

Direction des ressources vivantes
Département des ressources halieutiques

Daniel Halgand
Marie-Laure Cochard
Laurence Dorobisz
Jérôme Huet
Philippe Monbet
Myriam Rumèbe
Hervé Thillaye du Boullay

Mars 2002 – DRV/RH/2002 - 01

IFREMER

Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la centrale de Penly (Manche est) : année 2001

IFREMER Bibliothèque de BREST



OEL09500

Résumé :

- La surveillance n° 15, 2^{ème} phase, sur le site de PENLY couvre la période d'avril à septembre 2001. Les domaines étudiés sont l'hydrologie, la microbiologie, le plancton végétal et animal et le domaine halieutique. ~

Abstract :

- Monitoring n° 15, 2nd phase, of PENLY nuclear power - plant takes in account studies between April and September 2001. Hydrology, microbiology, phytoplankton, zooplankton and fishing are studied. ~

Mots-clés :

Pelagos - Halieutique - Centrale nucléaire - Surveillance

Keywords :

Pelagos - fishing - nuclear power plant - monitoring

Commentaire :

En 2001, les températures ont été généralement plus élevées (en moyenne 1,1°C) que la moyenne établie depuis 1972.

Les hauteurs de précipitations ont également été régulièrement supérieures à la moyenne établie sur les 29 dernières années.

Les résultats du programme de surveillance 2001 du site de Penly indiquent que les caractéristiques hydrologiques de la colonne d'eau étaient atypiques cette année sur deux points en raison des conditions climatiques exceptionnelles. Premièrement, en raison de précipitations élevées qui ont engendré des débits de rivières exceptionnels, les plus faibles salinités ont été observées depuis 1989. Il en a résulté des teneurs en sels nutritifs relativement élevées par rapport aux données acquises précédemment dans le cadre du programme IGA. En outre dans ce secteur de la Manche orientale, les courants de marée parallèles à la côte constituent une entrave au mélange de ces eaux douces avec les eaux océaniques. Cela crée une masse d'eau côtière permanente (« fleuve côtier ») dont la dessalure est sans cesse entretenue par les apports fluviaux qui s'échelonnent de la Baie de Seine au Pas de Calais.

Deuxièmement, le réchauffement estival de la colonne d'eau a été important, conduisant à des températures parmi les plus fortes enregistrées depuis 1989. Malgré ces conditions climatiques exceptionnelles, les paramètres hydrologiques mesurés lors des campagnes 2001 semblent avoir suivi un cycle saisonnier que l'on peut qualifier de classique : consommation par le phytoplancton des sels nutritifs entre le printemps et l'été suite à l'augmentation de la température de l'eau et de l'insolation, suivi durant l'automne de processus de régénération.

Un récapitulatif des paramètres présentant des différences significatives identifiées à partir de l'étude statistique réalisée sur les données acquises depuis 1989 est présenté dans le tableau ci-après.



COMPARAISON	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
CANAL / REJET	Température Salinité --- --- --- Silicate	Température Salinité --- Nitrite --- Silicate	Température Salinité Ammonium Nitrite Phosphate Silicate
REFERENCE / REJET	Température Salinité --- Nitrate MES	Température Salinité Ammonium --- Silicate MES	Température Salinité Ammonium --- --- MES
CANAL / REFERENCE	Température Salinité --- --- MES	Température Salinité Ammonium Silicate MES	--- Salinité --- --- MES
CONTROLE / REFERENCE	Température ---	Température ---	Température Nitrate
CONTROLE / CANAL	Salinité --- --- --- ---	Salinité --- --- Phosphate Silicate MES	--- Ammonium Nitrite Phosphate Silicate ---
CONTROLE / REJET	Température --- --- --- --- ---	Température --- Ammonium --- --- --- MES	Température Salinité Ammonium Nitrite Phosphate Silicate ---

Récapitulatif des paramètres présentant des différences significatives

Cette étude a révélé que la température présente toujours des valeurs significativement plus élevées au « rejet » qu'aux autres stations. Les mesures indiquent que l'impact thermique est relativement réduit. En effet, les échantillons prélevés aux abords des rejets (environ 20 m) présentent des taux de dilution importants (plus de 90% en moyenne depuis 1989). Par ailleurs, la modélisation du rejet d'eau échauffée montre que d'une part l'évolution de la tâche thermique dépend faiblement des courants de marée et que d'autre part cette tâche reste localisée autour de la centrale.

Les autres paramètres (salinité, sels nutritifs et MES) présentent quelques différences significatives entre les stations. Cependant, celles-ci s'expliquent principalement par les différences de salinité observées aux différentes stations qui reflètent par ailleurs les caractéristiques hydrodynamiques particulières et complexes de ce secteur de la Manche Orientale. Les données de surveillance n'ont pas permis de déceler d'anomalie dans le cycle saisonnier de ces paramètres hydrologiques.

Finalement, hormis l'échauffement de l'eau aux abords proches du site qui représente le principal impact sur l'écosystème, la centrale via ses rejets ne semble pas modifier les caractéristiques hydrologiques intrinsèques du milieu (teneurs et variations saisonnières).

Les dénombrements microphytoplanctoniques du site de Penly, mise à part la campagne de septembre, montrent la régularité du phénomène au cours duquel la population de la période "hivernale", peu développée, est remplacée en été par une population dense monospécifique constituée pour l'essentiel par des diatomées du genre *Rhizosolenia*. C'est en général la multiplication active des espèces de ce genre qui représente les poussées phytoplanctoniques du site. Nous ne pouvons donc pas conclure à l'existence d'un déséquilibre dans la composition floristique du site de Penly en 2001.

En 2001, les valeurs obtenues pour les paramètres globaux (poids sec, carbone et azote) varient de manière aléatoire. L'examen détaillé du zooplancton présent permet cependant de faire le lien entre ces variations et la distribution hétérogène de la population. Tous les paramètres pris en compte se situent dans les limites habituelles de variations observées depuis la mise en place de la surveillance sur ce site, et rien ne permet de conclure à un impact sur le milieu proche des eaux chaudes rejetées par la centrale de Penly.

La surveillance microbiologique du site de la centrale de Penly pendant l'année 2001 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 2000.
- 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 2000, il y a diminution 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 2001 ainsi qu'au point référence en septembre 2001. Il y a peu d'évolution par rapport à la campagne 2000.

Au cours de cette étude de surveillance 2^{ème} phase (12^{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 ichthyoplanctoniques, on note pour la sole que l'année 2001 (de 3.1 œufs/10 m³ à 4.55 œufs/10 m³) est comparable à l'année 1999 (3.3 œufs/10 m³ en avril) et qu'elle est inférieure aux années 2000 (6.4 œufs/10 m³), 1998 (8.7 œufs/10 m³) et 1997 (18.6 œufs/10 m³).

En 2001, on note une forte diminution du frai du sprat, qui présente des effectifs de (1.59 à 6.79 œufs/10 m³), nettement inférieur à ceux observés les années précédentes (de 11 à 108 œufs/10 m³).

Pour l'autre poisson pélagique, les œufs de sardine (de 24 à 33.59 œufs/10 m³) sont également nettement inférieurs à ceux rencontrés en 2000 (de 13.43 à 269.33 œufs/10 m³).

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

Enfin, on note que les groseilles de mer présentent une densité qui s'insère dans l'intervalle des valeurs observées durant les études (696,52 individus /10m³ le 5 juin 2001). Depuis 1992, les densités maximales ont varié de 57 à 782 individus/10m³.

Pour ce qui concerne la macrofaune halieutique, 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 rencontrées pendant la campagne 2001, le plan d'échantillonnage prévu, a pu être réalisé.

En 2001, les indices d'abondance des juvéniles groupe 0 de soles sont bons et ceux de limande moyens, avec cependant une augmentation par rapport à 2000. Pour la plie, au contraire, l'abondance est en baisse, mais reste dans la moyenne des valeurs constatées les années précédentes.

La répartition géographique des groupes d'âge est un peu différente de celle des années antérieures. Elle se caractérise par la dominance des groupes 0 de plie, limande et sole en bordure extérieure de la baie de Somme (strate B). Cette légère translation vers le large est sans doute due aux fortes intempéries ayant affecté le bassin versant pendant l'hiver et le printemps.

Nous constatons une densité globale de crevettes grises en baisse par rapport à celle de 2000 (108,2 ind./1000 m²), l'indice est faible comparé à ceux observés depuis le début de l'étude. La répartition géographique reste, par contre, comparable aux années antérieures.

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE SITE DE PENLY

Avril 2001 - Septembre 2001

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° YOAU024

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 2001, objet du présent rapport, est la 12^{ème} année de fonctionnement de la centrale. Les résultats obtenus au cours de cette 15^{ème} année de surveillance 2^{ème} phase contenus dans le rapport concernent l'étude :

- de l'hydrologie, du phytoplancton et de la production primaire, à la station IFREMER de Port en Bessin par le laboratoire côtier de la Direction de l'Environnement Littoral ;
- du zooplancton réalisé à la station IFREMER de Saint-Malo par le laboratoire côtier 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). La mise en page de ce rapport a été effectuée par Christèle MONNIER.

(*) 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 2001	
1.1. CLIMATOLOGIE AUX ABORDS DU SITE	2
1.2. FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE	3
1.3. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES	7
1.4. NATURE ET FREQUENCE DES OBSERVATIONS	7
2. LE DOMAINE PELAGIQUE	
2.1. HYDROBIOLOGIE	2
2.2. PHYTOPLANCTON.....	33
2.3. ZOOPLANCTON.....	45
2.4. MICROBIOLOGIE	61
3. LE DOMAINE HALIEUTIQUE	
3.1. METHODOLOGIE	2
3.1.1. Zooplancton	2
3.1.2. Macrofaune halieutique	4
3.2. RESULTATS	9
3.2.1. Poissons plats	9
3.2.2. Autres espèces de poissons	19
3.2.3 Crustacés.....	25
3.2.4 Autres planctontes.....	27
3.3. CONCLUSION	27
BIBLIOGRAPHIE	29
ANNEXES	1
4. RESUME	1

1 Présentation du site et des travaux réalisés en 2001

Chapitre réalisé :

A la station IFREMER de Port en Bessin par

- Philippe MONBET (climatologie)

Au centre IFREMER de Nantes par

- Daniel HALGAND

1.1 Climatologie

Les données météorologiques relatives au site de Penly pour l'année 2001 ont été relevées au Sémaphore de Dieppe et fournies par Météo France. Elles sont comparées aux moyennes des années antérieures sur ce site. Les données d'ensoleillement étant manquantes, ce point ne sera pas traité.

Les variations saisonnières de température de l'air à Dieppe sont présentées sur la figure 1.1. Les températures enregistrées en 2001 présentent des variations saisonnières similaires à celles observées au cours des 29 dernières années. La température augmente classiquement de janvier jusqu'en août où elle est maximale. Cependant en 2001, les températures ont été généralement plus élevées que la moyenne établie depuis 1972. Cette hausse de température représente en moyenne 1,1°C sur les dix premiers mois de l'année. Il faut également souligné que la température d'octobre est la plus forte enregistrée depuis 1972.

