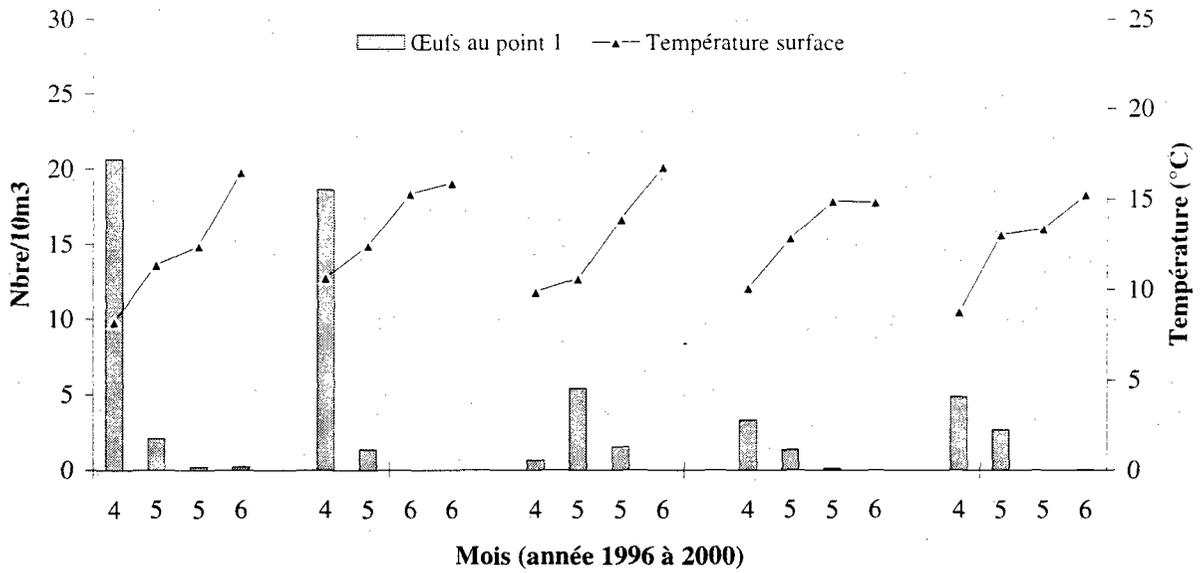


Fig. 3.2 - oeufs de sole pour les points 1, 2 et 3.

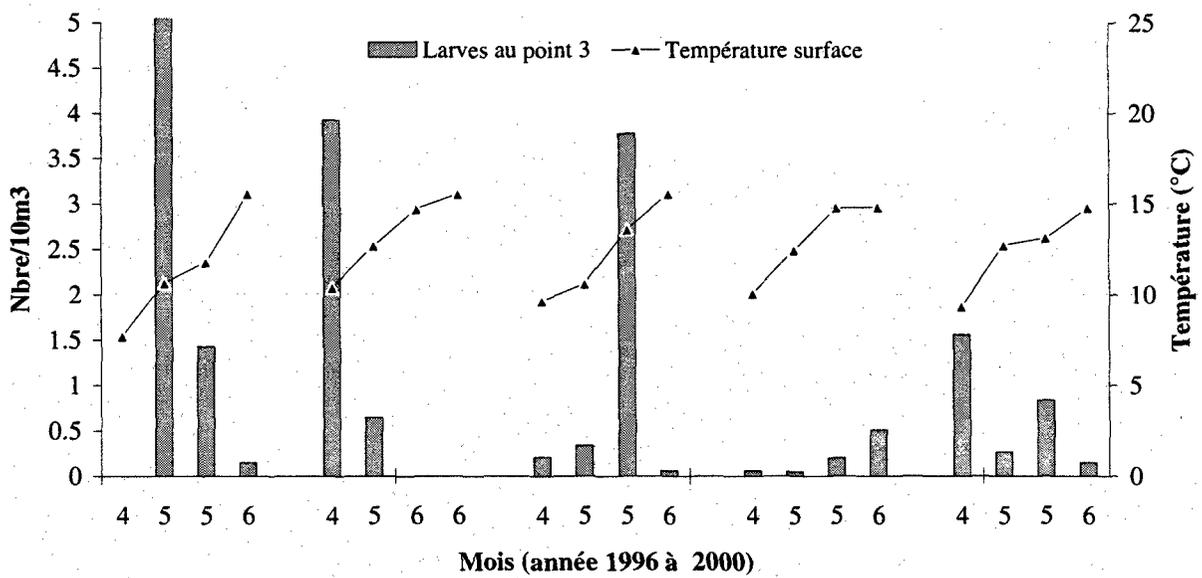
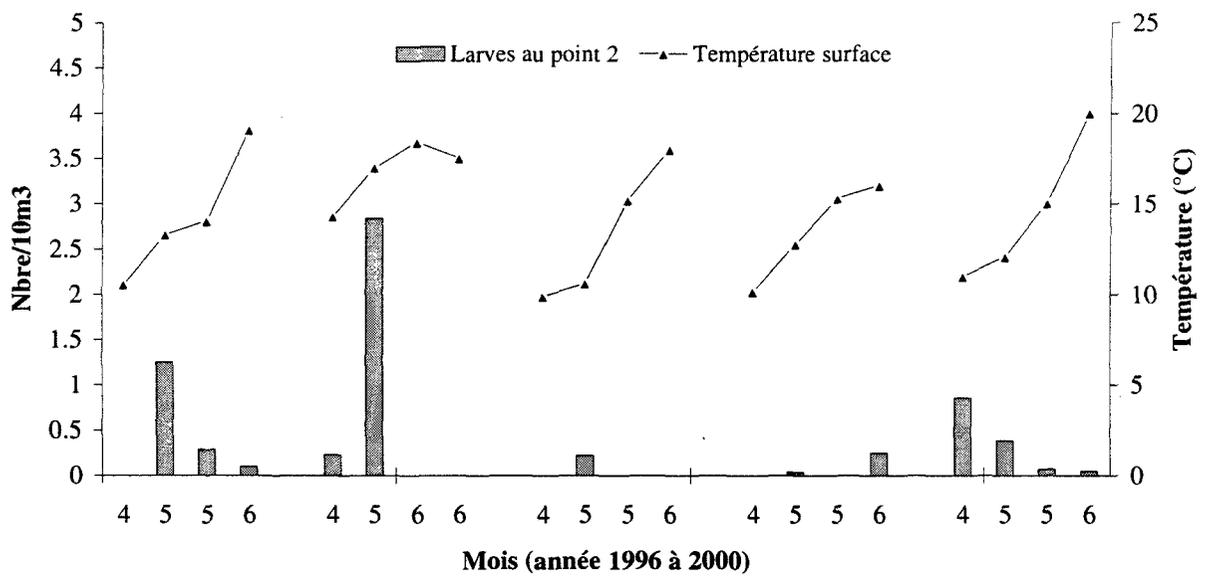
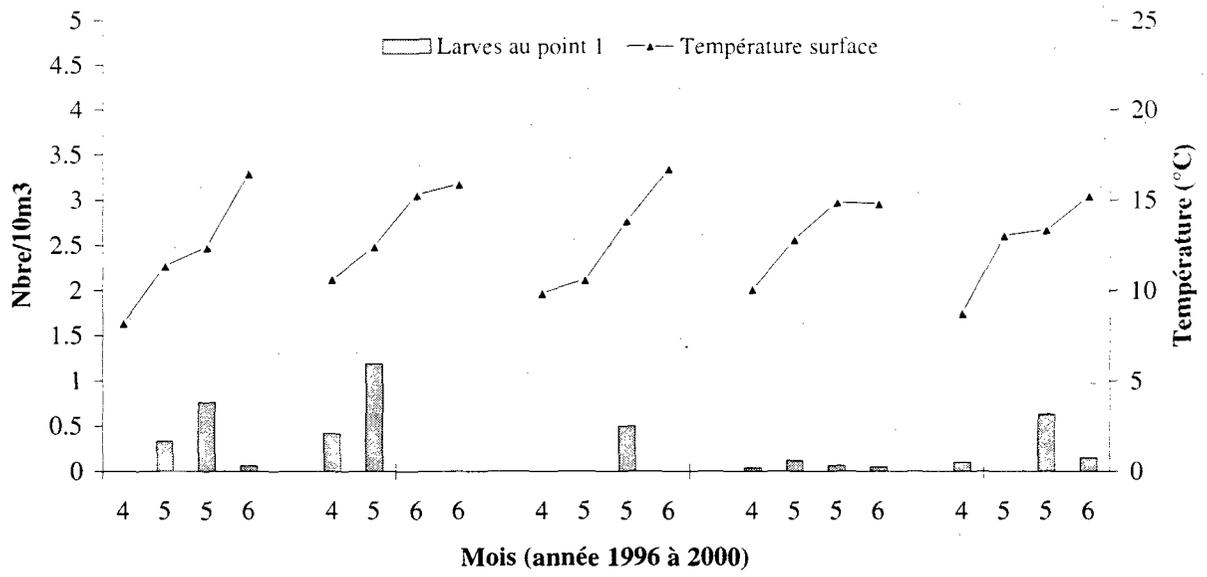


Fig. 3.3 - larves de sole pour les points 1, 2 et 3.

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'œufs 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

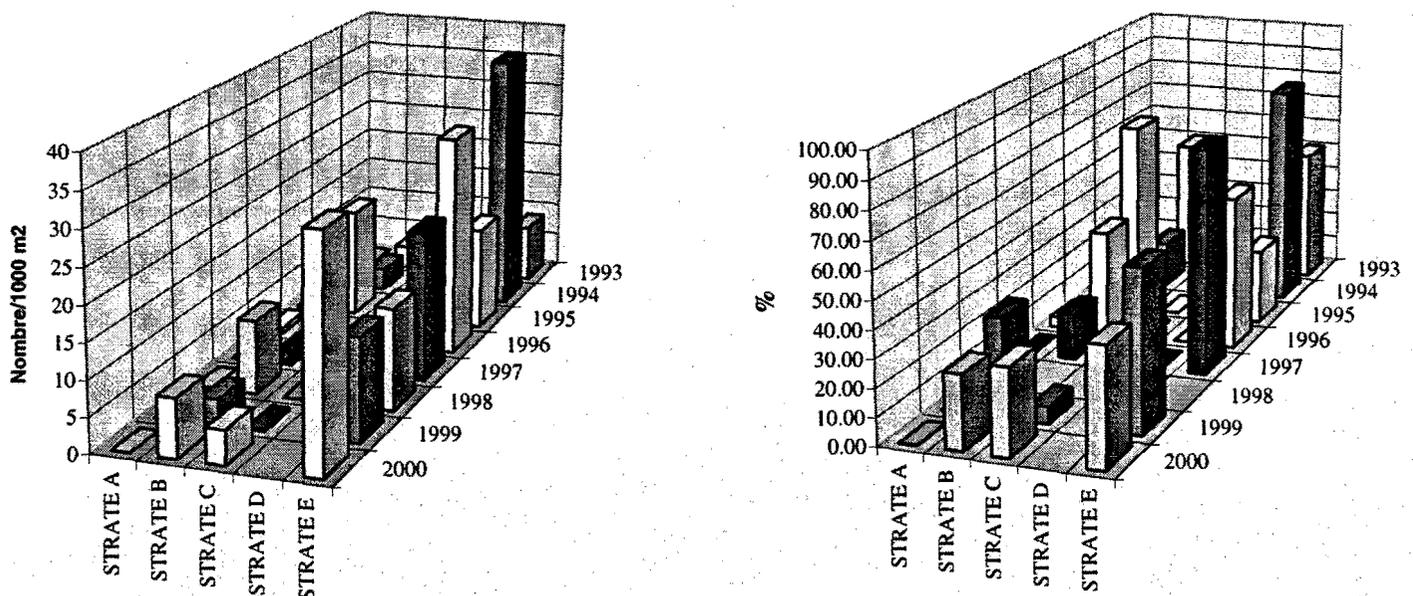
Vu l'absence de prélèvements de janvier à mars 2000, aucun œuf n'a été observé cette année. Les densités d'œufs restaient relativement faibles les années antérieures (0,07 à 0,1 œufs /10m³ en janvier 78, 0,03 œufs /10 m³ en mars 79, 0,1 œufs /10 m³ en janvier 87). Cette année, aucune larve n'a été récoltée sur le site. Quelques larves ont été observées en février 87 (0,06 larves/10 m³) et avril 89 (0,21 larves/10 m³).

3.2.1.2..2 Juvéniles

L'indice d'abondance du groupe 0 est globalement de 4,03 ind./1000 m² (Fig.3.2.). Cet indice très fort traduit l'existence d'une très bonne classe 2000. C'est au niveau des eaux peu profondes, à l'intérieur de la baie de Somme, que domine pratiquement toujours le groupe 0. Les abondances observées sont de 32,39 ind./1000 m² observée pour la strate E et de 8,27 ind./1000 m² pour la strate B.

Le groupe 1 présente un indice total de 0,17 ind./1000 m², ce qui le situe à un faible niveau d'abondance. La strate dominante est la C.

Les individus plus âgés fréquentent des eaux plus profondes (strates 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, quelques œufs de limande ont été observés dans un échantillon de juin au point 1 (0,05 œufs /10m³). Les densités maximales d'œufs rencontrées les années précédentes étaient (de 0,7 à 4,2 œufs/10m³).