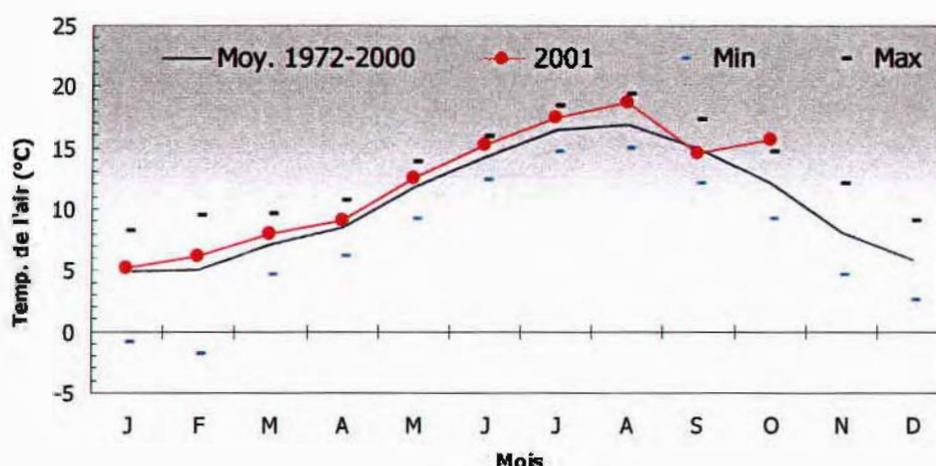


Figure 1.1 : Température moyenne mensuelle de l'air à Dieppe en 2001 et sur la période 1972-2000

Les niveaux de précipitations à Dieppe sont présentés sur la figure 1.2. En 2001, les hauteurs de précipitations ont également été régulièrement supérieures à la moyenne établie sur les 29 dernières années. Les précipitations les plus abondantes ont alors eu lieu en mars, en avril, en août et en septembre. Le mois de mars 2001 est caractérisé par les hauteurs de précipitations les plus élevées depuis 1972. En février, mai, juin, juillet et octobre les précipitations sont sensiblement déficitaires.

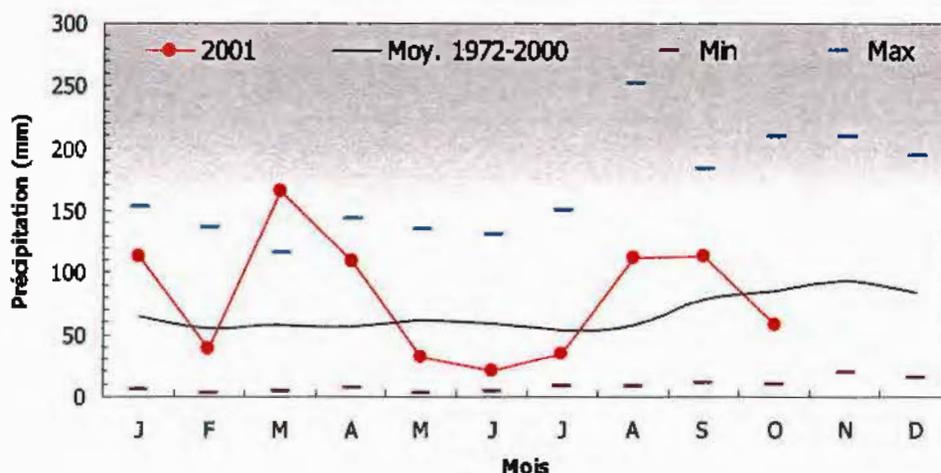


Figure 1.2 : Hauteur de précipitations mensuelles à Dieppe en 2001 et sur la période 1972-2000

1.2 FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE

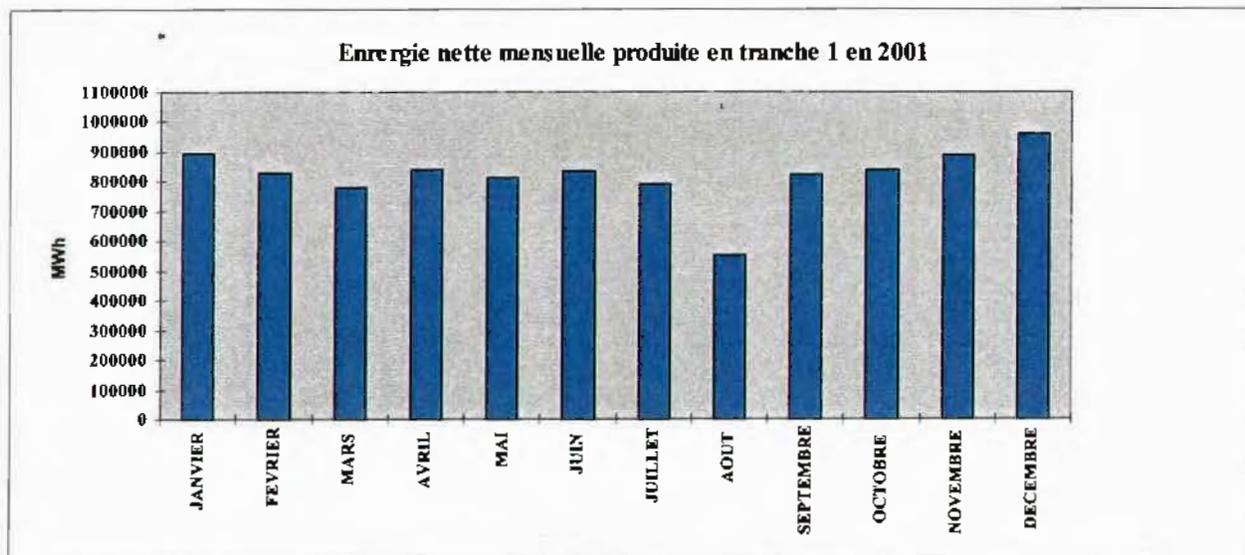
L'année 2001 est la 12^{ème} année de fonctionnement de la centrale de PENLY, la 15^{ème} année consécutive pour les études de surveillance.

D'après les documents fournis par le CNPE de PENLY, comme le montre la figure 1.3, les tranches 1 et 2 (arrêt du 1^{er} mai au 21 juin) ont produit en 2001 une énergie nette cumulée de l'ordre de 18 700 GWh.

Les volumes d'eau de mer prélevés cette année varient de 3 à 124 millions de m³ par mois suivant les tranches, pour un cubage annuel de 2 728 millions de m³ pour les deux tranches (fig. 1.4).

Comme le montre la figure 1.6, la température de 10°C de l'eau de mer est dépassée du 2 avril au 8 décembre, ce qui conditionne une chloration en continu des circuits de refroidissements d'avril jusqu'à mi décembre pour les tranches 1 et 2. L'injection d'hypochlorite de sodium (de 0,02 à 0,312 mg/kg fig. 1.5) dans l'eau de mer prélevée, pour assurer la protection des circuits de refroidissement, a eu pour effet une production journalière de chlore de 0,02 à 0.8 tonnes au cours de la période avril – décembre.

FONCTIONNEMENT TRANCHE 1



FONCTIONNEMENT TRANCHE 2

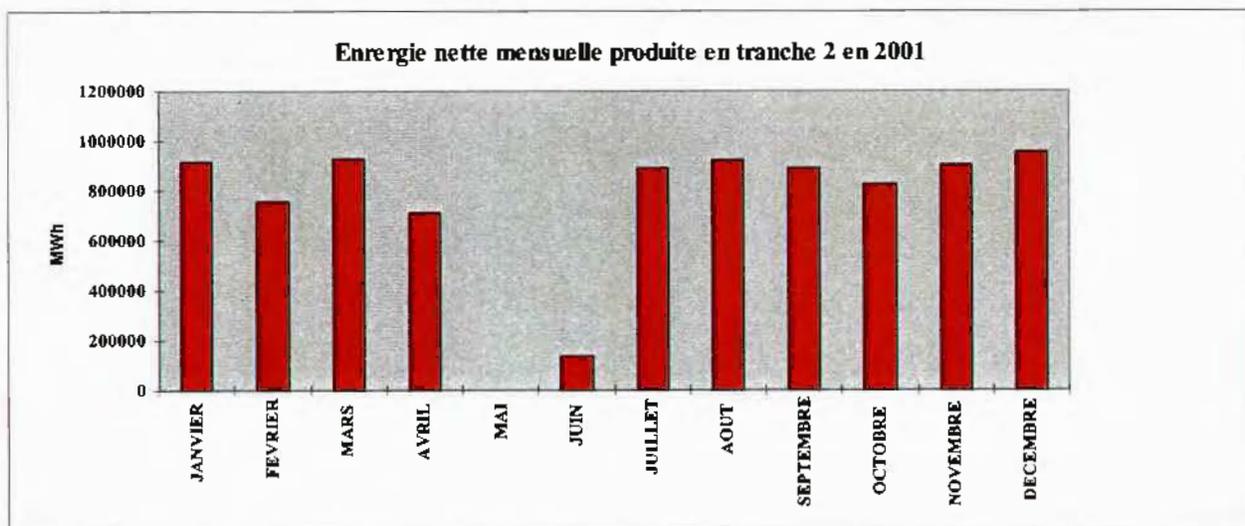
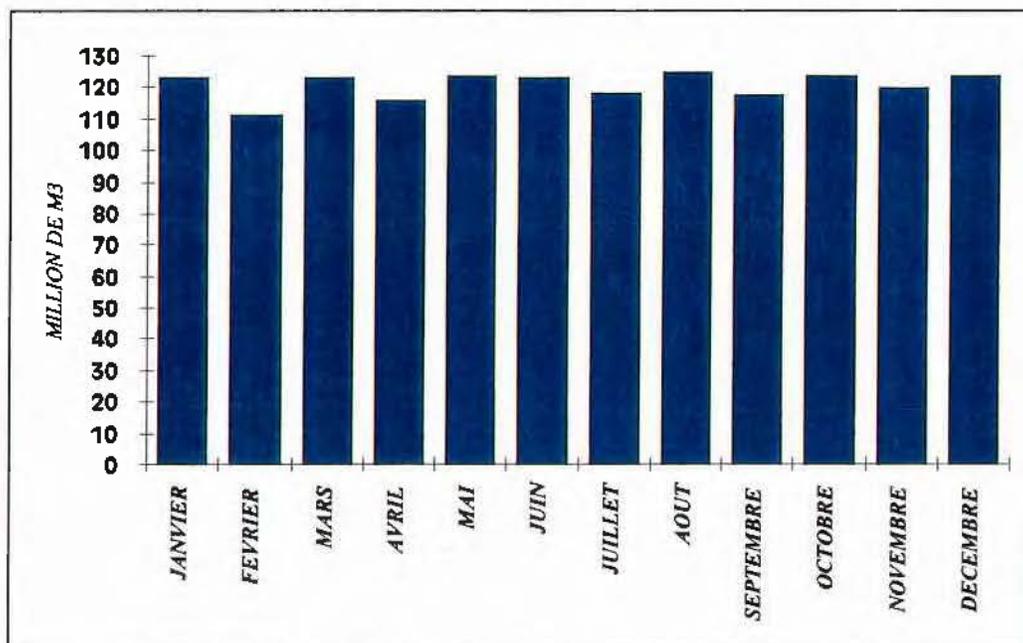