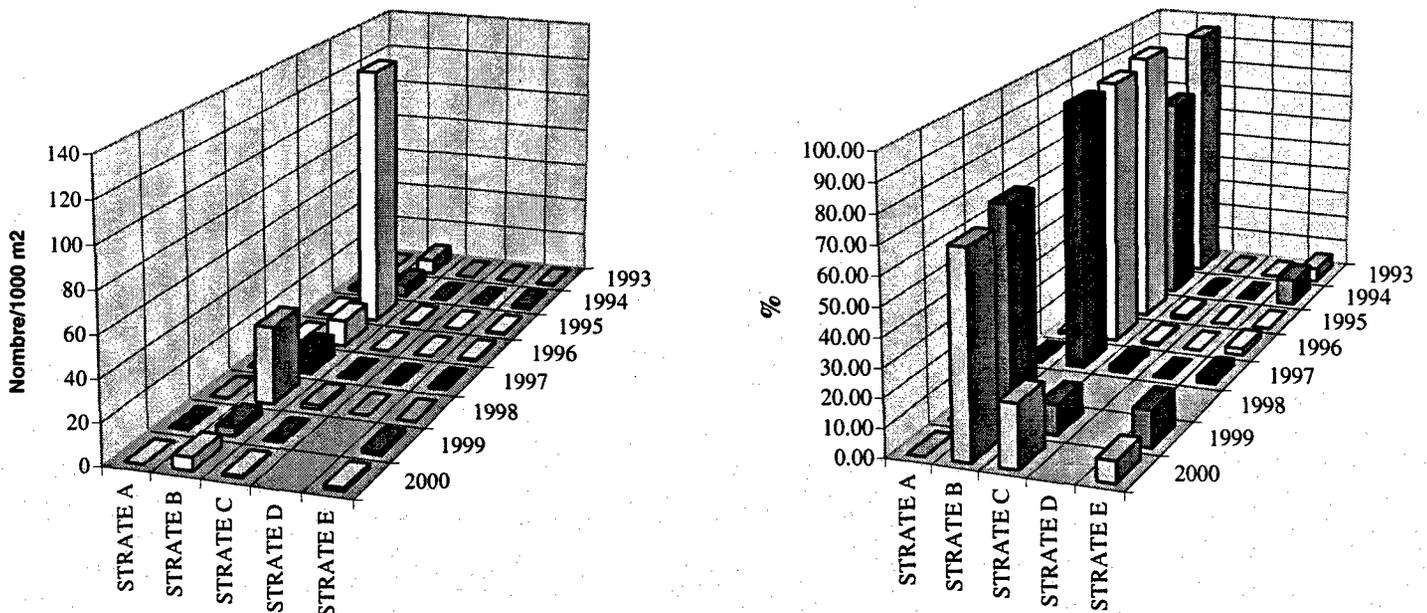
En 2000, quelques larves (0,25 larves/10m³) ont été récoltées dans un prélèvement de mai au point 1. Les effectifs larvaires observés les années antérieures (de 0,03 à 0,16 larves/10m³) sont assez faibles sauf pour l'année 1995 (1,99 larves/10m³ en mai au point 2).

3.2.1.3.2 Juvéniles

Le groupe 0 domine dans la strate B (6,33 ind./1000 m²) et son indice global de 1,16 ind./1000 m² situe la classe 2000 à un faible niveau (Fig.3.2).

Le groupe 1 avec 0,09 ind./1000 m² est proche des valeurs des années antérieures, et correspond au faible indice du groupe 0 en 1999.

Aucun individu supérieur au groupe 2 a été capturé en 2000.



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

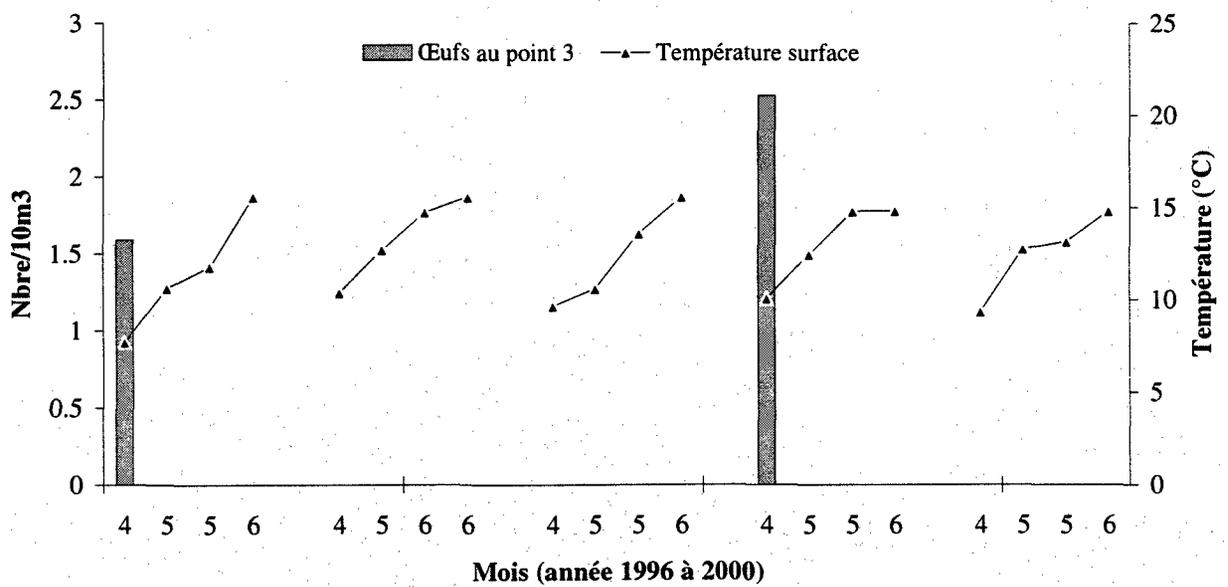
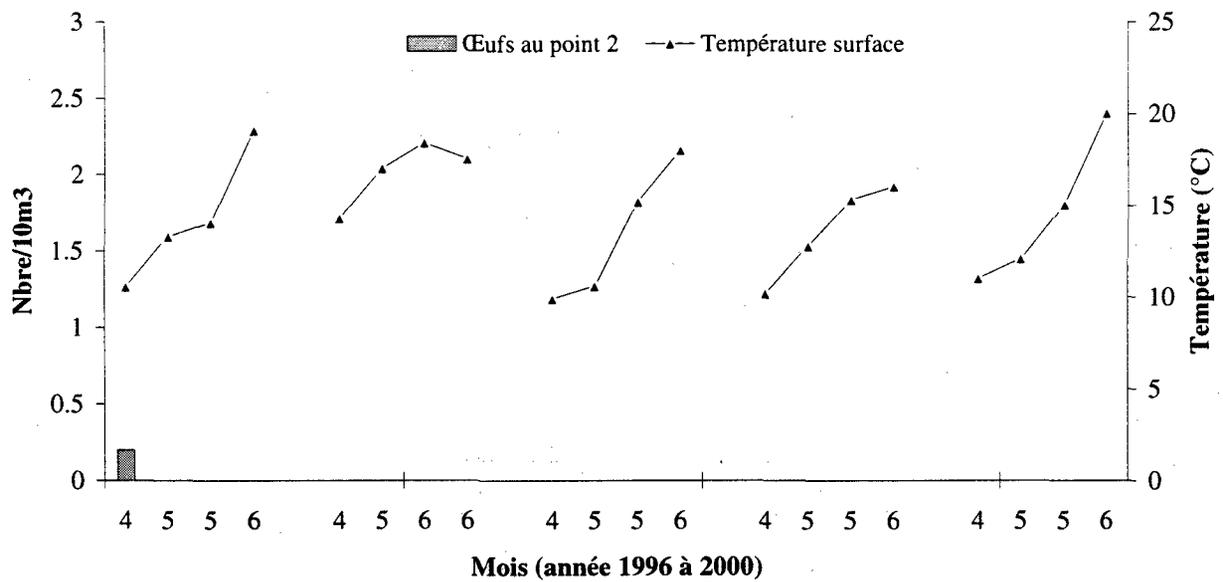
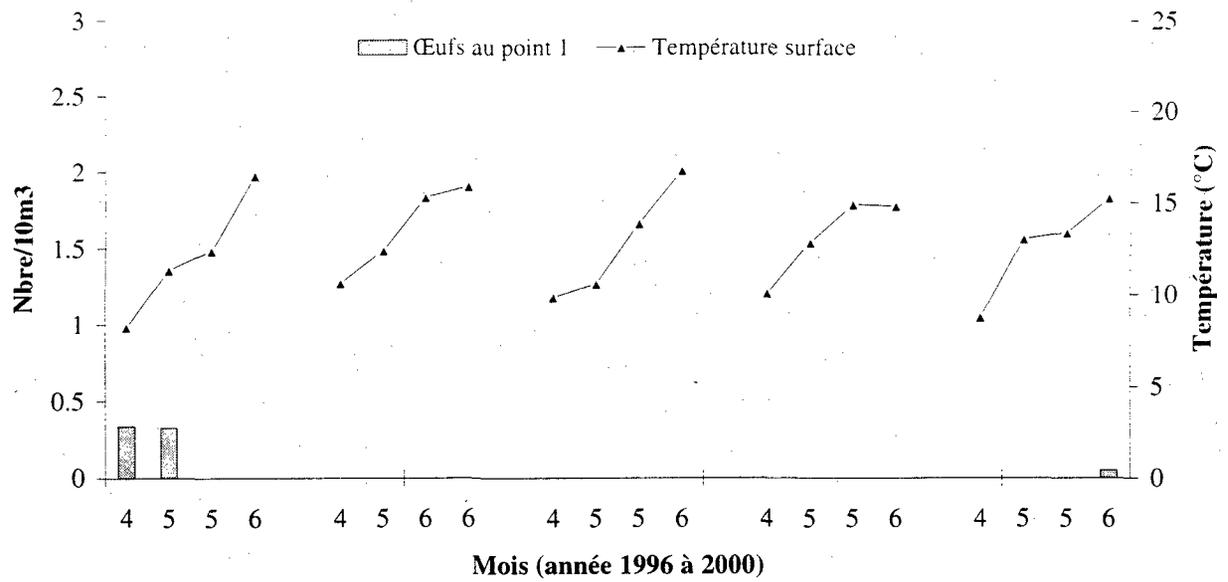


Fig. 3.4 - Oeufs de limande pour les points 1, 2 et 3.

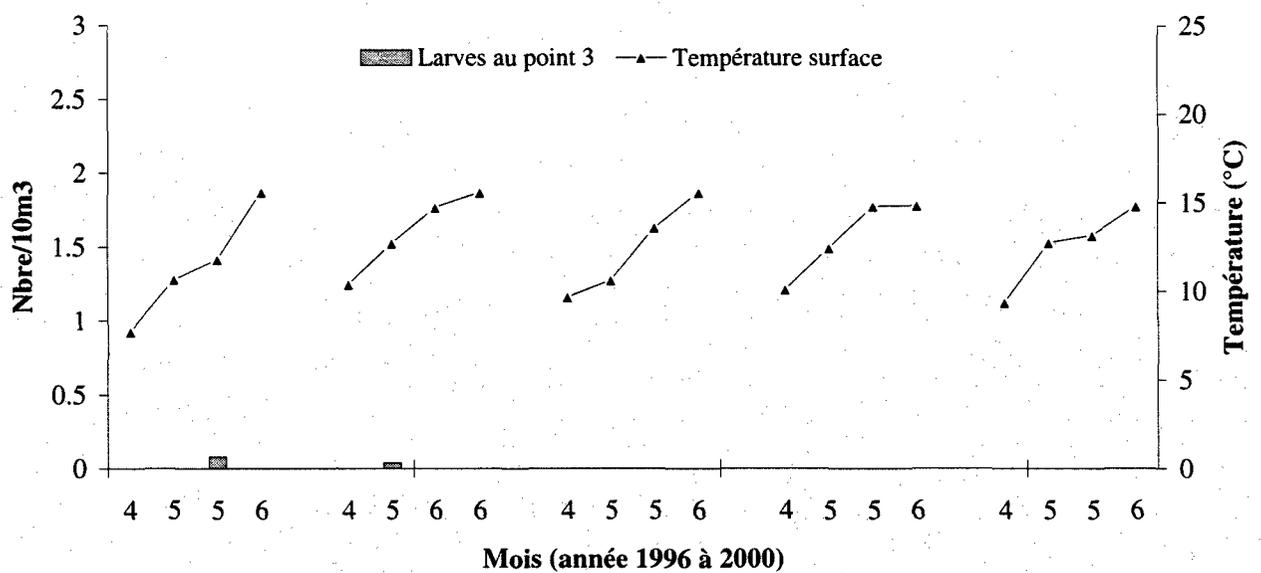
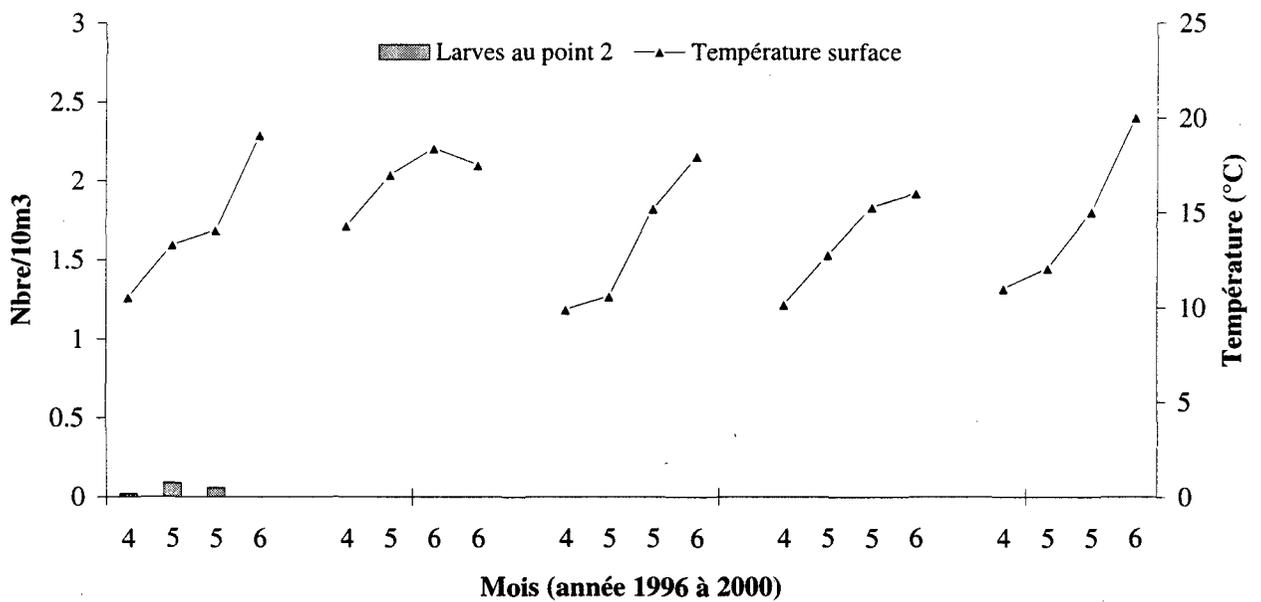
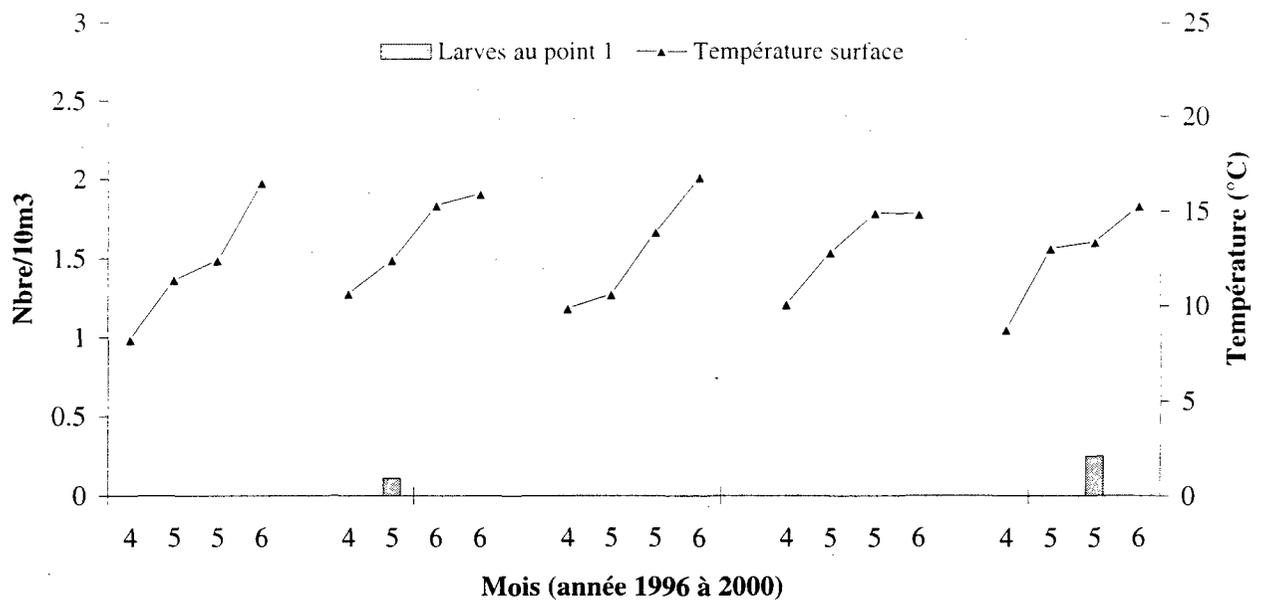


Fig. 3.5 - Larves de limande pour les points 1, 2 et 3.

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 oeufs/10m³ en 1978 et 1979) absents au cours des études de surveillance, quelques œufs de barbues (0,12 oeufs/10m³) sont rencontrés en mai 2000 au point du large.

Toutes les barbues du groupe 0 ont été capturées dans la strate E, et comme en 1999, des individus plus âgés (groupe 1) ont été pêchés dans cette même strate.

En 2000, quelques œufs de turbot ont été récoltés en avril au point 3 (0,30 œufs /10m³) et en mai au point 2.(0,13 œufs /10m³). Très peu de larves ont été trouvées (0,07 larve/10m³ au point 2 en mai). Ces densités observées restent dans les fluctuations pluriannuelles des années. 1996, 1997 et 1998 (de 0,09 à 0,22 oeufs/10m³) et une absence d'œufs et de larves en 1999. On note qu'en 1992 des concentrations plus importantes d'œufs et de larves avaient été trouvées mais au mois de juillet au point 3 (2,06 larves/10m³)

Seuls des turbots du groupe 1 ont été capturés dans la strate C.

Au cours de ces dix années d'étude, les œufs (de 0,4 à 11 oeufs/10 m³) et les larves de flet (de 0,7 à 4,6 larves/10 m³) sont surtout présents dans nos prélèvements planctoniques d'avril et mai pour les différentes années. En 2000, ces densités observées (0,11 à 0,13 oeufs/10 m³ et 0,06 à 4,55 larves/10 m³) restent dans les fluctuations pluriannuelles de 1996 à 1999 (0,07 à 7,45 oeufs/10 m³ et 0,06 à 7,04 larves/10 m³).

Les flets des groupes 0 et 1 ont été observés uniquement en strate C. Des individus des groupes 2 et 3 ont été capturés dans les strates B et C.

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 2000, les œufs de sprat observés d'avril à juin sont toujours plus abondants au point du large (1,98 œufs /10m³ en avril, de 1,21 œufs /10m³ à 5,91 œufs /10m³ en mai et 26,3 œufs /10m³ en juin). Ces densités restent dans les variations pluriannuelles des années précédentes de 11 à 108 œufs /10m³.

Les effectifs larvaires (de 3,33 à 25 larves/10m³) sont comparables à ceux observés lors des études antérieures (de 3,63 à 34,8 larves/10m³).

3.2.2.1..2 Juvéniles

L'abondance totale de 1,55 ind./1000 m², dont la majorité correspond au groupe 0 (1,54 ind./1000 m²), est en augmentation par rapport à 1999. L'essentiel des captures est localisé 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*)

Pour cette espèce pélagique, seuls des juvéniles du groupe 1 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

Cette année, les œufs de sardine présents dans la presque totalité des prélèvements sont surtout rencontrés en mai (13,45 œufs/10m³) et juin (269,33 œufs/10m³).

Les années antérieures les densités maximales surtout rencontrées au point du large étaient en 1999 de 49,6 œufs/10m³ en 1998 de 37,6 œufs/10m³ en 1997 de 4,69 œufs/10m³ et en 1996 de 63 œufs/10m³. Lors des autres études, les densités d'œufs de sardine varient de 0,38 à 57 œufs /10m³.

3.2.2.3..2 juvéniles

Aucun individu n'a été capturé en 2000.

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 (maximum de 1,64 œufs/10m³ au point 3 en juin 2000)

Les larves récoltées dans nos prélèvements d'avril et mai présentent des effectifs de 0,04 à 4,7 larves/10m³ suivant les années et de 0,24 à 2,10 larves/10m³ en 2000.

3.2.2.4..2 Juvéniles

Les individus du groupe 0, avec une densité moyenne de 1,16 ind./1000 m² se situent principalement dans la strate A (annexe 3.2). Des merlans plus âgés (groupe 1 et 2) ont été identifiés cette année.

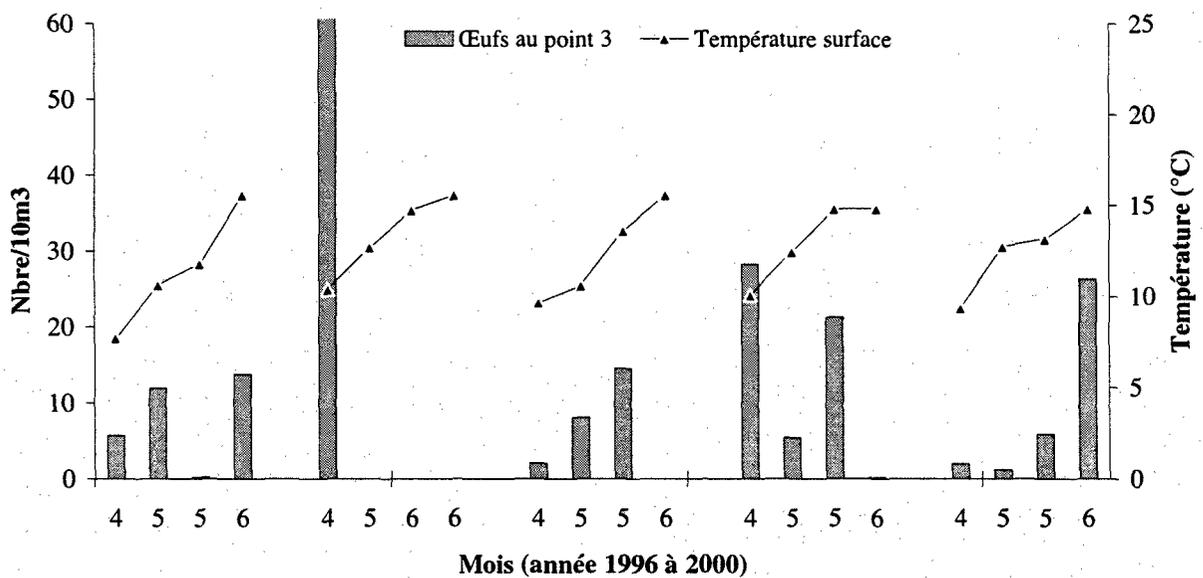
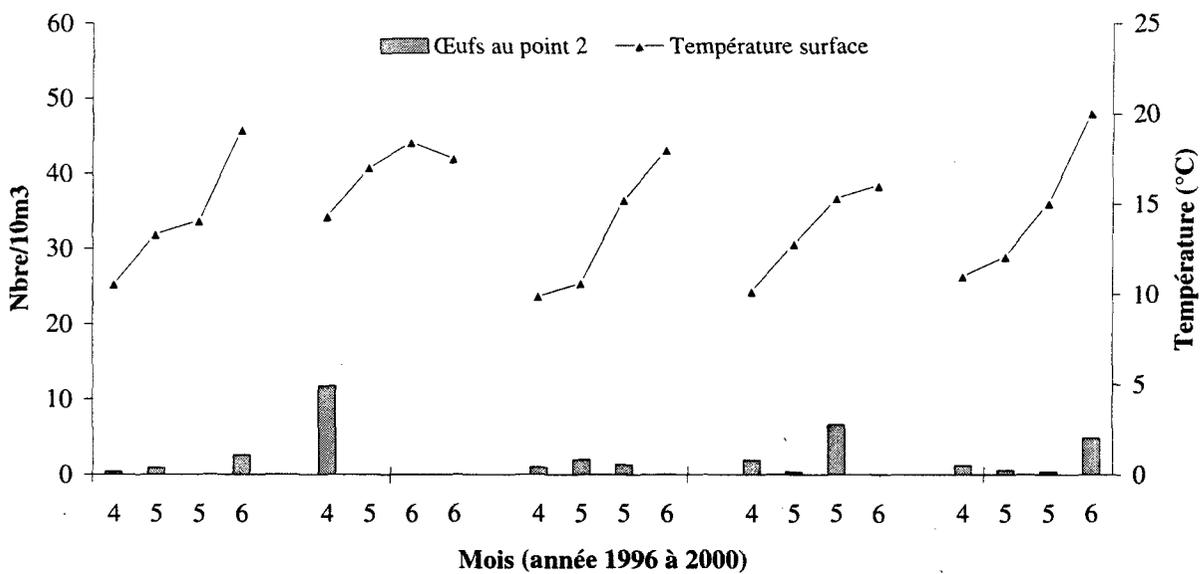
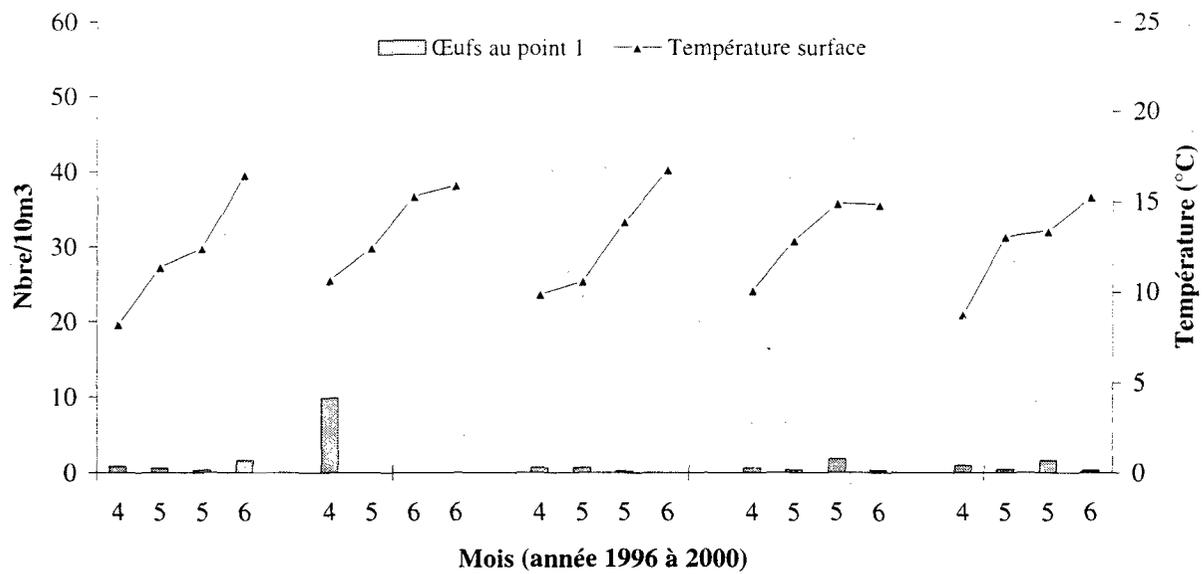


Fig. 3.6 - Oeufs de sprat pour les points 1, 2 et 3.