Figure 1.3 : Histogrammes de fonctionnement des tranches 1 et 2

VOLUMES D'EAU DE MER PRELEVES
PENLY TRANCHE 1
ANNEE 2001



VOLUMES D'EAU DE MER PRELEVES
PENLY TRANCHE 2
ANNEE 2001

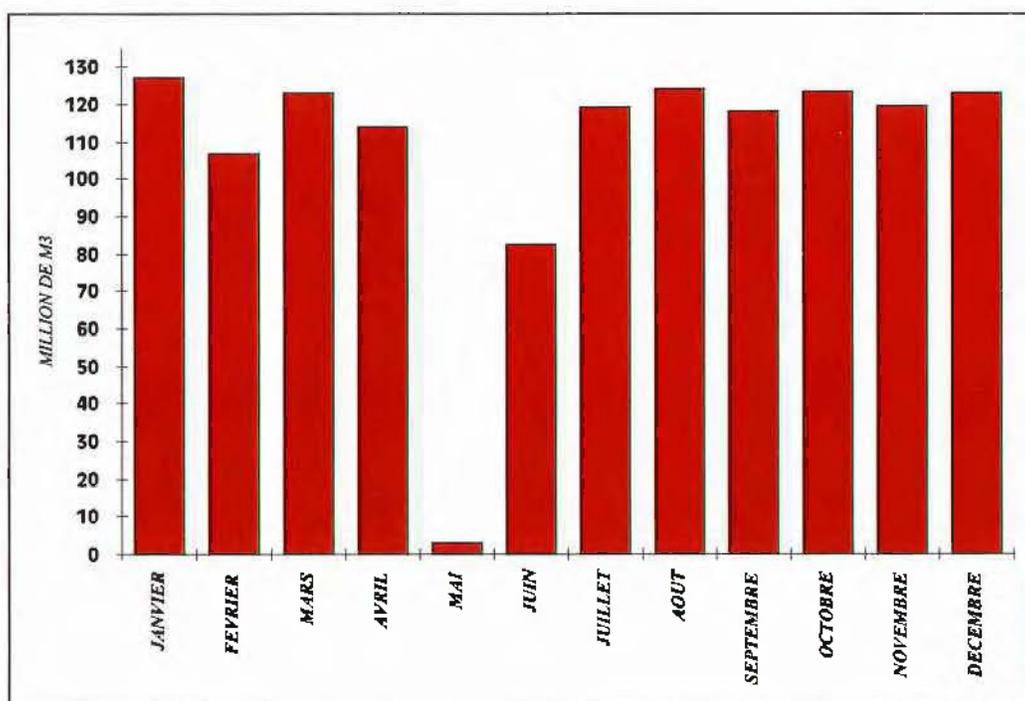


Figure 1.4 : Volumes d'eau de mer prélevés des tranches 1 et 2

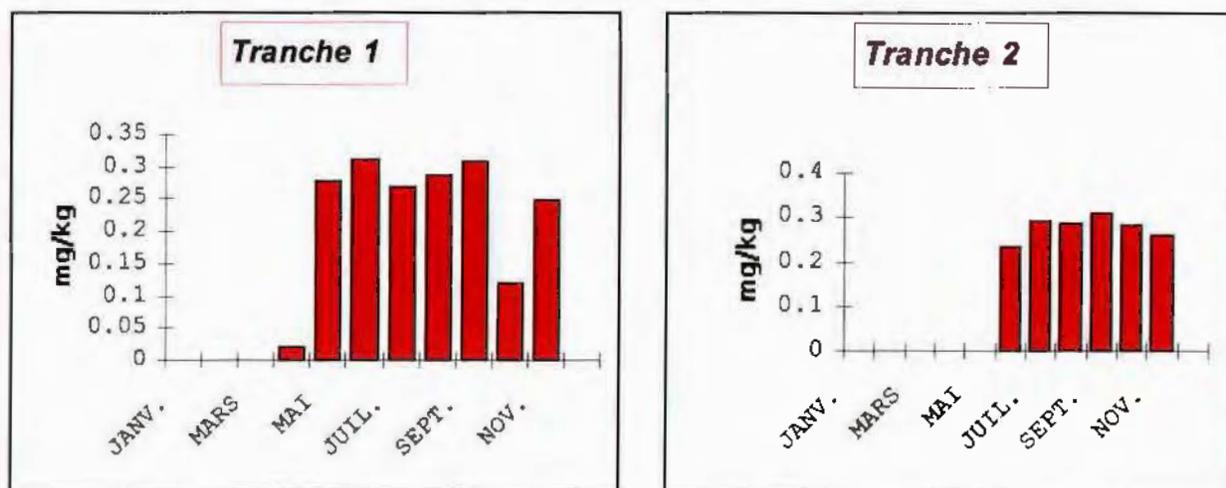


Figure 1.5 : Concentration volumique de chlore à l'injection des tranches 1 et 2

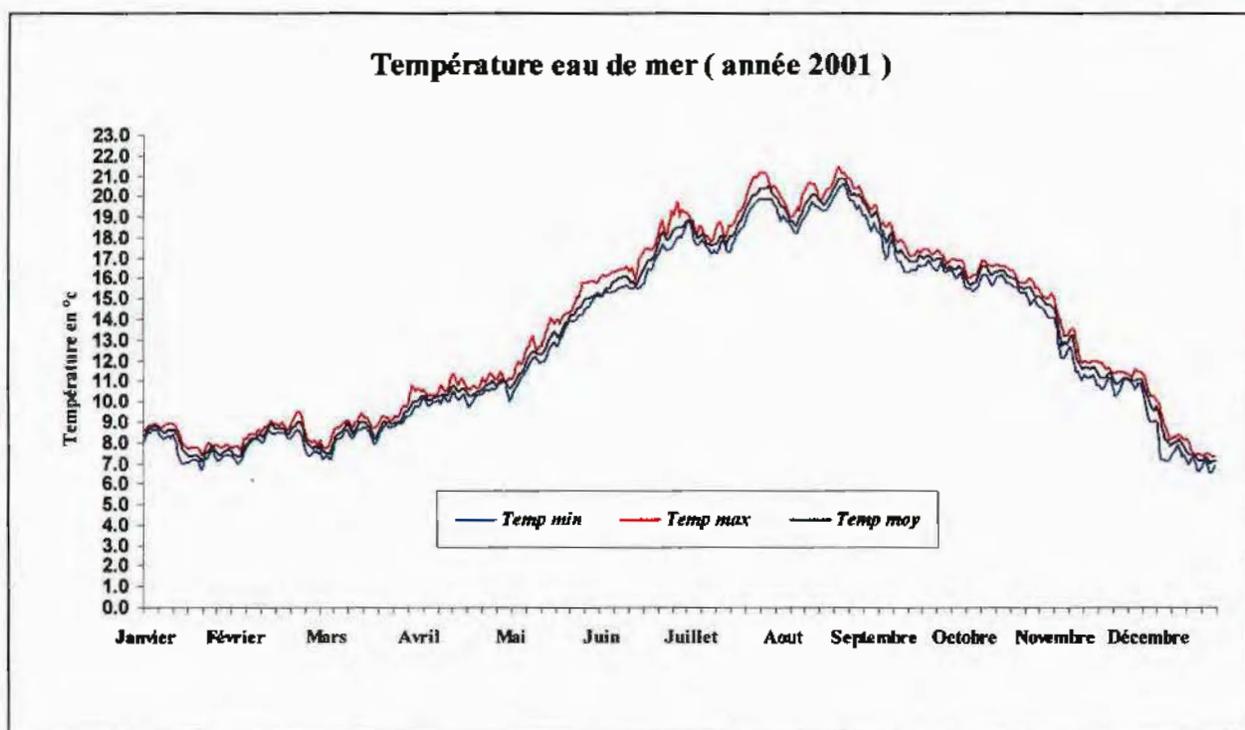


Figure 1.6 : Evolution de la température de l'eau de mer

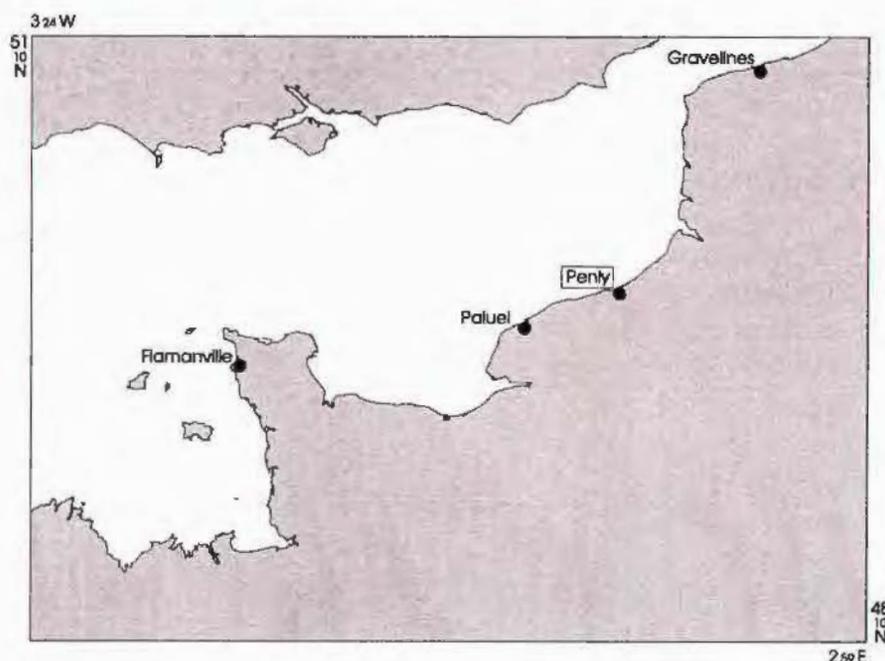


Figure 1.7 - Localisation des principaux sites E.D.F. en Manche.

1.3 Localisation des points de mesures

La figure 1.7 ci-dessus situe le secteur de PENLY par rapport aux autres sites étudiés par IFREMER, tandis que la figure 1.8 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 réplicats en chaque point et les dates auxquelles ces prélèvements ou mesures ont été réalisés.