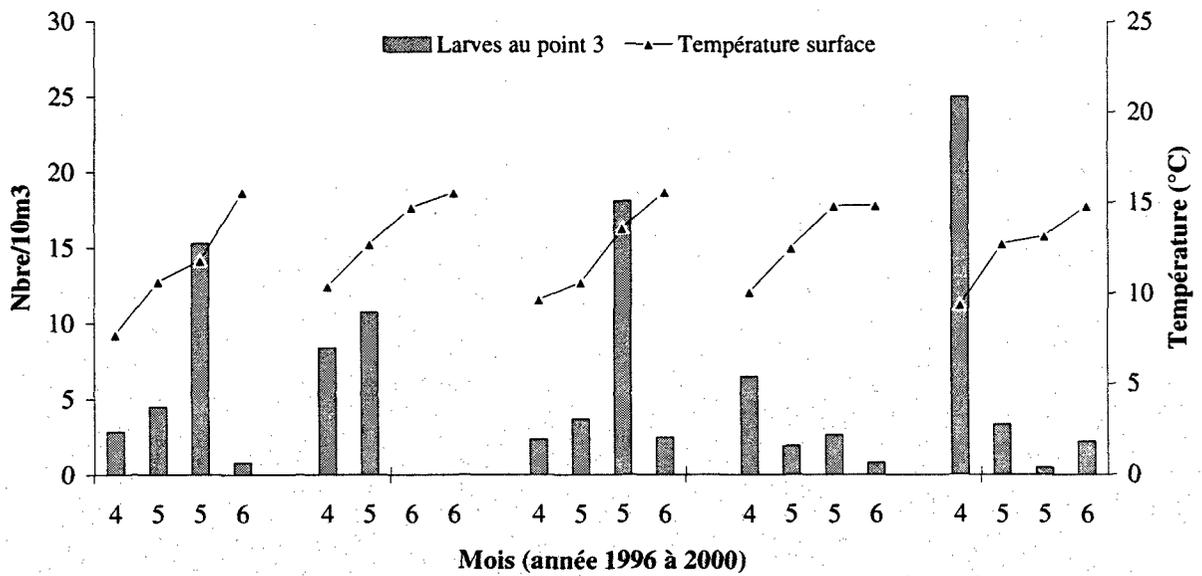
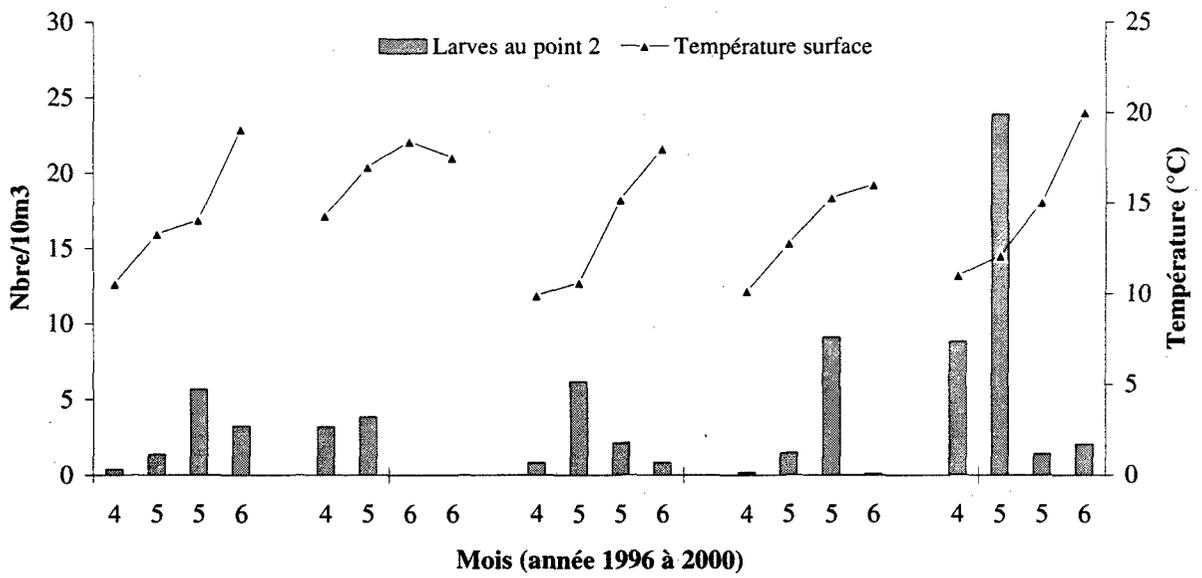
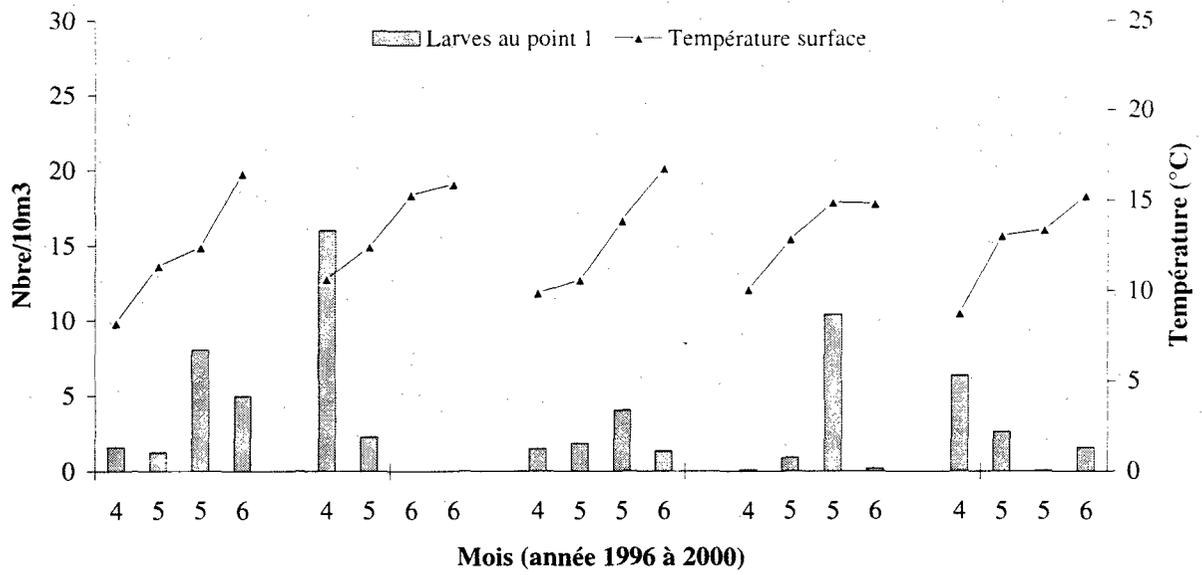


Fig. 3.7 - larves de sprat pour les points 1, 2 et 3.

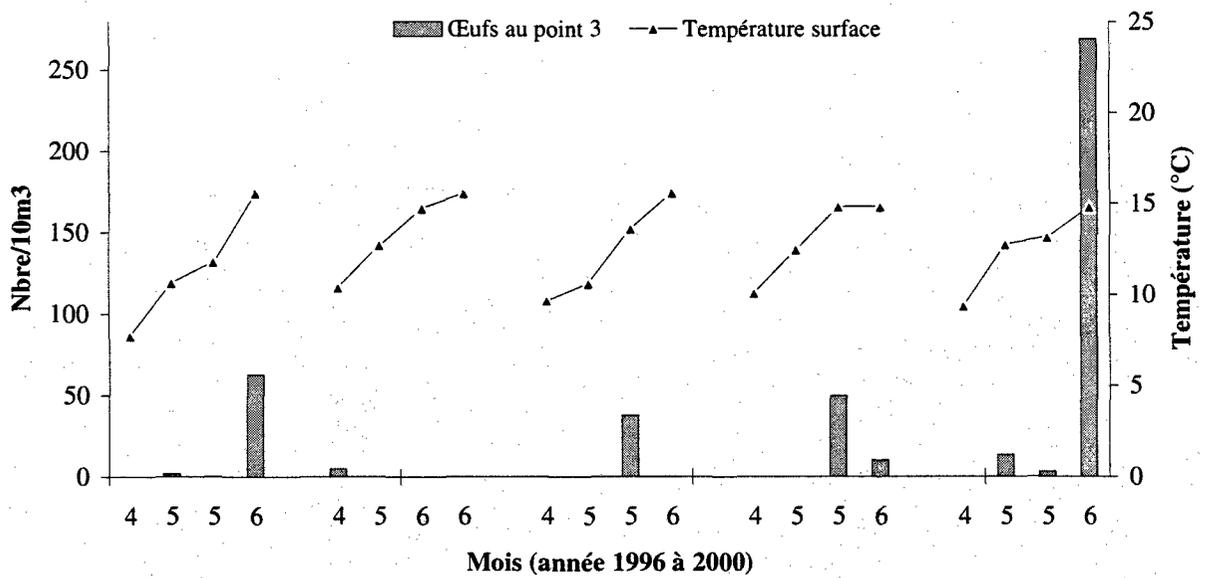
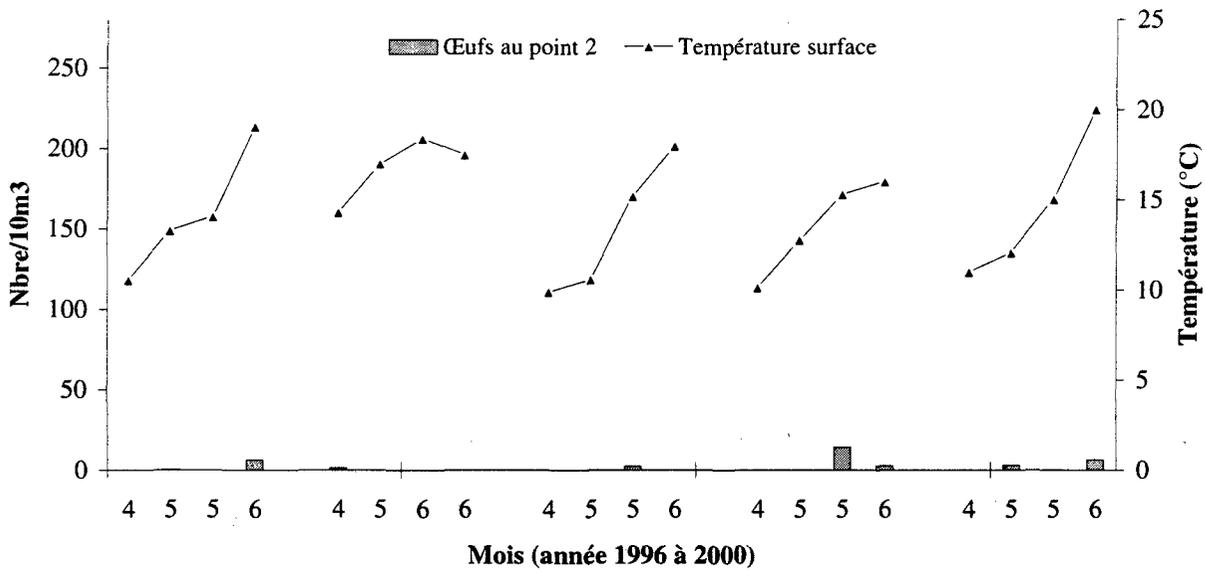
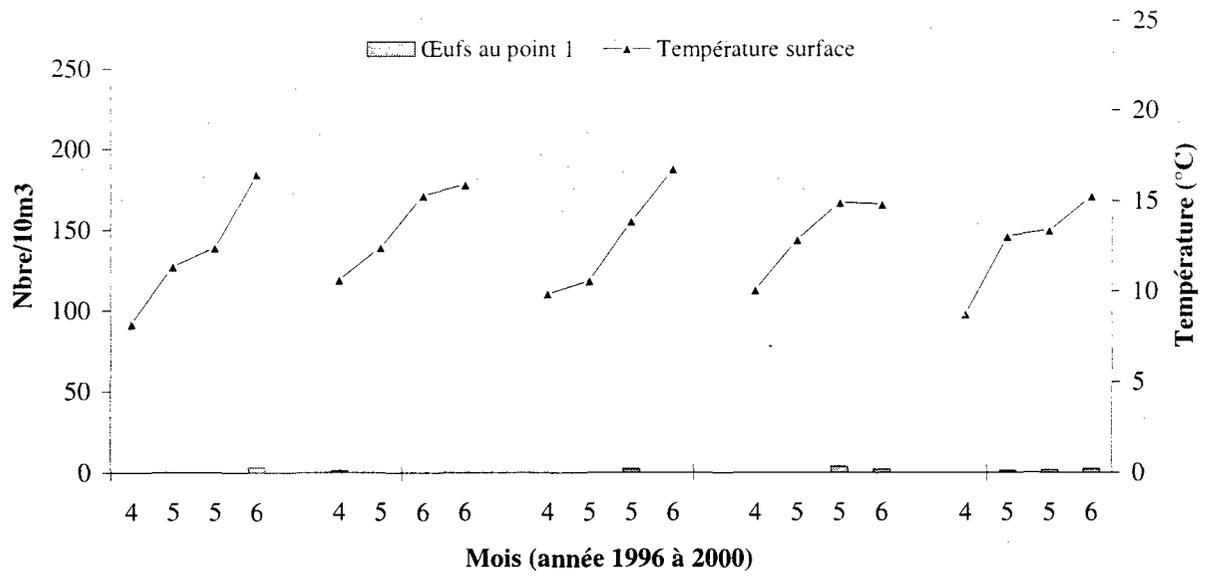


Fig. 3.8 - Oeufs de sardine pour les points 1, 2 et 3.

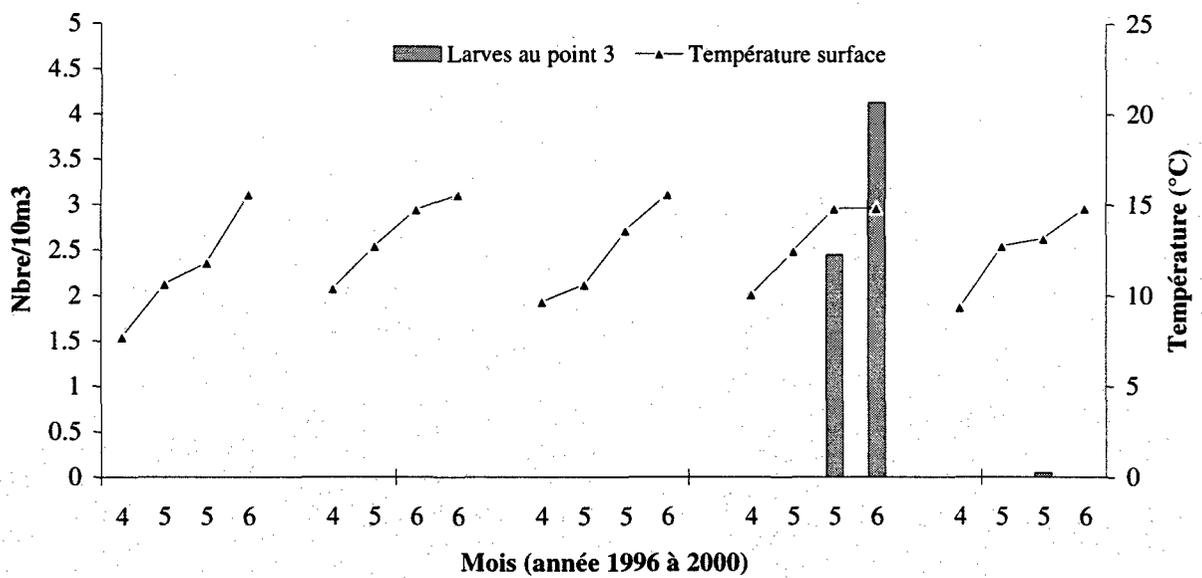
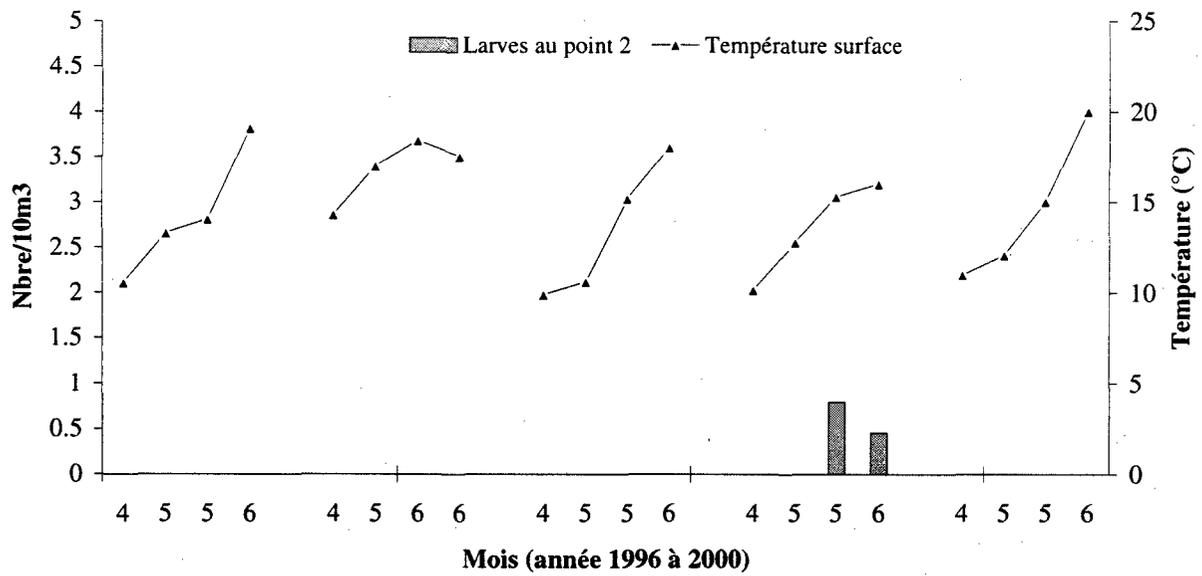
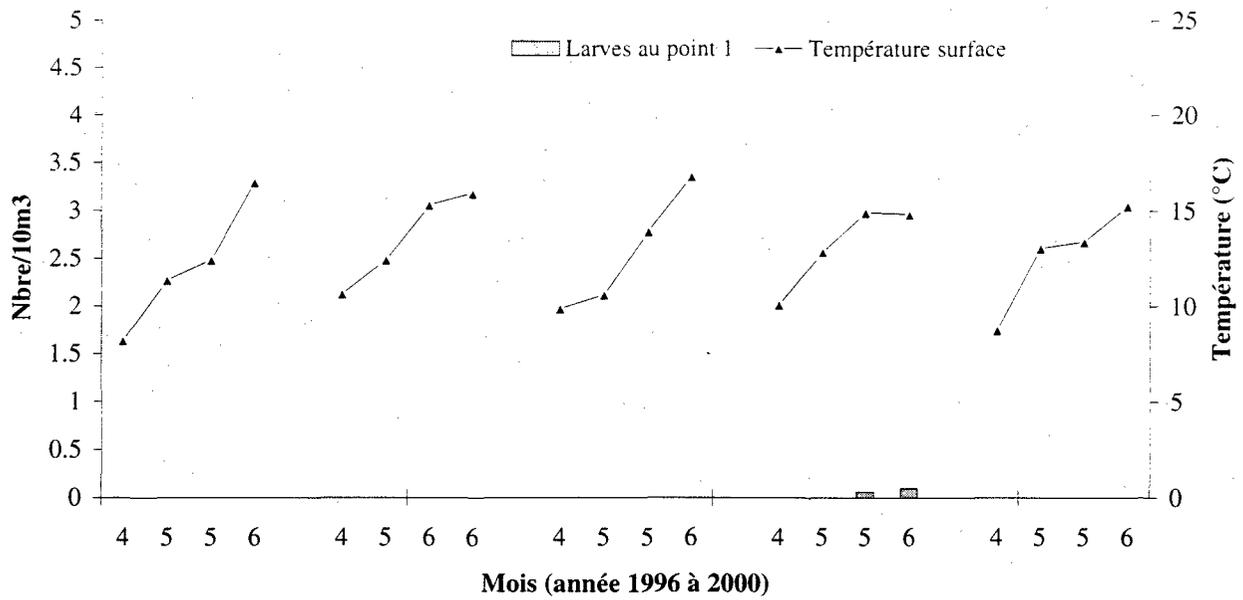


Fig. 3.9 - Larves de sardine pour les points 1, 2 et 3.

3.2.2.5. Le tacaud (*Trisopterus luscus*)

Les individus pêchés appartiennent au groupe 0. Les captures, d'une faible abondance, se répartissent majoritairement dans la strate B.

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 l'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 2000, la densité moyenne globale sur l'ensemble du secteur est de 217,2 ind./1000 m². Elle est en augmentation par rapport à 1999 (Fig.3.2). L'essentiel des captures a été réalisé, comme les années précédentes dans les strates 0 et 1.

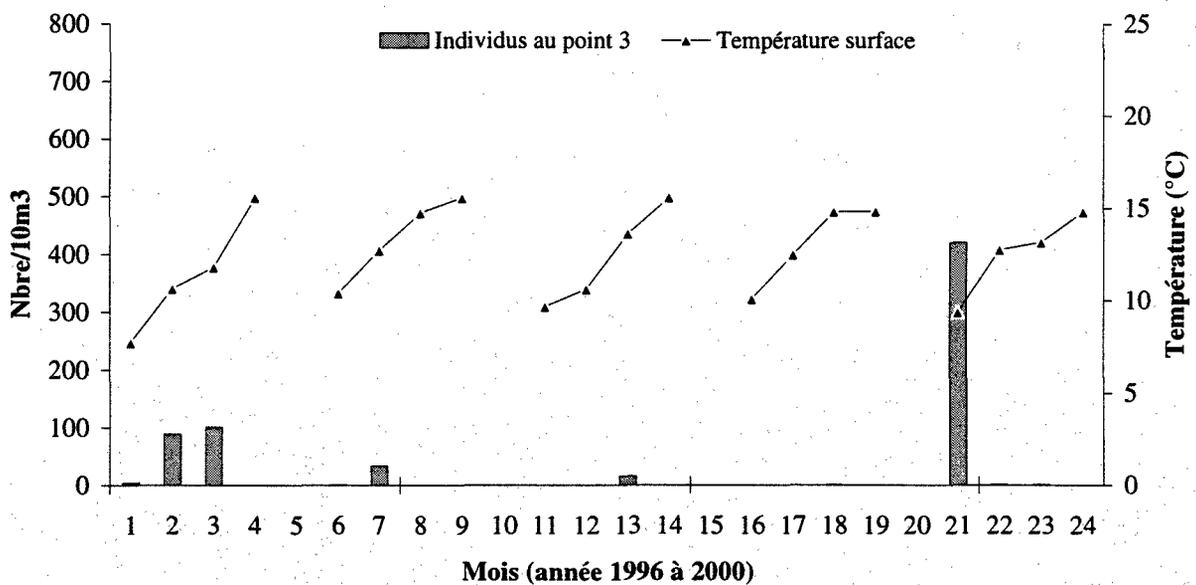
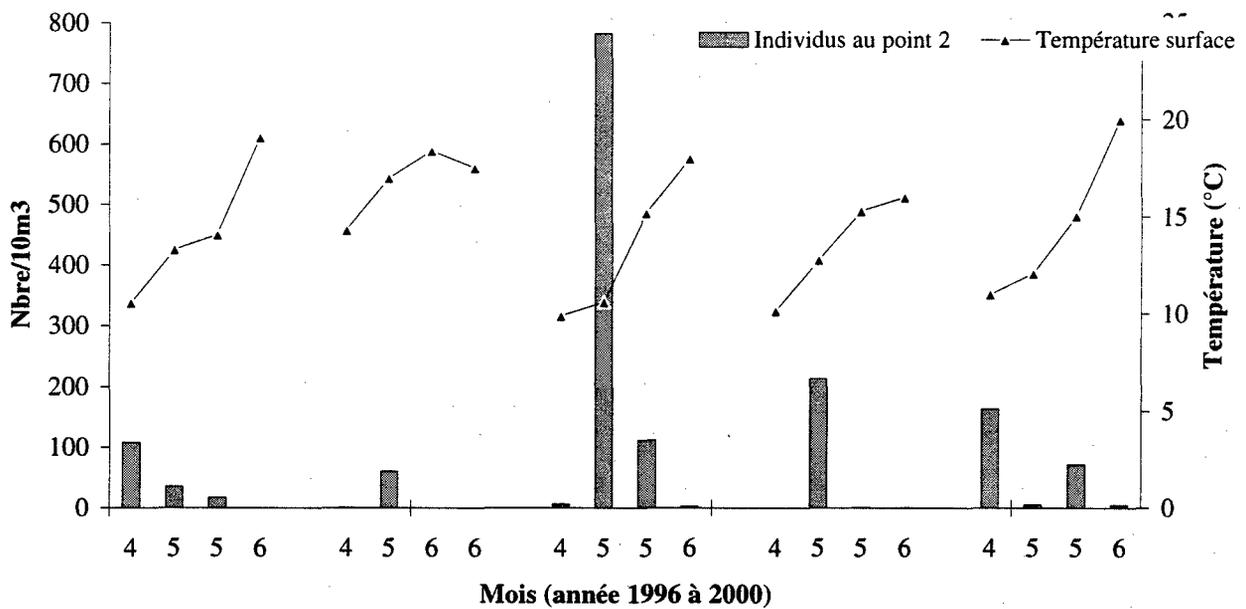
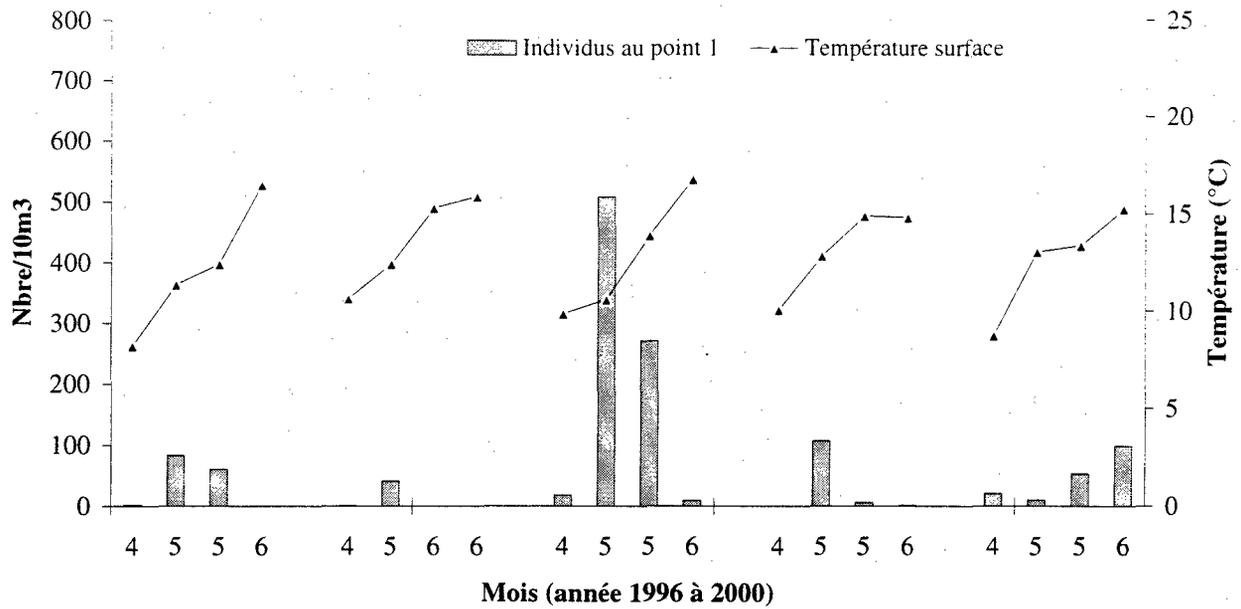


Fig. 3.10 - Groseille de mer pour les points 1, 2 et 3.

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).

3.2.3.1..3 Zoés et mégaloopes

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

3.2.3.1..4 Juvéniles et adultes

En 2000, l'indice d'abondance le plus élevé est observé dans la strate C avec 1,78 ind./1000 m², ce qui représente 84,35 % de l'abondance totale.