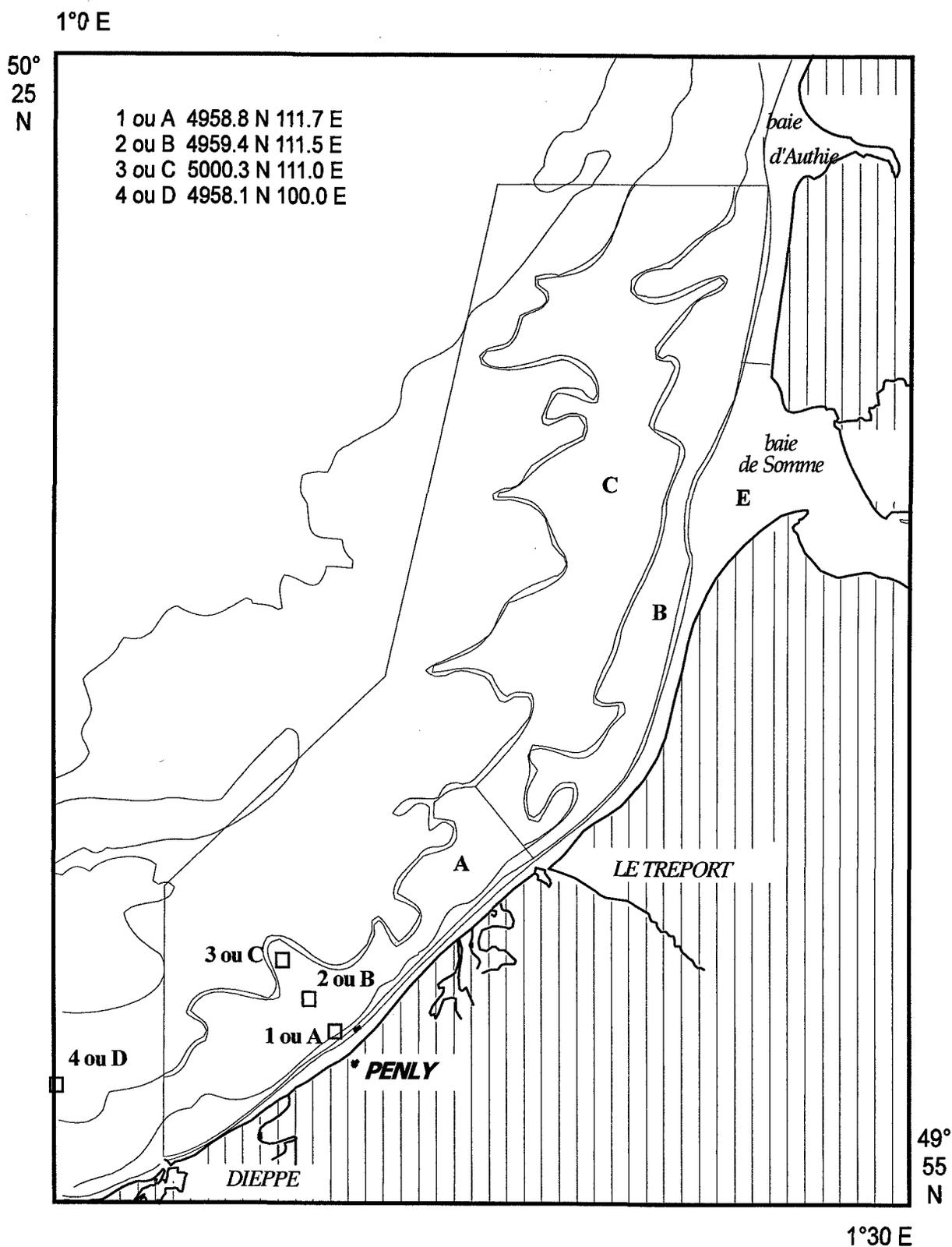


Fig. 1.8 - Emplacements des points de prélèvements

	Paramètres étudiés	NOMBRE D'ECHANTILLONS PAR CAMPAGNE				
		Canal amenée 1 ou A	Rejet 2 ou B	Contrôle 3 ou C	Référence 4 ou D	Date de mission
1. SURVEILLANCE ECOLOGIE						
1.1. Domaine pélagique	Température	4 surface	4 surface	2 surface 2 - 10 m	2 surface 2 - 10 m	
1.1.1. Hydrobiologie	Salinité	1	1	1 surface 1 - 10 m	1 surface 1 - 10 m	3 / 4
	MES	1	1	1 surface 1 - 10 m	1 surface 1 - 10 m	3 / 7
	NO ₃ +NO ₂ +NH ₄	4	4	2 surface 2 - 10 m	2 surface 2 - 10 m	7 / 9
	Chlore libre	1	1	1	1	
	Bromoformes	2	2	2	2	
1.1.2. Phytoplancton	Chlorophylle et phaéopigments	4	4	2 surface 2 - 10 m	2 surface 2 - 10 m	3 / 4
	Production primaire potentielle	4	4		(2x3)surface (2x3) -10m	3 / 7 7 / 9
	Détermination et comptage	1	1		1 surface 1 - 10 m	
1.1.3. Zooplancton	Poids sec, carbone, azote	6 WP2 congelés 1 WP2 formolé	6 WP2 congelés 1 WP2 formolé	6 WP2 congelés 1 WP2 formolé	6 WP2 congelés 1 WP2 formolé	3/4 3 / 7 7 / 9
	Détermination et comptage					
1.1.4. Microbiologie	Dénombrement des germes totaux					3 / 4
	Dénombrement des germes viables	2	2	4	4	3 / 7
	Recherche des vibrions halophiles					7 / 9
2. SURVEILLANCE HALIEUTIQUE						
2.1. hydrologie et Zooplancton	Température – Salinité	Surface & fond	Surface & fond	Surface & fond		17 / 4
	Densité des organismes holoplanctoniques et méroplanctoniques (oeufs et larves de poissons)	2 bongo	2 bongo	2 bongo		7 / 5 16 / 5 5 / 6
2.2. Suivi de la macrofaune halieutique	Etude de la nourricerie de poissons plats - soles, plie, limande - autres espèces (crevette grise, merlan, tacaud)	- 33 traits de 1/4 h au chalut perche 3 m entre la baie d'Authie et Dieppe - 15 traits de 3 mn au chalut perche 2 m à l'intérieur de la baie de Somme				10 11 12/9

Tableau 1.1 - Travaux réalisés en 2001 concernant l'étude de surveillance écologique et halieutique du site de PENLY

2 Le domaine Pélagique

Chapitre réalisé :

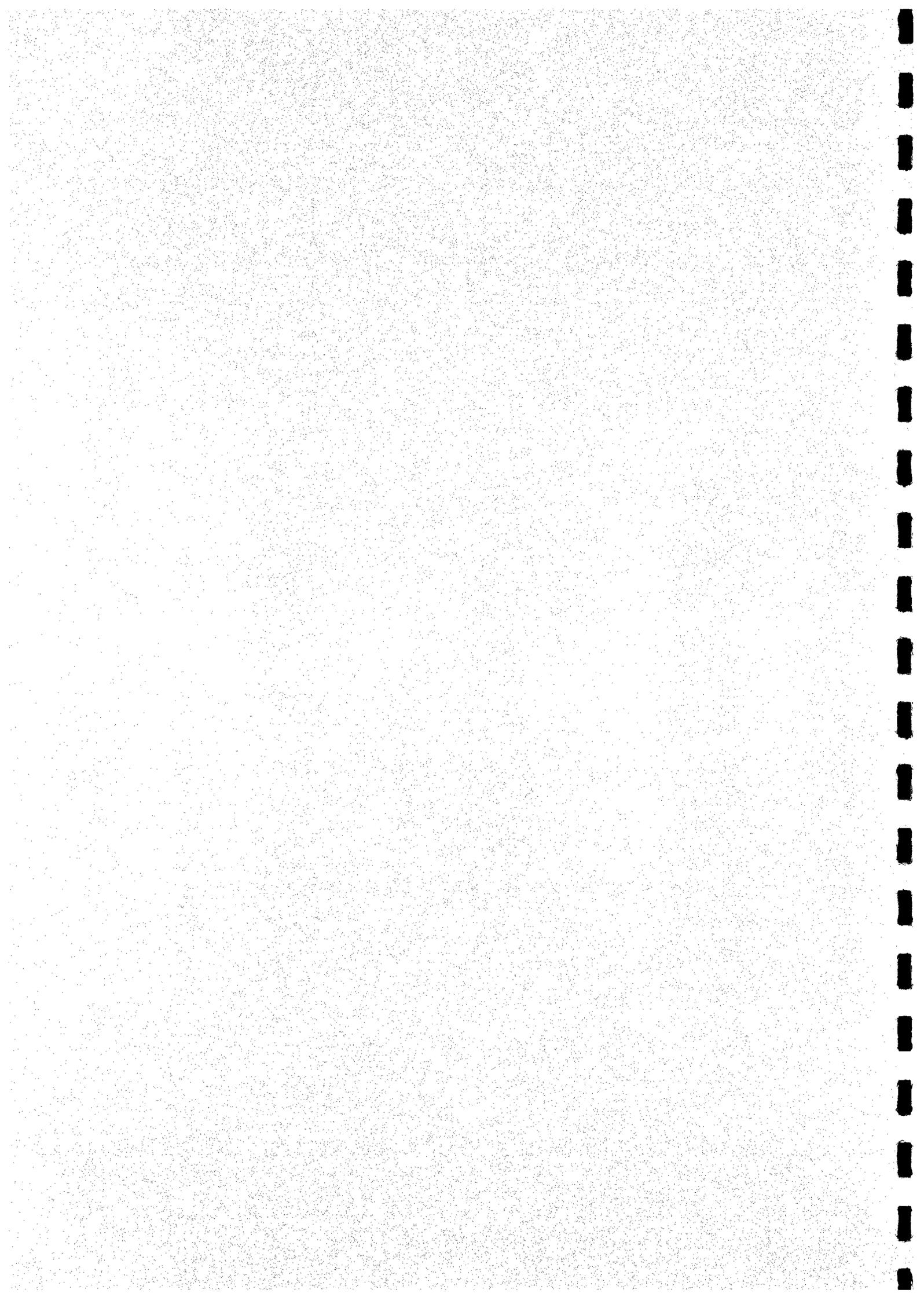
- à la station IFREMER de Port en Bessin par :
Philippe Monbet (DEL/PB), hydrologie,
Hervé du Boullay (DEL/PB), phytoplancton
- à la station IFREMER de Saint-Malo par :
Myriam Rumèbe (DEL/SM), zooplancton.
- au laboratoire municipal de Rouen par :
Laurence Dorobisz, microbiologie.
- au laboratoire d'analyse de prélèvements hydrologiques- LAPHY - par :
Jean d'Elbée (Laphy @ wanadoo. fr) pour le tri du plancton

Prélèvements et Analyses effectués par :

Marie Pierre Crassous (DEL/EC/Brest)
Frank Maheux (DEL/PB),
Olivier Pierre-Duplessix (DEL/PB),
Vincent Justome (DEL/PB),

Avec la participation de :

Anne Daniel (DEL/PB),
Ronan Le Goff (DEL/PB),
Pascal Lazure (DEL/AO/Brest).



2.1 Hydrologie

2.1.1 Méthode

2.1.1.1 Prélèvements

Conformément à la stratégie mise en place pour le site de Penly, les travaux de surveillance ont été réalisés le 3 avril, le 3 juillet et le 7 septembre 2001. Ils ont été menés à bord du N/O THALIA. Les stations échantillonnées (cf. figure 1) sont :

- le canal d'amenée (station située à l'entrée du canal d'amenée de la centrale),
- le rejet (station située dans les turbulences du rejet),
- le contrôle (station située au large du rejet),
- la référence (station située au large, au-delà de la zone d'influence de la centrale).

Aux stations « canal » et « rejet », 4 prélèvements successifs sont effectués en surface. Aux stations « contrôle » et « référence », les échantillons sont prélevés en surface et à mi-profondeur deux fois successivement.

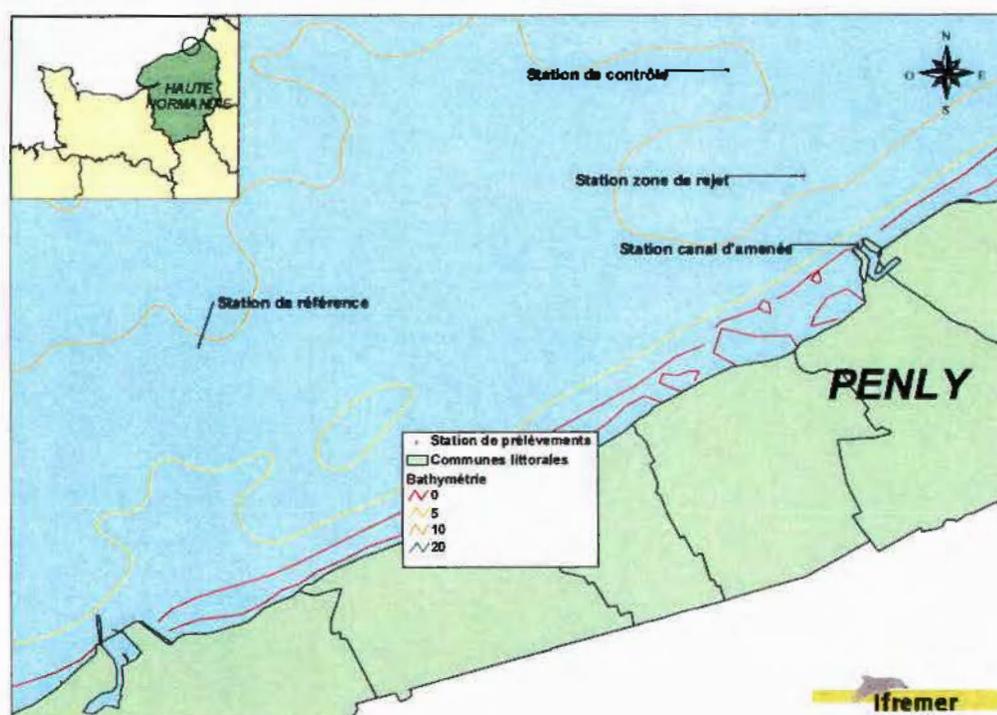


Figure 1 : Situation géographique de la centrale et position des stations de prélèvements

2.1.1.2 Paramètres mesurés et précisions

Les paramètres hydrologiques mesurés sont la température, la salinité, les sels nutritifs (nitrate, nitrite, ammonium, phosphate et silicate) et les matières en suspensions (MES). Les techniques appliquées à l'échantillonnage et à la mesure de ces différents paramètres sont présentées dans « Recueil des techniques », rapport IFREMER DERO/86.24/EL. La précision sur la mesure des différents paramètres est indiquée dans le tableau 1 ci-dessous :

	Temp. (°C)	Salinité	NO_3^- (μM)	NO_2^- (μM)	NH_4^+ (μM)	PO_4^{3-} (μM)	$Si(OH)_4$ (μM)	MES ($mg L^{-1}$)
PRECISION	± 0,01	± 0,1	± 0,1	± 0,01	± 0,05	± 0,01	± 0,05	± 0,1

Tableau 1 : Précision des analyses

2.1.1.3 Présentation graphique

Les résultats des campagnes hydrologiques sont présentés sous forme d'histogrammes. Ces histogrammes présentent également les données acquises depuis 1989. Les résultats 2001 sont présentés avec une couleur différente par rapport aux années précédentes. Les barres d'erreurs représentent l'écart type sur les mesures. Pour chaque paramètre et pour chaque station, les histogrammes sont regroupés par campagne (printemps, été et automne).