3.2.4. Autres planctontes

3.2.4.1. Cténares

Présentes dans la totalité de nos prélèvements les groseilles de mer ont une densité maximale de 420,24 individus /10m³ le 14 avril 2000 au point 3. Depuis 1992, les densités maximales ont varié de 57 à 782 individus/10m³.

3.3. Conclusion

Au cours de cette étude de surveillance 2^{ème} phase (11^{ème} 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 pour la sole que l'année 2000, est comparable à l'année 1998 (6,4 oeufs/10m³ en avril 2000 et 8,7 oeufs/10m³ en mai 1998) et qu'elle est supérieures à l'année 1999 (3.3 oeufs/10m³). Depuis 5 ans on observe une diminution du frai de la sole (18,6 oeufs/10m³ en avril 1997 et surtout 27,42 oeufs/10m³ en avril 1996). On peut faire la même constatation au niveau des larves. En revanche, on remarque cette année une forte augmentation du frai de la sardine en juin au point 3 (270 oeufs/10m³) alors que les valeurs de ces 5 dernières années sont comprises entre 62,8 oeufs/10m³ en 1996 et 49,6 oeufs/10m³ en 1999 sauf pour l'année 1997, où l'on trouve des valeurs médiocres de 4,6 oeufs/10m³. En ce qui concerne les œufs de sprat l'année 2000 (26,3 oeufs/10m³ au point du large en juin restent dans les variations pluriannuelles des années précédentes (de 11 à 108 oeufs/10m³).

Pour les effectifs larvaires de la sardine et du sprat, les densités calculées restent dans les fluctuations pluriannuelles des années précédentes.

Enfin, on note que les groseilles de mer présentent une densité qui s'insère dans l'intervalle des valeurs observées durant les études (420,2 individus/10m³ au point 3 avril 2000). Depuis 1992, les densités maximales ont varié de 57 à 638 individus/10m³.

La stratégie d'échantillonnage stratifié, modifiée en 1999, a été maintenue : une certaine réallocation des points de prélèvements a été effectuée de manière à optimiser l'échantillonnage et le travail de terrain.

Malgré les conditions météorologiques défavorables de la fin de campagne, le plan d'échantillonnage prévu, a pu être réalisé.

Si en 2000, l'indice d'abondance des juvéniles groupe 0 de soles est moyen, voire faible pour la limande ; au contraire, pour la plie, 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 augmentation par rapport à celle de 1999 (217,2 ind./1000 m²), mais l'indice reste moyen 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 confé. 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 nurricerie 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 nurricerie 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 nourricerie 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/98/04.

IFREMER, 2000.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1999. Rapport interne DRV/RH/RST/98/04.

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.

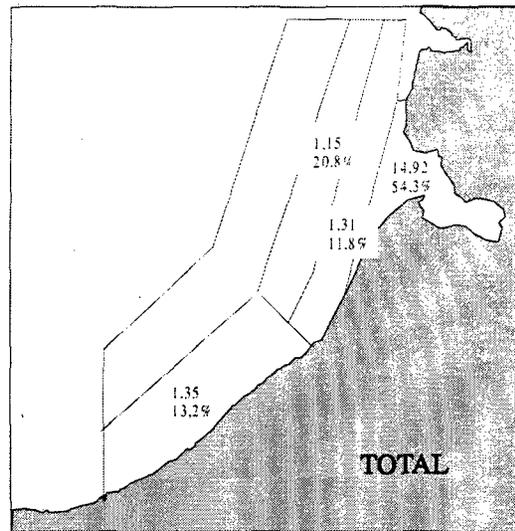
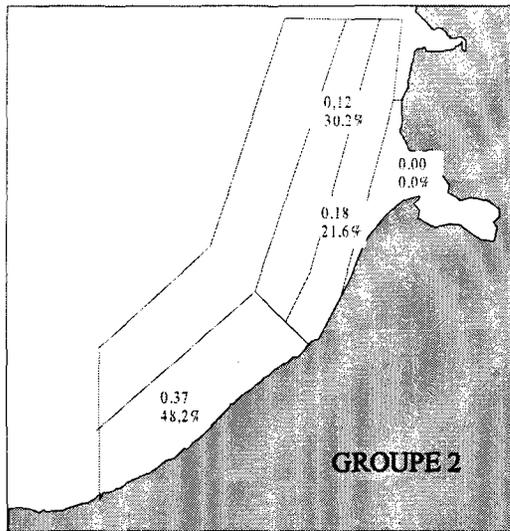
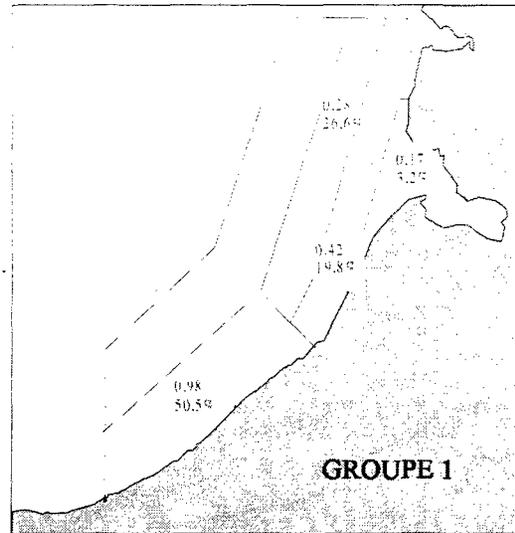
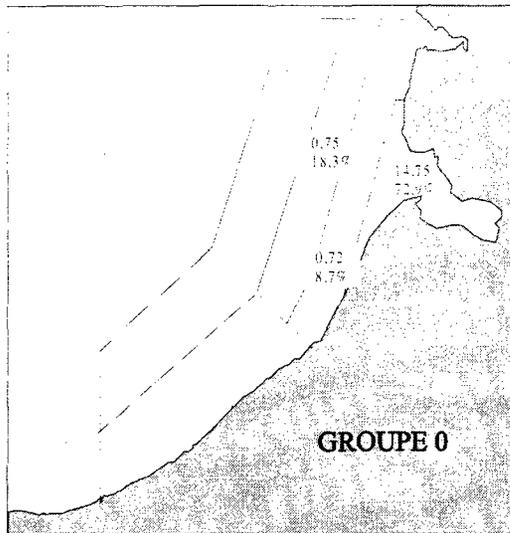
TIEWS, 1967.- Synopsis of biological data on the common shrimp (*Crangon crangon*) (Linnaeus, 1758) FAO Fish. synops. n°91.

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

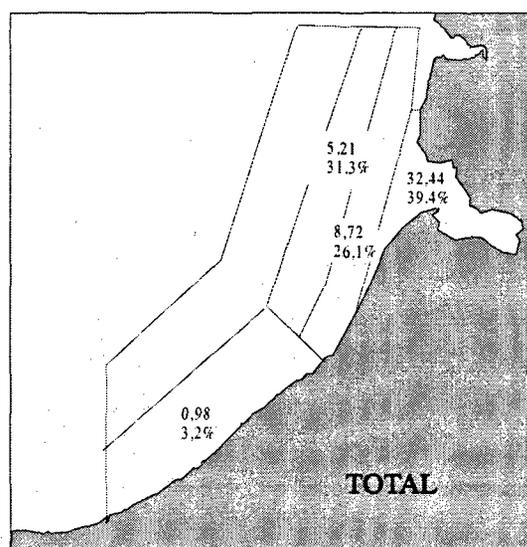
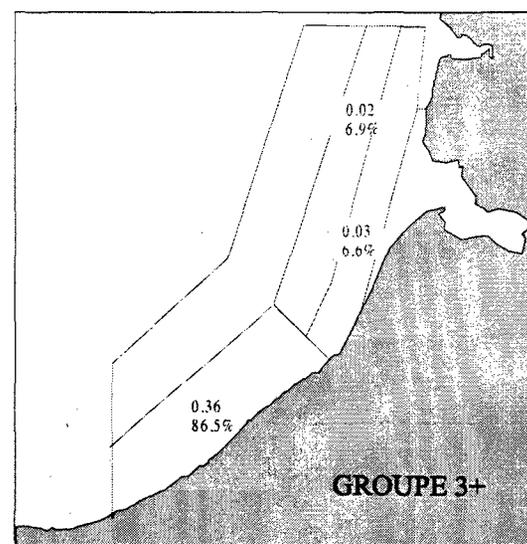
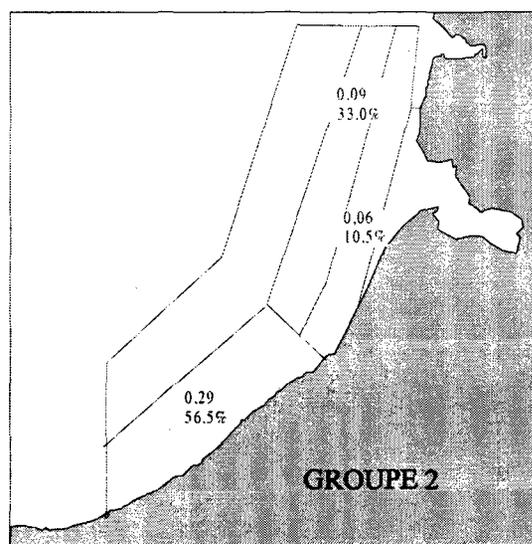
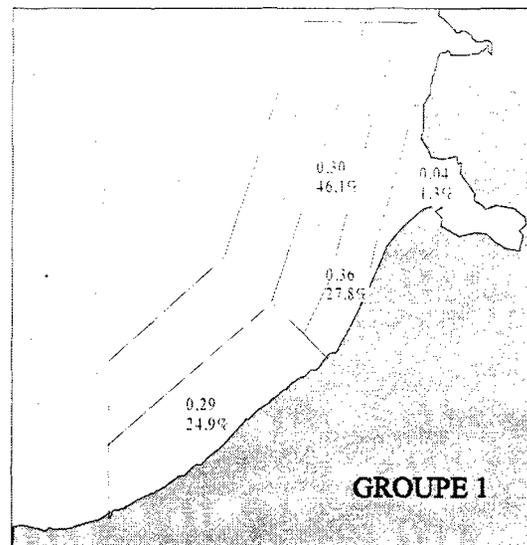
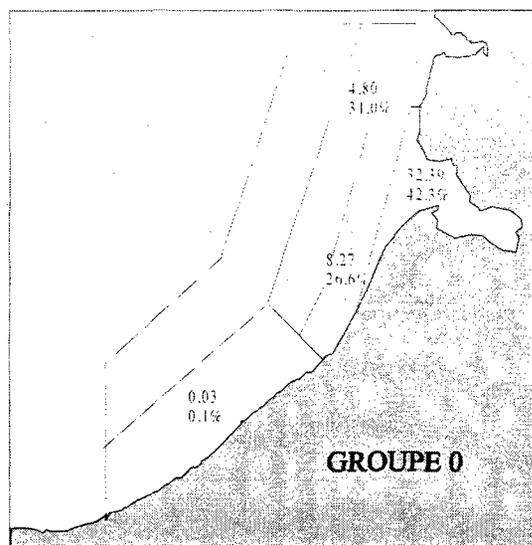
ANNEXES

ANNEXE 3.1

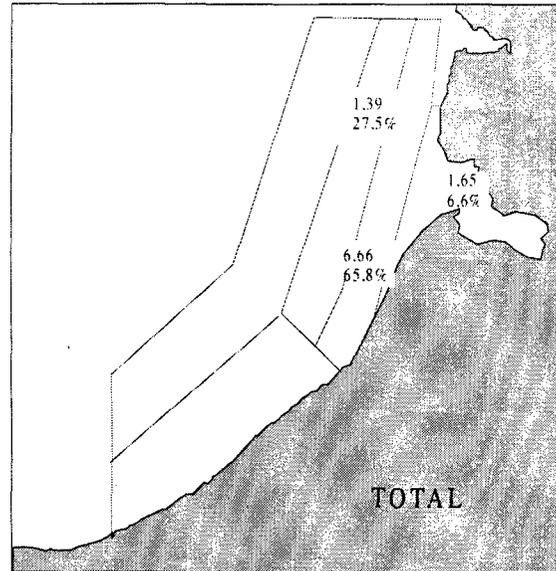
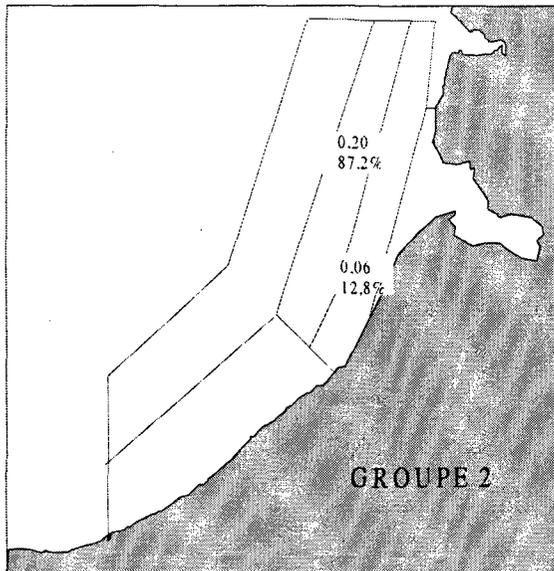
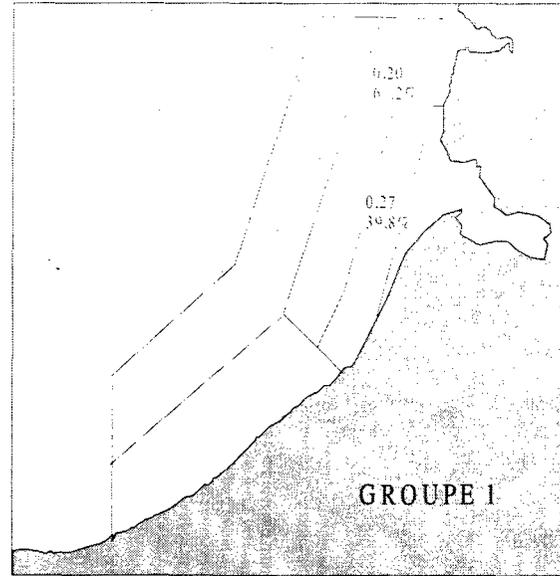
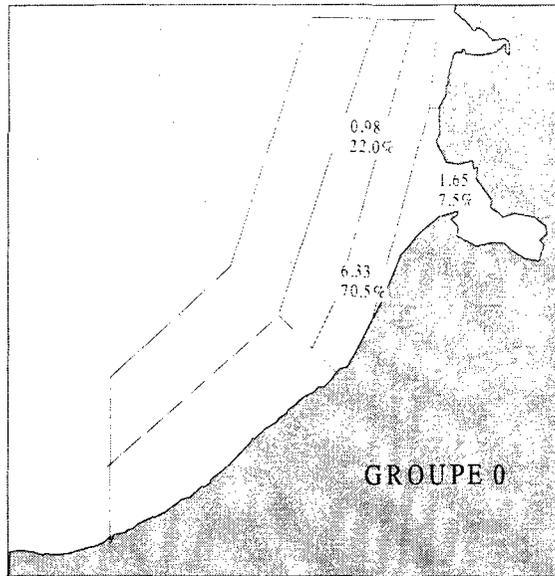
Distributions spatiales des principales espèces et productions par zone



SOLE – septembre 2000
Densités moyennes par strates (nb/1000 m²) et pourcentages par rapport à l'abondance totale.

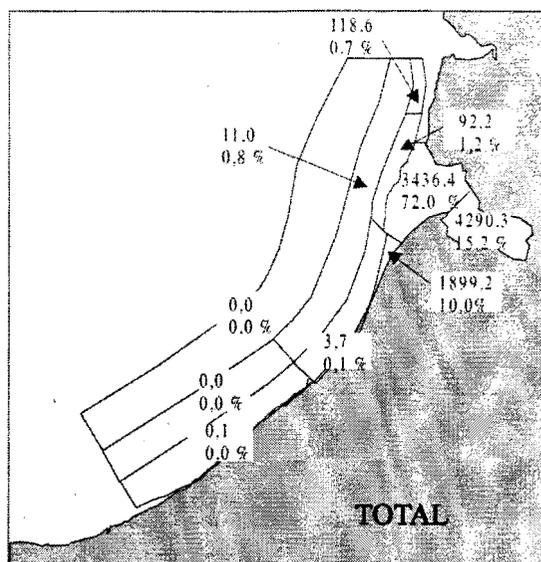
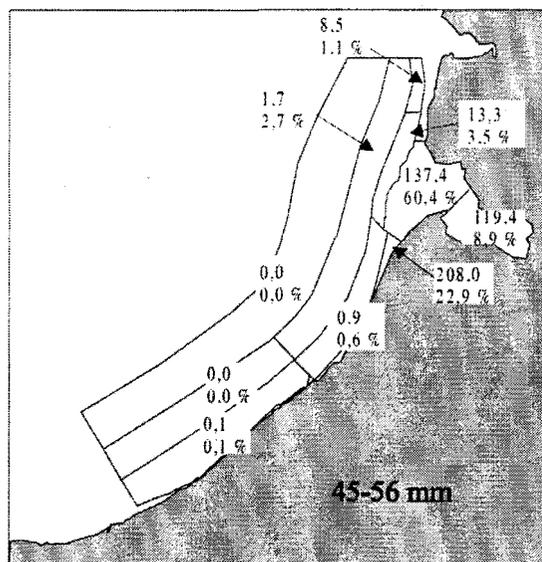
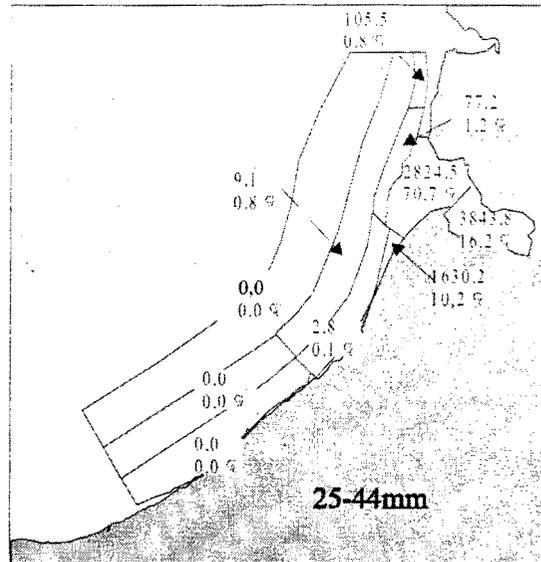
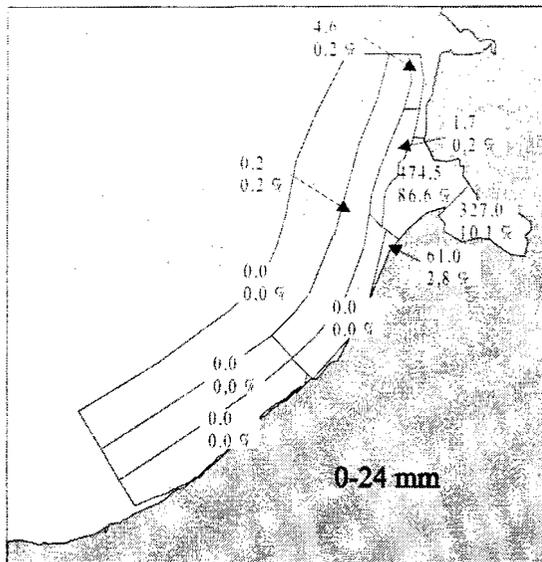


PLIE – septembre 2000
Densités moyennes par strates (nb/1000 m²) et pourcentages par rapport à l'abondance totale.



LIMANDE – septembre 2000

Densités moyennes par strates (nb/1000 m²) et pourcentages par rapport à l'abondance totale.



CREVETTE – septembre 2000
 Densités moyennes par strates (nb/1000 m²) 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 2000.

Code Rubbin	Nom Scientifique	Nom Vernaculaire
AGONCAT	<i>Agonus cataphractus</i>	souris de mer
ALLOSPP	<i>Alloteuthis</i>	petit calmar
AMMOTOB	<i>Ammodytes tobianus</i>	équille
ARNOSPP	<i>Arnoglossus spp</i>	arnoglosse
ASTERUB	<i>Asterias rubens</i>	étoile de mer
ATHEPRE	<i>Atherina presbyter</i>	prêtre
BUCCUND	<i>Buccinum undatum</i>	buccin
BUGLLUT	<i>Buglossidium luteum</i>	petite sole jaune
CALLLYR	<i>Callionymus lyra</i>	dragonnet
CARCMAE	<i>Carcinus maenas</i>	crabe vert
CILIMUS	<i>Ciliata mustela</i>	motelle
CLUPHAR	<i>Clupea harengus</i>	hareng
COTTIDAX	<i>Cottidae</i>	chabot de mer
CRAGALL	<i>Crangon allmani</i>	Crevette
CRANCRA	<i>Crangon crangon</i>	crevette grise
DICELAB	<i>Dicentrarchus labrax</i>	bar
DONAX	<i>Donax spp</i>	donace
ECHICOR	<i>Echinocardium cordatum</i>	oeuf de grisard
ECHIVIP	<i>Echiichthys vipera</i>	petite vive
EUPABER	<i>Eupagurus bernhardus</i>	bernard-l'ermite
GLYCGLY	<i>Glycimeris glycimeris</i>	amande
GOBIIDAX	<i>Gobiidae</i>	gobie
HIPPSP	<i>Hippocampus spp</i>	Hippocampe
HYPELAN	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	lançon
LIMALIM	<i>Limanda limanda</i>	limande
LIOCHOL	<i>Liocarcinus holsatus</i>	"crabe nageur"
LOLIGINX	<i>Loliginidae</i>	calmar
MACRLON	<i>Macropodia longirostris</i>	"Macropodia"
MACRPUB	<i>Macropipus puber</i>	étrille
MAJASQU	<i>Maia squinado</i>	araignée de mer
MERLMNG	<i>Merlangius merlangus</i>	merlan
MYTIEDU	<i>Mytilus edulis</i>	moule
NASSSPP	<i>Nassarius spp</i>	nasse
NATIALD	<i>Natica alderi</i>	natice
OPHISPP	<i>Ophiuridae</i>	ophiure
PALASER	<i>Palaemon serratus</i>	bouquet
PHOLGUN	<i>Pholis gunnelus</i>	gonelle
PLATFLE	<i>Platichthys flesus</i>	flet
PLEUPLA	<i>Pleuronectes platessa</i>	plie
PSAMMIL	<i>Psammechinus miliaris</i>	oursin vert
PSETMAX	<i>Psetta maxima</i>	turbot
RAJACLA	<i>Raja clavata</i>	raie bouclée
SCOMSCO	<i>Scomber scombrus</i>	maquereau
SCOPRHO	<i>Scophthalmus rhombus</i>	barbue
SEPIOFF	<i>Sepia officinalis</i>	seiche
SEPIOSP	<i>Sepiolo spp</i>	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 spp</i>	aiguille de mer
TELISPP	<i>Tellina spp</i>	telline
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 m².

Code Rubbin	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E	Totalité
AGONCAT		0,48	0,37	0,87	0,20
ALLOSPP	0,29		0,28	0,04	0,12
AMMOTOB	0,10	0,03	0,09	0,04	0,04
ARNOSPP	0,36	0,39	0,36		0,19
ASTERUB	0,98	18,39	13,17		5,95
ATHEPRE				0,17	0,01
BUCCUND	0,36				0,05
BUGLLUT	0,88	18,06	15,36	2,48	6,59
CALLLYR	19,20	31,40	40,24	3,72	17,45
CARMAE		0,48	1,12	77,42	4,43
CILIMUS				0,91	0,05
CLUPHAR		0,54	0,03	10,26	0,62
COTTIDAX		0,03			0,00
CRAGALL		0,24	2,00		0,55
DICELAB	0,07	0,51	0,06	3,51	0,28
DONAX		9,91	2,43	1,16	1,98
ECHICOR	0,10		0,41	0,08	0,12
ECHIVIP	1,44	2,90	8,11	2,93	2,84
EUPABER	2,06	2,63	4,77	1,53	1,95
GLYCGLY	0,10				0,01
GOBIIDAX	4,32	21,61	8,87	90,34	10,47
HIPPSPP	0,03		0,06		0,02
HYPELAN	0,03	0,39	0,23	0,12	0,12
LIMALIM		6,66	1,39	1,65	1,31
LIOCHOL		45,28	12,89	20,46	10,30
LOLIGINX		0,03	0,06		0,02
MACRLON	0,16	0,36	0,81		0,28
MACRPUB		0,48	1,78	0,45	0,55
MAJASQU		0,03	0,02		0,01
MERLMNG	0,46	0,03	0,08	0,37	0,11
MYTIEDU	3,08				0,43
NASSSPP	2,52	23,16	68,20	0,37	21,13
NATIALD	0,10		0,28		0,09
OPHISPP	0,52	3,46	38,12		10,44
PALASER				0,25	0,01
PHOLGUN		0,24			0,03
PLATFLE		0,09	0,08		0,03
PLEUPLA	0,98	8,72	5,21	32,44	4,33
PSAMMIL	0,03	0,96	3,94		1,15
PSETMAX			0,02		0,00
RAJACLA	0,59	0,84	0,41	0,25	0,31
SCOMSCO		0,03	0,03		0,01
SCOPRHO				0,21	0,01
SEPIOFF	0,46	1,76	3,07	0,08	1,10
SEPISSP	0,10	0,48	1,62	0,45	0,52
SOLELAS			0,08	0,50	0,05
SOLEVUL	1,35	1,31	1,15	14,92	1,45
SPISOVA	1,18	2,51	2,10		1,04
SPONCAN		0,24			0,03
SPRASPR		0,03	0,02	29,30	1,55
SYNGSPP		0,18	0,14	0,08	0,06
TELISPP			1,68		0,44
TRACTRU	0,10	0,06	0,12		0,05
TRIGLUC	0,88	0,24	0,16	0,83	0,24
TRISLUS	0,07	2,01	0,09	0,04	0,30
TRISMIN		0,03			0,00

Pourcentage de l'abondance des espèces par strate.

Code Rubbin	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E
AGONCAT		30,22	47,52	22,27
ALLOSPP	35,62		62,52	1,86
AMMOTOB	31,34	8,75	55,01	4,91
ARNOSPP	26,15	25,87	47,98	
ASTERUB	2,33	40,06	57,61	
ATHEPRE				100,00
BUCCUND	100,00			
BUGLLUT	1,89	35,52	60,61	1,98
CALLLYR	15,53	23,34	60,02	1,12
CARMAE		1,40	6,60	92,00
CILIMUS				100,00
CLUPHAR		11,29	1,31	87,40
COTTIDAX		100,00		
CRAGALL		5,63	94,37	
CRANCRA	0,00	3,07	4,06	92,87
DICELAB	3,35	23,84	5,88	66,93
DONAX		64,94	31,99	3,07
ECHICOR	11,21		85,28	3,51
ECHIVIP	7,15	13,21	74,21	5,43
EUPABER	14,91	17,43	63,55	4,11
GLYCGLY	100,00			
GOBIIDAX	5,83	26,76	22,05	45,37
HIPSPSP	22,17		77,83	
HYPELAN	3,78	41,14	49,76	5,33
LIMALIM		65,83	27,54	6,63
LIOCHOL		56,99	32,57	10,44
LOLIGINX		19,26	80,74	
MACRLON	8,24	16,56	75,20	
MACRPUB		11,29	84,35	4,36
MAJASQU		48,82	51,18	
MERLMNG	59,69	3,57	18,71	18,03
MYTIEDU	100,00			
NASSSPP	1,68	14,22	84,01	0,09
NATIALD	15,96		84,04	
OPHISPP	0,71	4,30	94,99	
PALASER				100,00
PHOLGUN		100,00		
PLATFLE		36,40	63,60	
PLEUPLA	3,20	26,10	31,30	39,39
PSAMMIL	0,40	10,72	88,88	
PSETMAX			100,00	
RAJACLA	26,83	34,95	34,02	4,20
SCOMSCO		32,29	67,71	
SCOPRHO				100,00
SEPIOFF	5,90	20,82	72,88	0,40
SEPISPP	2,66	11,87	80,89	4,58
SOLELAS			43,76	56,24
SOLEVUL	13,17	11,78	20,77	54,27
SPISOVA	16,01	31,28	52,70	
SPONCAN		100,00		
SPRASPR		0,25	0,26	99,49
SYNGSPP		36,24	56,98	6,78
TELISPP			100,00	
TRACTRU	25,65	14,32	60,03	
TRIGLUC	52,05	12,91	16,92	18,12
TRISLUS	3,12	87,92	8,23	0,73
TRISMIN		100,00		

Densités par groupes, strates et sur la totalité du secteur, en nombre d'individus par 1000 m².