Il faut souligner que la teneur en chlorophylle a été ajoutée à titre indicatif sur les figures des éléments nutritifs. En effet, l'activité biologique joue un rôle majeur sur la distribution des éléments nutritifs, elle permet de préciser à quel stade du développement phytoplanctonique les prélèvements ont été effectués.

2.1.1.4 Traitement statistique

Un traitement statistique a été réalisé pour les paramètres étudiés sur la période 1989-2001. Cette étude consiste à comparer les données observées aux stations « référence », « contrôle », « rejet » et « canal » afin d'établir s'il existe ou non des différences significatives liées à la présence de la centrale et de ses rejets. Avant de choisir et d'effectuer des tests statistiques appropriés, il est essentiel de vérifier la normalité de distribution des données. Cette vérification a été réalisée grâce à la méthode de la droite d'Henry appuyée du test de Kolgomorov-Smirnov. Lorsque la distribution s'avérait normale, le test de Student a été utilisé pour comparer les données. Dans le cas contraire (distribution non normale), la comparaison des données a été réalisée par le test de Wilcoxon. Les tests permettent de déterminer la valeur « p-value ». Si la « p-value » est inférieure à 0,05, il existe alors une différence significative entre les deux séries de données. A l'inverse, si la « p-value » est supérieure à 0,05 il n'y a pas de différence significative.

2.1.2 Résultats des mesures de la surveillance hydrologique pour l'année 2001

Les résultats acquis au cours des différentes campagnes de mesure pour l'année 2001 sur le site de Penly sont présentés dans le tableau 2.

	<i>(Valeurs moyennes ± écart type)</i>	CANAL D'AMENEE	REJET	REFERENCE		CONTROLE	
		<i>(n=4)</i>	<i>(n=4)</i>	SURFACE <i>(n=2)</i>	-10 M <i>(n=2)</i>	SURFACE <i>(n=2)</i>	-10 M <i>(n=2)</i>
03 AVRIL	Température (°C)	9,17 ± 0,01	11,48 ± 0,64	9,24 ± 0,00	9,21 ± 0,00	8,85 ± 0,00	8,85 ± 0,01
	Salinité	32,0 ± 0,0	32,3 ± 0,0	31,8 ± 0,0	31,9 ± 0,0	32,6 ± 0,0	32,6 ± 0,0
	MES (mg L ⁻¹)	11,4	13,3	12,6	11,6	13,0	18,8
	Nitrate (µM)	41,5 ± 0,2	39,5 ± 0,1	44,3 ± 0,4	42,8 ± 0,2	36,9 ± 0,1	36,9 ± 0,2
	Nitrite (µM)	0,30 ± 0,00	0,30 ± 0,01	0,43 ± 0,00	0,38 ± 0,00	0,31 ± 0,01	0,31 ± 0,01
	Ammonium (µM)	0,60 ± 0,07	0,66 ± 0,03	0,57 ± 0,00	0,65 ± 0,06	0,39 ± 0,00	0,39 ± 0,00
	Phosphate (µM)	1,03 ± 0,17	1,15 ± 0,23	1,14 ± 0,16	0,88 ± 0,16	1,23 ± 0,01	0,99 ± 0,19
	Silicate (µM)	22,63 ± 1,69	20,13 ± 1,73	13,48 ± 0,56	16,29 ± 0,88	15,14 ± 0,04	16,49 ± 1,00
03 JUILLET	Température (°C)	17,88 ± 0,04	19,95 ± 0,18	17,37 ± 0,20	17,09 ± 0,00	17,62 ± 0,02	17,46 ± 0,01
	Salinité	32,6 ± 0,1	32,7 ± 0,1	32,6 ± 0,2	32,9 ± 0,0	32,9 ± 0,0	32,8 ± 0,0
	MES (mg L ⁻¹)	28,9	8,3	6,3	6,4	8,3	9,0
	Nitrate (µM)	6,3 ± 0,2	7,1 ± 1,3	4,8 ± 0,1	4,4 ± 0,0	4,1 ± 0,3	4,2 ± 0,2
	Nitrite (µM)	0,40 ± 0,01	0,47 ± 0,02	0,35 ± 0,01	0,35 ± 0,01	0,39 ± 0,02	0,40 ± 0,01
	Ammonium (µM)	1,02 ± 0,08	1,26 ± 0,18	0,78 ± 0,37	0,45 ± 0,05	0,50 ± 0,05	0,61 ± 0,13
	Phosphate (µM)	0,25 ± 0,01	0,22 ± 0,01	0,20 ± 0,02	0,18 ± 0,00	0,19 ± 0,01	0,20 ± 0,00
	Silicate (µM)	5,57 ± 0,16	4,84 ± 0,04	0,82 ± 0,06	0,75 ± 0,02	1,08 ± 0,16	1,05 ± 0,14
07 SEPTEMBRE	Température (°C)	19,28 ± 0,08	20,94 ± 1,73	18,59 ± 0,15	18,75 ± 0,00	18,82 ± 0,01	18,82 ± 0,00
	Salinité	32,3 ± 0,1	32,6 ± 0,2	33,2 ± 0,0	33,2 ± 0,0	33,2 ± 0,1	33,3 ± 0,0
	MES (mg L ⁻¹)	44,4	23,5	2,7	3,1	3,2	2,7
	Nitrate (µM)	15,9 ± 0,1	16,1 ± 0,1	14,0 ± 0,2	14,0 ± 0,2	12,9 ± 0,6	13,1 ± 0,0
	Nitrite (µM)	0,50 ± 0,01	0,46 ± 0,01	0,30 ± 0,01	0,29 ± 0,00	0,41 ± 0,12	0,30 ± 0,00
	Ammonium (µM)	3,85 ± 0,50	2,87 ± 0,79	0,46 ± 0,01	0,16 ± 0,12	1,15 ± 0,25	1,03 ± 0,37
	Phosphate (µM)	0,97 ± 0,04	0,87 ± 0,02	0,58 ± 0,01	0,58 ± 0,01	0,55 ± 0,01	0,55 ± 0,00
	Silicate (µM)	33,49 ± 0,18	32,23 ± 0,47	19,67 ± 0,35	20,05 ± 0,08	23,94 ± 0,11	23,61 ± 0,09

Tableau 2 : Récapitulatif des résultats de surveillance pour l'année 2001

2.1.2.1 Température

Les variations de température de l'eau aux stations « canal », « rejet », « contrôle » et « référence » (en surface) sont présentées sur la figure 2 sur la période 1989-2001.

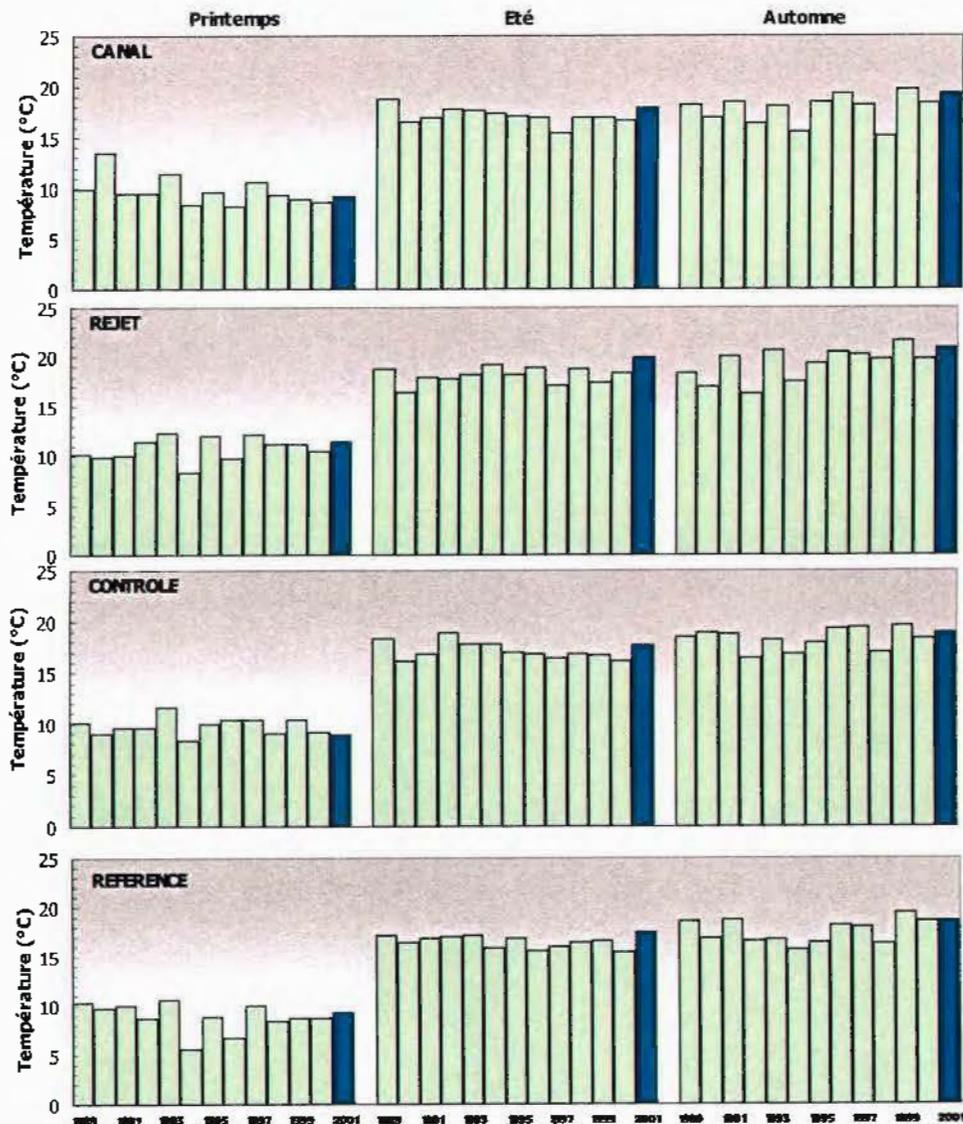


Figure 2 : Température de l'eau (surface) sur la période 1989-2001

2.1.2.1.1 Variations inter-annuelles

Au cours des campagnes de surveillance 2001, la température de l'eau de mer a varié de 9,17 à 19,28°C à la station « canal », de 11,48 à 20,94°C à la station « rejet », de 8,85 à 18,82°C à la station « contrôle » et de 9,21 à 18,75°C à la station « référence ». Aux différentes stations, la température augmente classiquement d'avril jusqu'en septembre. L'écart thermique (δT) est relativement important puisqu'il représente en moyenne 9,77°C entre le printemps et l'automne. La figure 3 présente une caractérisation du renouvellement de mélange en Manche à travers le paramètre de stratification ' H/u^3 ' défini par Simpson et Hunter (1974) où H représente la hauteur de la colonne d'eau et u le module de la vitesse moyenne du courant au cours d'un cycle de marée. Les faibles valeurs du paramètre de stratification ($< 2,0$) indiquent que la colonne d'eau est brassée et les fortes valeurs ($> 3,0$) définissent les zones où la colonne d'eau peut présenter une stratification en été. La figure 3 montre que la centrale est située dans une zone présentant un réel potentiel de stratification en été. Ceci peut alors engendrer un réchauffement estival de l'eau relativement important en surface et expliquerait la gamme de variation de température observée.