Code Rubbin	Groupe	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E	Totalité
CLUPHAR	Groupe 1		0,54	0,03	10,26	0,62
DICELAB	Groupe 0			0,02	3,51	0,19
DICELAB	Groupe 1	0,07	0,21	0,05		0,05
DICELAB	Groupe 2		0,30			0,04
LIMALIM	Groupe 0		6,33	0,98	1,65	1,16
LIMALIM	Groupe 1		0,27	0,20		0,09
LIMALIM	Groupe 2		0,06	0,20		0,06
MERLMNG	Groupe 0	0,43		0,03	0,37	0,09
MERLMNG	Groupe 1	0,03	0,03	0,03		0,02
MERLMNG	Groupe 2			0,02		0,00
PLATFLE	Groupe 0			0,02		0,00
PLATFLE	Groupe 1			0,02		0,00
PLATFLE	Groupe 2		0,03	0,03		0,01
PLATFLE	Groupe 3		0,06	0,02		0,01
PLEUPLA	Groupe 0	0,03	8,27	4,80	32,39	4,03
PLEUPLA	Groupe 1	0,29	0,36	0,30	0,04	0,17
PLEUPLA	Groupe 2	0,29	0,06	0,09		0,07
PLEUPLA	Groupe 3+	0,36	0,03	0,02	0,00	0,06
PSETMAX	Groupe 1			0,02		0,00
SCOPRHO	Groupe 0				0,17	0,01
SCOPRHO	Groupe 1				0,04	0,00
SOLEVUL	Groupe 0		0,72	0,75	14,75	1,06
SOLEVUL	Groupe 1	0,98	0,42	0,28	0,17	0,27
SOLEVUL	Groupe 2	0,37	0,18	0,12		0,11
SPONCAN	Groupe 0		0,24			0,03
SPRASPR	Groupe 0				29,30	1,54
SPRASPR	Groupe 1		0,03	0,02		0,01
TRACTRU	Groupe 0	0,10	0,03	0,12		0,05
TRACTRU	Groupe 3+		0,03			0,00
TRIGLUC	Groupe 0	0,79	0,21	0,14	0,74	0,21
TRIGLUC	Groupe 1	0,10	0,03	0,02		0,02
TRISLUS	Groupe 0	0,07	2,01	0,09	0,04	0,30

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

Code Rubbin	Groupe	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E
CLUPHAR	1		11,29	1,31	87,40
DICELAB	0			2,15	97,85
DICELAB	1	19,06	55,85	25,09	
DICELAB	2		100,00		
LIMALIM	0		70,55	21,98	7,47
LIMALIM	1		39,77	60,23	
LIMALIM	2		12,80	87,20	
MERLMNG	0	68,47		9,25	22,28
MERLMNG	1	27,84	23,30	48,86	
MERLMNG	2			100,00	
PLATFLE	0			100,00	
PLATFLE	1			100,00	
PLATFLE	2		32,29	67,71	
PLATFLE	3		65,61	34,39	
PLEUPLA	0	0,11	26,60	31,01	42,27
PLEUPLA	1	24,87	27,76	46,07	1,30
PLEUPLA	2	56,46	10,50	33,04	
PLEUPLA	3+	86,51	6,58	6,90	
PSETMAX	1			100,00	
SCOPRHO	0				100,00
SCOPRHO	1				100,00
SOLEVUL	0		8,74	18,32	72,95
SOLEVUL	1	50,45	19,75	26,62	3,17
SOLEVUL	2	48,24	21,59	30,17	
SPONCAN	0		100,00		
SPRASPR	0				100,00
SPRASPR	1		48,82	51,18	
TRACTRU	0	27,63	7,71	64,66	
TRACTRU	3+		100,00		
TRIGLUC	0	51,93	12,68	17,09	18,30
TRIGLUC	1	63,63	17,76	18,61	
TRISLUS	0	3,12	87,92	8,23	0,73

CREVETTE GRISE

Densités par strates et sur la totalité du secteur, en nombre d'individus par 1000 m².

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	327,0	474,5	61,0	1,7	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	4,6	25,0
25-44 mm	3843,8	2824,5	1630,2	77,2	2,8	9,1	0,0	0,0	0,0	105,5	181,9
45-56 mm	119,4	137,4	208,0	13,3	0,9	1,7	0,1	0,0	0,0	8,5	10,4
>56 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTAL	4290,3	3436,4	1899,2	92,2	3,7	11,0	0,1	0,0	0,0	118,6	217,2

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	10,1	86,6	2,8	0,2	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
25-44 mm	16,2	70,7	10,2	1,2	0,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,8
45-56 mm	8,9	60,4	22,9	3,5	0,6	2,7	0,1	0,0	0,0	1,1
>56 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTALITE	15,2	72,0	10,0	1,2	0,1	0,8	0,0	0,0	0,0	0,7

ANNEXE 3.5

Tableaux récapitulatifs des densités en nombre par 10 m³ des principaux taxons

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFs			LARVES
					STADE 1	STADE 2	TOTAL	
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	
2000	106	14	4	1	3.53	1.35	4.88	0.1
	106	14	4	2	4.87	1.53	6.4	0.86
	106	14	4	3	5.45	1.34	6.8	1.56
	107	11	5	1	1.77	0.91	2.68	0
	107	11	5	2	2.79	1.81	4.6	0.39
	107	11	5	3	1.34	1.61	2.95	0.27
	108	24	5	1	0	0	0	0.63
	108	24	5	2	0	0	0	0.07
	108	24	5	3	0.67	0.1	0.77	0.84
	109	8	6	1	0.05	0	0.05	0.15
	109	8	6	2	0	0.1	0.1	0.05
	109	8	6	3	0	0	0	0.15

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

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFS TOTAL	LARVES
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	
2000	106	14	4	1	0	0
	106	14	4	2	0	0
	106	14	4	3	0	0
	107	11	5	1	0	0
	107	11	5	2	0	0
	107	11	5	3	0	0
	108	24	5	1	0	0.25
	108	24	5	2	0	0
	108	24	5	3	0	0
	109	8	6	1	0.05	0
	109	8	6	2	0	0
	109	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	
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	
2000	106	14	4	1	0.32	0.67	0.99	6.33
	106	14	4	2	0.29	0.96	1.24	8.8
	106	14	4	3	0.86	1.12	1.98	25
	107	11	5	1	0.23	0.2	0.43	2.64
	107	11	5	2	0.29	0.29	0.58	23.87
	107	11	5	3	0.4	0.81	1.21	3.33
	108	24	5	1	0	1.66	1.66	0.06
	108	24	5	2	0	0.38	0.38	1.41
	108	24	5	3	0.91	5	5.91	0.47
	109	8	6	1	0	0.3	0.3	1.57
	109	8	6	2	3.37	1.48	4.84	2.05
109	8	6	3	14.8	11.5	26.3	2.21	

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

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFs			LARVES
					STADE 1	STADE 2	TOTAL	
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	
2000	106	14	4	1	0.1	0	0.1	0
	106	14	4	2	0	0	0	0
	106	14	4	3	0	0	0	0
	107	11	5	1	0.31	0.87	1.18	0
	107	11	5	2	0.47	2.53	3	0
	107	11	5	3	5.53	7.92	13.45	0
	108	24	5	1	0	1.83	1.83	0
	108	24	5	2	0	0.13	0.13	0
	108	24	5	3	0.1	3	3.1	0.05
	109	8	6	1	0.56	1.87	2.43	0
109	8	6	2	0.57	5.91	6.48	0	
109	8	6	3	126.53	142.8	269.33	0	

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

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	NOMBRE INDIVIDUS
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
2000	106	14	4	1	20.88
	106	14	4	2	164.1
	106	14	4	3	420.24
	107	11	5	1	10.33
	107	11	5	2	5.32
	107	11	5	3	1.34
	108	24	5	1	53.46
	108	24	5	2	71.71
	108	24	5	3	1.23
	109	8	6	1	98.62
	109	8	6	2	4.72
	109	8	6	3	0.15

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

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	TEMPERATURE		SALINITE		SONDE (m)
					SURFACE	FOND	SURFACE	FOND	
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
2000	106	14	4	1	8.76	8.68	33.13	33.13	11
	106	14	4	2	11	8.71	33.23	33.25	16
	106	14	4	3	9.35	8.7	33.03	33.25	18
	107	11	5	1	13.04	12.37	32.85	33.03	6
	107	11	5	2	12.08	13.24	32.93	32.8	10
	107	11	5	3	12.74	11.93	32.9	33.17	11
	108	24	5	1	13.37	13.03	33.4	33.47	8
	108	24	5	2	15.04	13.98	33.51	33.4	11
	108	24	5	3	13.15	12.86	33.6	33.67	15
	109	8	6	1	15.26	15.1	33	33.03	6
	109	8	6	2	20.01	16.5	33.4	33.2	9
	109	8	6	3	14.8	14.34	33.15	33.27	15

4. Résumé

L'année 2000 est marquée par des pluies très abondantes en avril-mai, des températures de l'air plutôt douces particulièrement en février-mars, mais fraîches en juillet-août. Ces caractéristiques se répercutent sur l'hydrologie par l'apport d'eaux douces (responsables de dessalure) chargées en substances terrigènes (responsables des fortes teneurs en nitrate en particulier). L'abondance de nitrate entraîne un déséquilibre des substances nutritives inorganiques, face aux faibles teneurs en phosphate et silicates. Il semblerait que les températures élevées en automne contribuent à la reminéralisation (précoce ?) des substances organiques, ce qui expliquerait les teneurs relativement élevées en nitrate et silicate.

Pour le phytoplancton, au cours des trois campagnes, aucun déséquilibre dans la composition floristique entre les différents points n'a été noté. Les taxons dénombrés en 2000 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.

Les variations observées entre les différents points sont essentiellement dues aux variations spatiales dans cette zone.

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 2000, les maxima des différents taxons se retrouvent indifféremment sur l'un ou l'autre des points quelque soit l'époque. De la même manière, les valeurs globales de matière sèche, de carbone et d'azote peuvent présenter des différences significatives. La difficulté principale réside en l'interprétation de ces résultats. L'ensemble des valeurs est cette année encore situé dans les limites habituelles de variations observées depuis la mise en place de la surveillance sur ce site. L'examen des populations zooplanctoniques présentes sur les quatre points ne permet pas de conclure à un impact quelconque des eaux chaudes rejetées par la centrale de Penly sur le milieu proche

La surveillance microbiologique du site de la centrale de Penly pendant l'année 2000 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 1999.

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 1999 il y a augmentation du nombre de germes dénombrés au printemps.

Il y a cette année en été et en automne présence de *Vibrio.alginolyticus* aux 4 points de prélèvement de la centrale de PENLY.

Le dosage des haloformes montre la présence de traces de tribromométhane au point rejet en juin 2000. Il n'y a pas d'évolution par rapport à la campagne 1999.

Au cours de cette étude de surveillance 2^{ème} phase (11^{ème} 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 pour la sole que l'année 2000, est comparable à l'année 1998 (6,4 oeufs/10m³ en avril 2000 et 8,7 oeufs/10m³ en mai 1998) et qu'elle est supérieures à l'année 1999 (3.3 oeufs/10m³). Depuis 5 ans on observe une diminution du frai de la sole (18,6 oeufs/10m³ en avril 1997 et surtout 27,42 oeufs/10m³ en avril 1996). On peut faire la même constatation au niveau des larves. En revanche, on remarque cette année une forte augmentation du frai de la sardine en juin au point 3 (270 oeufs/10m³) alors que les valeurs de ces 5 dernières années sont comprises entre 62,8 oeufs/10m³ en 1996 et 49,6 oeufs/10m³ en 1999 sauf pour l'année 1997, où l'on trouve des valeurs médiocres de 4,6 oeufs/10m³. En ce qui concerne les œufs de sprat l'année 2000 (26,3 oeufs/10m³ au point du large en juin restent dans les variations pluriannuelles des années précédentes (de 11 à 108 oeufs/10m³).

Pour les effectifs larvaires de la sardine et du sprat, les densités calculées reste dans les fluctuations pluriannuelles des années précédentes.

Enfin, on note que les groseilles de mer présentent une densité qui s'insère dans l'intervalle des valeurs observées durant les études (420,2 individus/10m³ au point 3 avril 2000). Depuis 1992, les densités maximales ont varié de 57 à 638 individus/10m³.

La stratégie d'échantillonnage stratifiée utilisée en 1999 a été poursuivie, à savoir, 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 fin de campagne ont permis cependant de réaliser le nouveau plan d'échantillonnage prévu.

Si en 2000, les indices d'abondance des juvéniles groupe 0 de soles sont moyens, voire faibles pour la limande, pour la plie, 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 augmentation par rapport à celle de 1999 (217,2 ind./1000 m²), mais l'indice reste moyen comparé à ceux observés depuis le début de l'étude. La répartition géographique est comparable aux années antérieures.