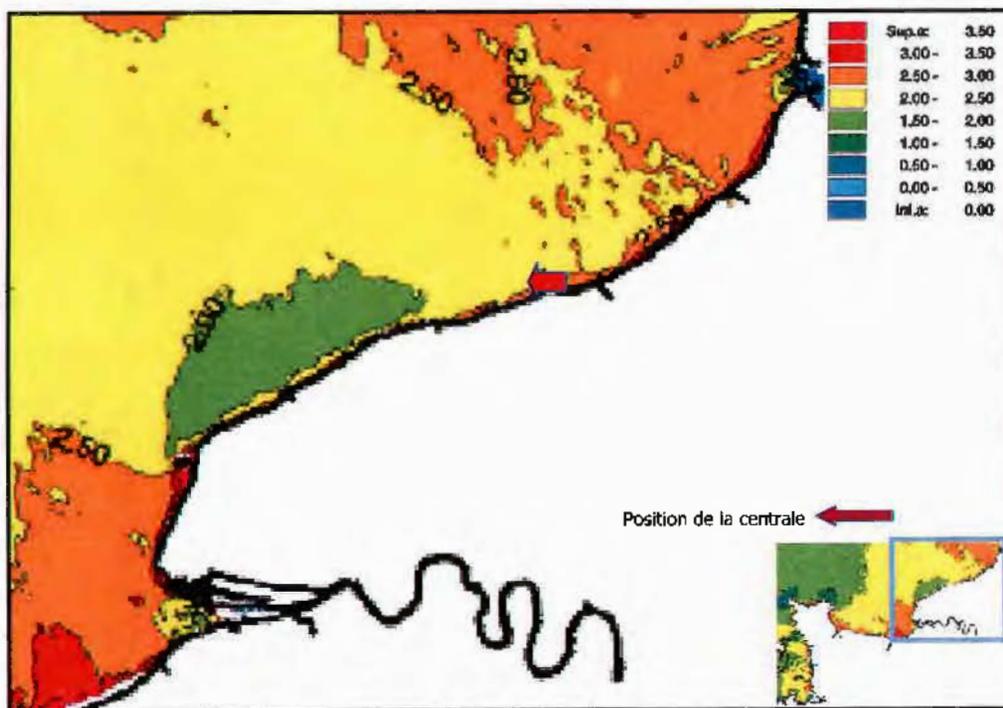


Figure 3 : Evolution spatiale du paramètre de stratification (H/u^3) en Manche réalisée à l'aide d'un modèle hydrodynamique 2D (IFREMER DEL/AO-DEL/PB)

La figure 2 montre que les températures de l'eau enregistrées au cours des 3 campagnes réalisées en 2001 s'inscrivent globalement dans la plage de variation des températures mesurées depuis 1989. Pour les stations « canal », « contrôle » et « référence », les températures sont du même ordre de grandeur que celles observées dans l'étude écologique de projet réalisée entre février 1978 et janvier 1980, ainsi que celles enregistrées dans les études de surveillance 1987 et 1988. Toutefois, il faut souligner que les mesures réalisées en 2001 semblent être légèrement supérieures en automne. Les valeurs estivale et automnale de cette année font partie des valeurs les plus élevées enregistrées depuis 1989. Ces valeurs sont à rapprocher des températures élevées de l'air (mesurées à Dieppe ; données Météo France) au cours de la même période (cf. figure 4).

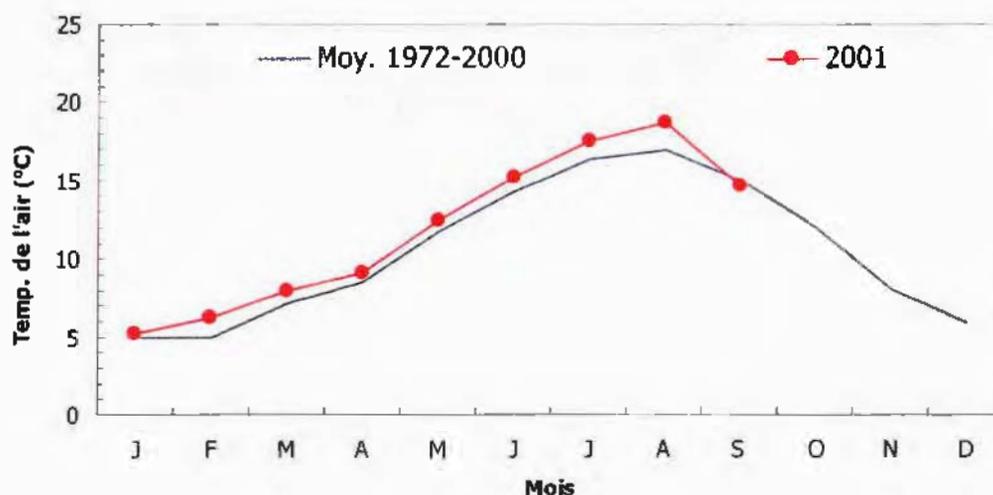


Figure 4 : Température moyenne mensuelle de l'air à Dieppe en 2001 et sur la période 1972-2000 (données Météo France)

La figure 4 montre que durant les huit premiers mois de l'année 2001, la température de l'air était déjà en moyenne de 0,94°C supérieure à la moyenne annuelle établie sur les 29 dernières années (données Météo France). En outre, il existe une corrélation significative entre la température de l'air précitée et celle de l'eau mesurée (données EDF) au niveau du canal d'amenée (cf. figure 5).

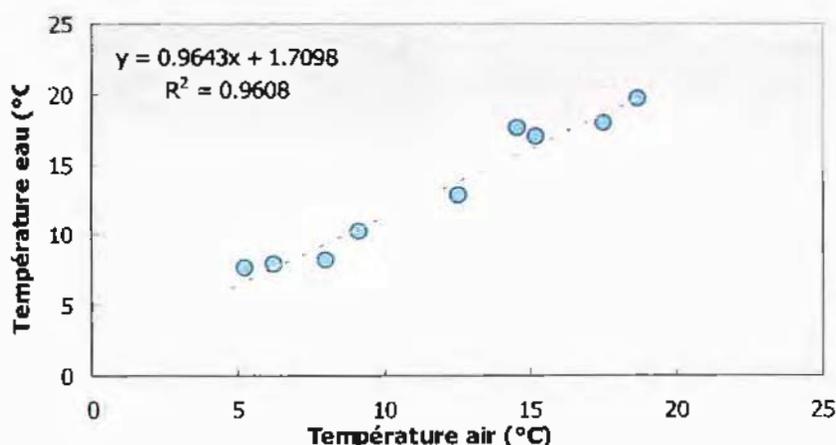


Figure 5 : Variation de la température moyenne mensuelle de l'eau du canal d'amenée (données EDF) en fonction de celle de l'air (données Météo France)

Les températures élevées de l'eau mesurées en été et au début de l'automne s'expliquent donc par les températures élevées dans l'air enregistrées cette année. L'augmentation relativement importante de la température de l'eau en 2001 ne semble donc pas imputable à la centrale via ses rejets d'eau échauffée.

2.1.2.1.2 Variations spatiales et taux de dilution

En 2001 aux stations « canal », « contrôle » et « référence » les températures de surface sont similaires au printemps et en été. Aux points « contrôle » et « référence » en été, nous constatons que les températures mesurées à mi-profondeur sont légèrement inférieures à celles mesurées en surface. Ceci peut s'expliquer par la mise en place d'une légère stratification de la colonne d'eau. En automne, la température au « canal » est supérieure à celles des autres stations. Au point « rejet », la température est supérieure à celles observées aux autres stations. Les différences entre les points « rejet » et « canal », « rejet » et « contrôle » ainsi qu'entre « rejet » et « référence » ont été en moyenne de 2.01, 2.36 et 2.39°C respectivement. La figure 6 présente une superposition des variations de température aux différentes stations sur les 13 dernières années.

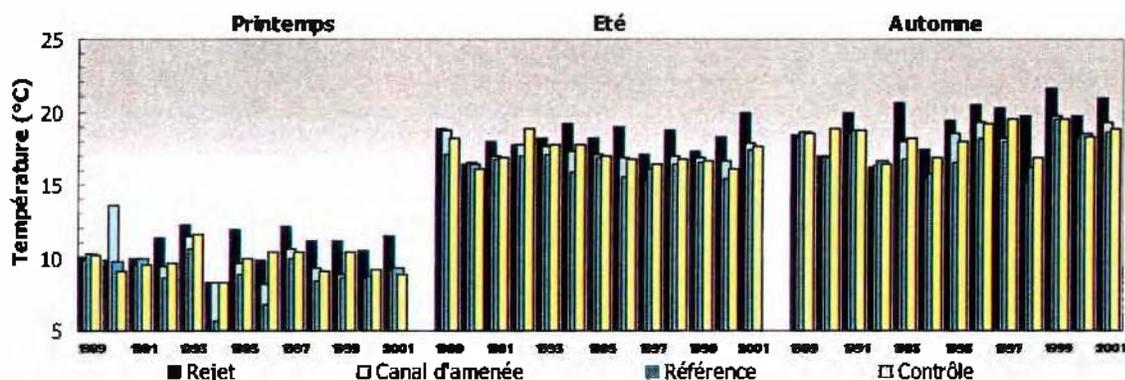


Figure 6 : Comparaison des températures aux différentes stations

Cette figure montre clairement l'influence thermique de la centrale au point « rejet ». L'écart de température entre le point « rejet » et le point « canal » est variable. Cette variabilité dépend en grande partie de la proportion d'eau échauffée constituant le prélèvement au point « rejet ». Cette proportion peut être calculée d'après la formule suivante :

$$\pi = \frac{t^{\circ}Rejet - t^{\circ}Canal}{t^{\circ}SC - t^{\circ}Canal} \quad (1)$$

π représente la proportion d'eau échauffée. $t^{\circ}Rejet$, $t^{\circ}Canal$ et $t^{\circ}SC$ représentent respectivement les températures au point « rejet », au point « canal » et à la sortie du condensateur (données EDF). Le dénominateur de l'équation (1) représente la différence de température entre les eaux échauffées par rapport au milieu récepteur. Cette différence n'excède théoriquement pas plus de 15°C (Malherbe et Manoha, 1977). Les proportions d'eau échauffée, ainsi que les taux de dilution qui en découlent sont répertoriés dans le tableau 3.

%	AVRIL	JUILLET	SEPTEMBRE
PROP. D'EAU ECHAUFFEE π	15	14	11
TAUX DE DILUTION ($1-\pi$)	85	86	89

Tableau 3 : Proportion d'eau échauffée et taux de dilution dans les prélèvements réalisés au point « rejet »

Les proportions d'eau échauffée dans les prélèvements réalisés à la station « rejet » sont de 15% en avril, 14% en juillet et de 11% en septembre. Ceci correspond à des taux de dilution de 85% lors de la campagne de printemps, 86% lors de celle d'été et 89% lors de celle d'automne. Les taux de dilution pour l'année 2001 sont inférieurs à ceux observés depuis 12 ans (91% en moyenne). Ils indiquent que l'échantillonnage a été effectué plus proche du rejet, ce qui peut s'expliquer par des conditions de mer plus favorables lors des campagnes de prélèvement.

2.1.2.1.3 Approche statistique et impact du rejet

Le tableau 4 présente les résultats des tests statistiques pratiqués sur la température. L'étude statistique indique clairement que la température de l'eau de mer à la station « rejet » a été significativement différente (au seuil de 5%) de celles des autres stations entre 1989 et 2001. Ce résultat confirme l'existence d'un impact thermique significatif permanent au « rejet ».

COMPARAISON	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
CANAL / REJET	0,0394	0,0004	0,0008
REFERENCE / REJET	0,0001	0,0001	0,0005
CANAL / REFERENCE	0,0301	0,0051	0,6355
CONTROLE / REFERENCE	0,0332	0,0065	0,0078
CONTROLE / CANAL	0,9843	0,8493	0,4887
CONTROLE / REJET	0,0019	0,0016	0,0089

(*p-value*<0,05=différence significative ; *p-value*>0,05=différence non significative)

Tableau 4 : « *p-value* » des tests statistiques sur la température

En outre, l'étude statistique montre qu'il n'existe pas de différence significative de température entre les points « canal » et « contrôle » tout au long de l'année. Par contre, les températures à ces stations sont généralement significativement différentes de celles de la « référence ». Elles sont en moyenne de 0,6 et de 0,7°C supérieures au canal d'amenée et point « contrôle » respectivement.

Deux hypothèses peuvent être avancées pour expliquer cette différence :

- Premièrement, lors du réchauffement de la colonne d'eau au cours de l'année, il s'établit en général un gradient côte large. Toutefois, les stations « canal » et « contrôle » sont situées aux extrémités d'une radiale côte large au droit du site et les tests statistiques indiquent qu'il n'existe aucune différence significative de température entre les deux points. Ceci suggère que la différence de température observée à la « référence » pourrait être liée à un autre phénomène.

- La seconde hypothèse est que l'échauffement constaté serait dû aux rejets d'eau chaudes par la centrale dont l'impact, minime, serait perceptible jusqu'aux points « canal » et « contrôle ».

Afin de vérifier cette seconde hypothèse, mais aussi d'évaluer et de mieux comprendre l'impact thermique, une simulation de rejet d'eau échauffée a été réalisée à l'aide d'un modèle hydrodynamique développé à l'IFREMER (DEL/AO pour DEL/PB). Il s'agit d'un modèle numérique 2D à maille de 300 m et dont l'emprise s'étend de la Baie du Mont S^t Michel jusqu'au Tréport. Dans son état actuel, le modèle n'intègre pas les échanges thermiques entre l'eau et l'atmosphère. L'impact thermique évalué par ce modèle est donc sensiblement surestimé par rapport à la réalité. Les simulations ont été réalisées à marée moyenne et sans vent. Par ailleurs, le débit de l'eau échauffée a été fixé à $90 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (2 rejets $\times 45 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$) et l'échauffement de l'eau rejetée à 15°C .

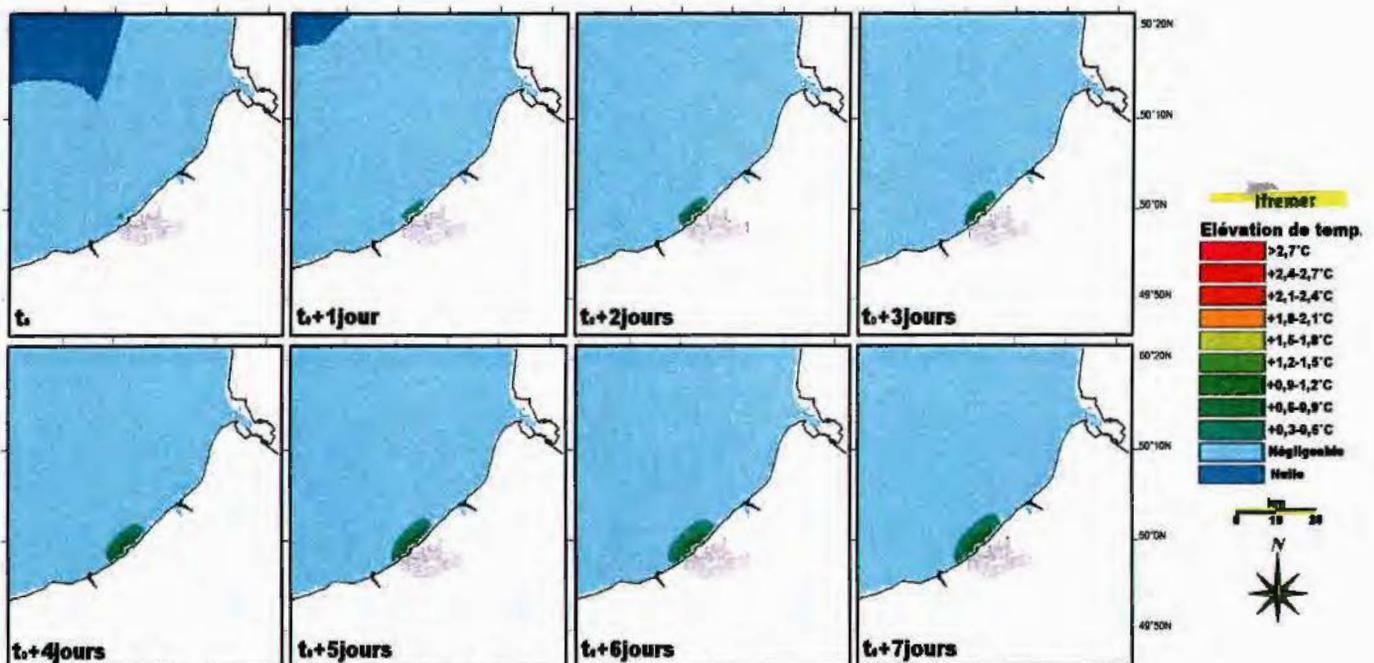


Figure 7 : Modélisation de l'élévation de température liée au rejet de la centrale au cours d'une semaine et sans prise en compte des échanges océan-atmosphère

Deux simulations ont été réalisées afin de mieux appréhender l'évolution spatiale du rejet au cours du temps. La première simulation a consisté à modéliser un rejet au cours d'une semaine. La figure 7 présente, jour par jour à la même heure de marée, l'évolution du rejet à travers l'élévation de température dans le milieu récepteur. Les résultats mettent en évidence une croissance rapide de la zone impactée au cours des quatre premiers jours de simulation. Ensuite, la surface impactée se stabilise sensiblement. Elle reste géographiquement limitée et l'élévation maximale de température est comprise entre $0,9$ et $1,2^\circ\text{C}$.

La seconde simulation avait pour but d'évaluer le comportement du rejet thermique au cours d'un cycle de marée. La figure 8 présente les résultats obtenus au cours d'une période de 12 heures, toutes les deux heures.

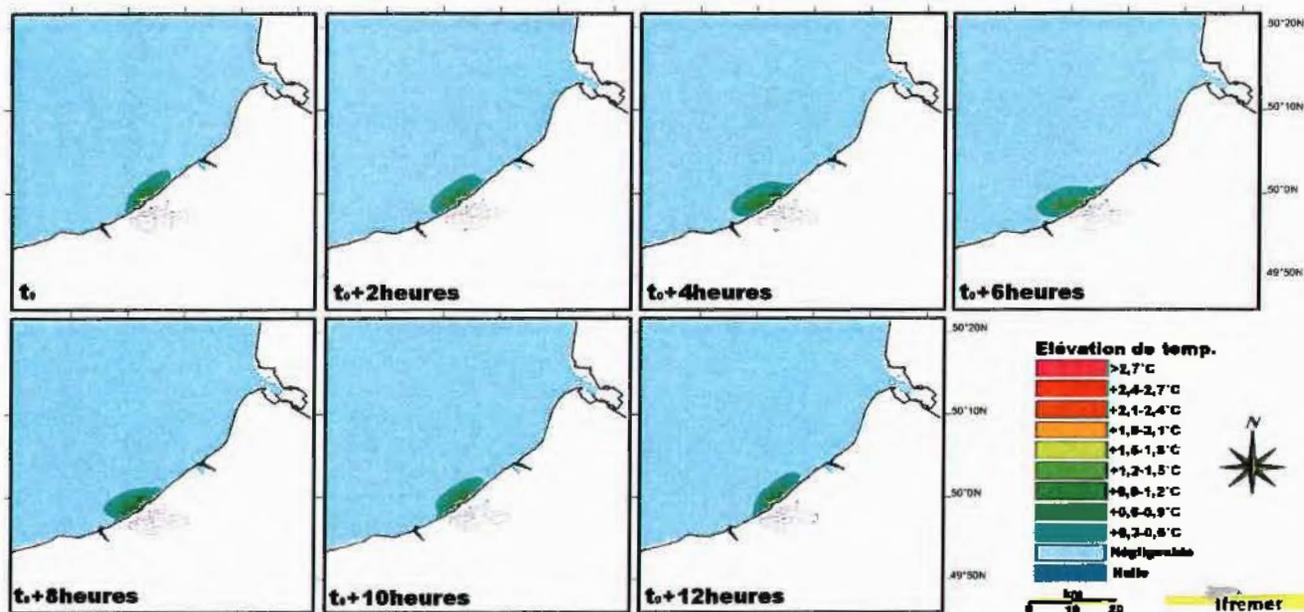


Figure 8 : Modélisation de l'élévation de température liée au rejet de la centrale au cours d'un cycle de marée et sans prise en compte des échanges océan-atmosphère

Les résultats montrent que selon le flot ou le jusant, la tâche thermique a tendance à légèrement migrer vers le sud-ouest ou vers le nord-est. Les courants de marée parallèles à la côte sont relativement faibles dans ce secteur. L'impact thermique reste donc de forme plus ou moins concentrique autour de la zone de rejet.

Finalement, bien que la modélisation surestime l'impact thermique, les résultats montrent que, quelle que soit la marée, cet impact reste localisé et de faible ampleur autour de la centrale.

La modélisation indique également que les rejets d'eau échauffée peuvent être à l'origine de l'élévation de température constatée aux points « canal » et « contrôle ». Ceci est en accord avec les travaux de Malherbe et Manoha (1977) qui prédisaient ce léger échauffement au niveau du canal d'amenée. Ceci est également en accord avec nos mesures qui montrent que :

- les taux de dilution sont élevés dans les prélèvements réalisés seulement à une vingtaine de mètres des tuyères de rejets (cf. § 1.1.2.1.2.),
- l'échauffement thermique est de l'ordre de 0,6 à 0,7°C dans un périmètre d'environ 500 mètres autour de la zone de rejet (les deux tuyères de rejet, distantes l'une de l'autre d'environ 150 mètres, sont situées à environ 300 mètres du point « canal » et 500 m du point « contrôle »).

2.1.2.2 Salinité

La figure 9 présente les variations de salinité depuis 1989 aux différentes stations « canal », « rejet », « contrôle » et « référence ».

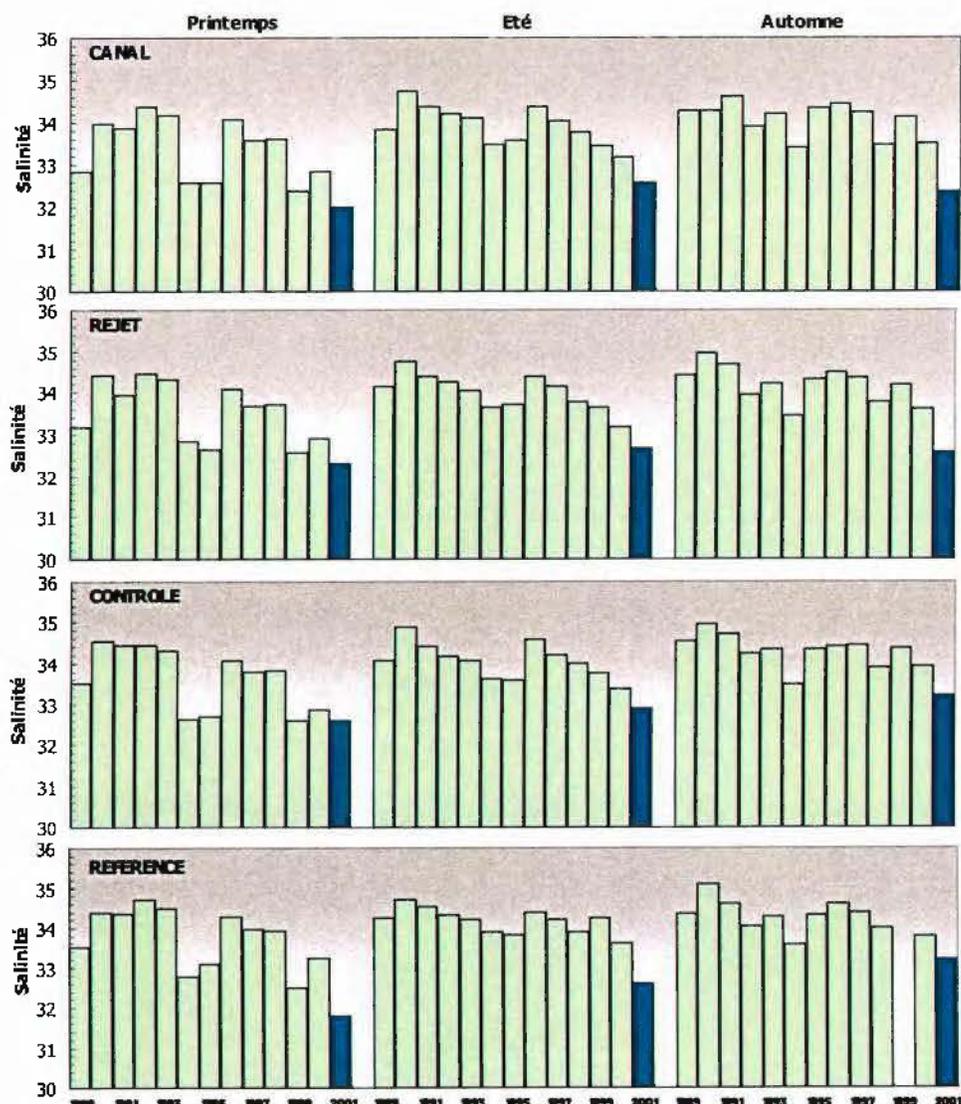


Figure 9 : Salinité (surface) sur la période 1989-2001

2.1.2.2.1 Variations inter-annuelles

Les salinités mesurées en 2001 aux différentes stations ont été comprises entre 32,0 et 32,6 au « canal », entre 32,3 et 32,7 au « rejet », entre 31,8 et 33,2 à la « référence » et entre 32,6 et 33,3 au point « contrôle ». Au printemps, en été et en automne, elles sont faibles par rapport à celles observées lors de campagnes précédentes. Néanmoins, des salinités du même ordre ont déjà été observées dans ce secteur par Brylinski *et al.* (1991) qui constataient une apparente accumulation d'eaux déssalées ($32 < S < 33$) au large du pays de Caux. Les faibles salinités mesurées dans le cadre du programme de surveillance peuvent s'expliquer au printemps et en automne par l'importance des précipitations (cf. figure 10, données Météo France).

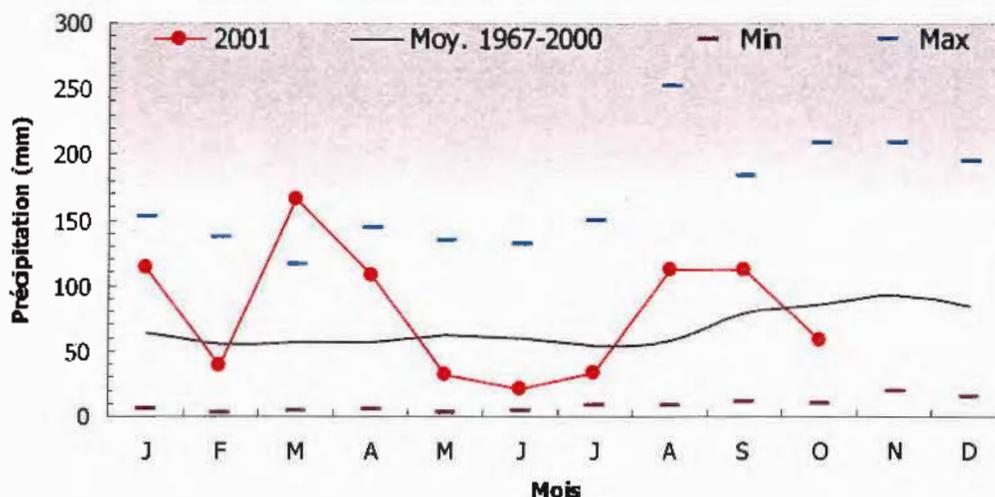


Figure 10 : Précipitations moyennes mensuelles à Dieppe en 2001 et sur la période 1967-2000

En été, les précipitations ont été faibles, mais les débits des rivières sont restés élevés, expliquant ainsi les faibles salinités observées en période estivale. A titre d'exemple, le débit journalier de la Seine (à Poses) est présenté sur la figure 11. Le débit journalier en été est nettement supérieur à la moyenne calculée sur la période 1941-1999.

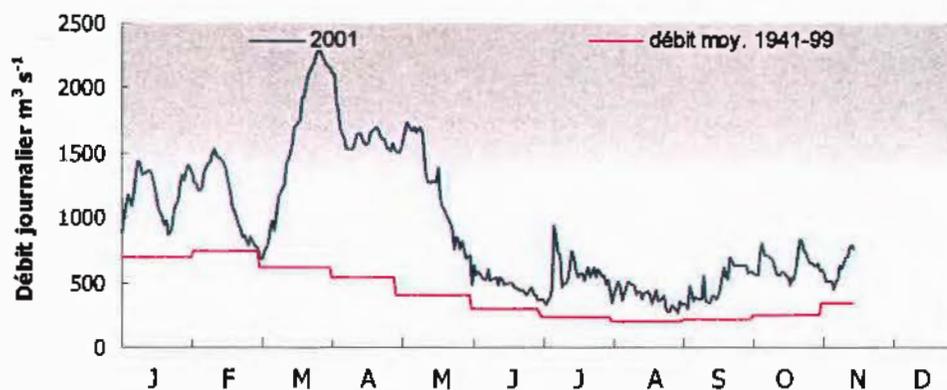


Figure 11 : Débit de la Seine à Poses en 2001 et moyenne mensuelle sur la période 1941-1999

L'influence de la pluviométrie sur la salinité dans ce secteur est importante. Elle est accentuée par un hydrodynamisme particulier dans ce secteur de la Manche Orientale. Les courants de marée sont parallèles à la côte et constituent une entrave au mélange des eaux d'origine continentale avec les eaux océaniques. Cela crée une masse d'eau côtière permanente, appelée « fleuve côtier » dont la dessalure est sans cesse entretenue par les apports fluviaux qui s'échelonnent de la baie de Seine au Pas de Calais.

2.1.2.2.2 Variations spatiales

Lors de chaque campagne, les stations « canal », « rejet » et « contrôle » sont caractérisées par un gradient de salinité croissant côte large en surface. A l'exception du mois d'avril, la salinité observée à la station « référence » est du même ordre de grandeur qu'au point « contrôle ». En

été, à la station « référence », la salinité en surface est inférieure à celle de mi-profondeur. Durant le reste de l'année, les salinités sont identiques sur l'ensemble de la colonne d'eau. La figure 12 présente une superposition des variations de salinité aux stations « canal », « rejet », « contrôle » et « référence » sur la période 1989-2001.

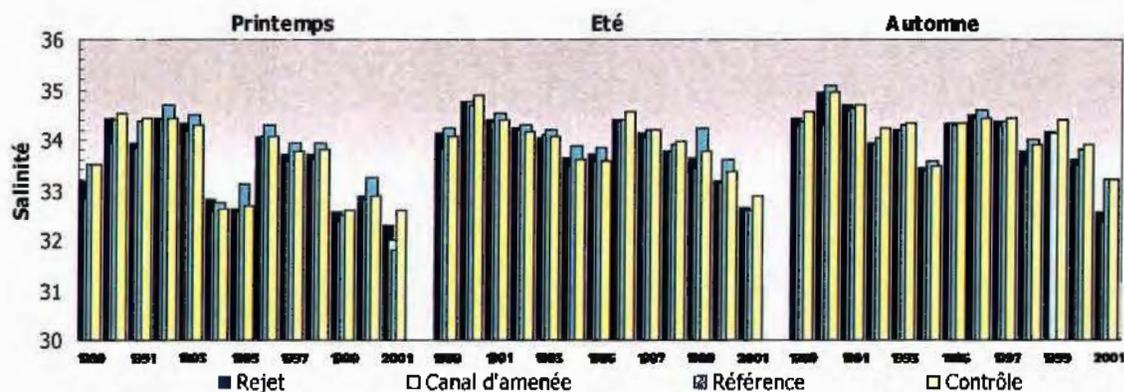


Figure 12 : Comparaison des salinités aux différentes stations

2.1.2.2.3 Approche statistique et impact de la centrale

Le tableau 5 présente les résultats des tests statistiques réalisés sur les salinités depuis 1989 jusqu'à 2001.

COMPARAISON	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
CANAL / REJET	0,0007	0,0162	0,0018
REFERENCE / REJET	0,0002	0,0137	0,0418
CANAL / REFERENCE	0,0499	0,0045	0,0037
CONTROLE / REFERENCE	0,5057	0,1855	0,6860
CONTROLE / CANAL	0,0023	0,0015	0,7441
CONTROLE / REJET	0,0765	0,0864	0,0162

(*p-value* < 0,05 = différence significative ; *p-value* > 0,05 = différence non significative)

Tableau 5 : « *p-value* » des tests statistiques sur la salinité

Si l'on fait exception de la comparaison « contrôle / référence », les tests indiquent qu'il existe généralement une différence significative de salinité entre les stations. Ceci s'explique par le fait que la centrale est située dans une zone sujette à diverses influences. En effet, en raison du courant résiduel portant au nord-est, la zone est affectée par une dérive des eaux issues de la baie de Seine. Elle peut aussi subir l'influence des eaux issues de la Baie de Somme en particulier lors du jusant qui porte à l'ouest-sud-ouest.

A cela viennent également s'ajouter les apports d'eau douce de Dieppe et des cours d'eau locaux (La Scie, L'Arques, L'Yères et la Bresle), ainsi que des résurgences d'eau douce nombreuses dans le secteur. La colonne d'eau étant faiblement brassée dans ce secteur, des différences de salinités persistent donc aux différentes stations. Il faut également souligner que l'absence de différence significative en salinité entre les stations « contrôle » et « référence » serait *a priori*

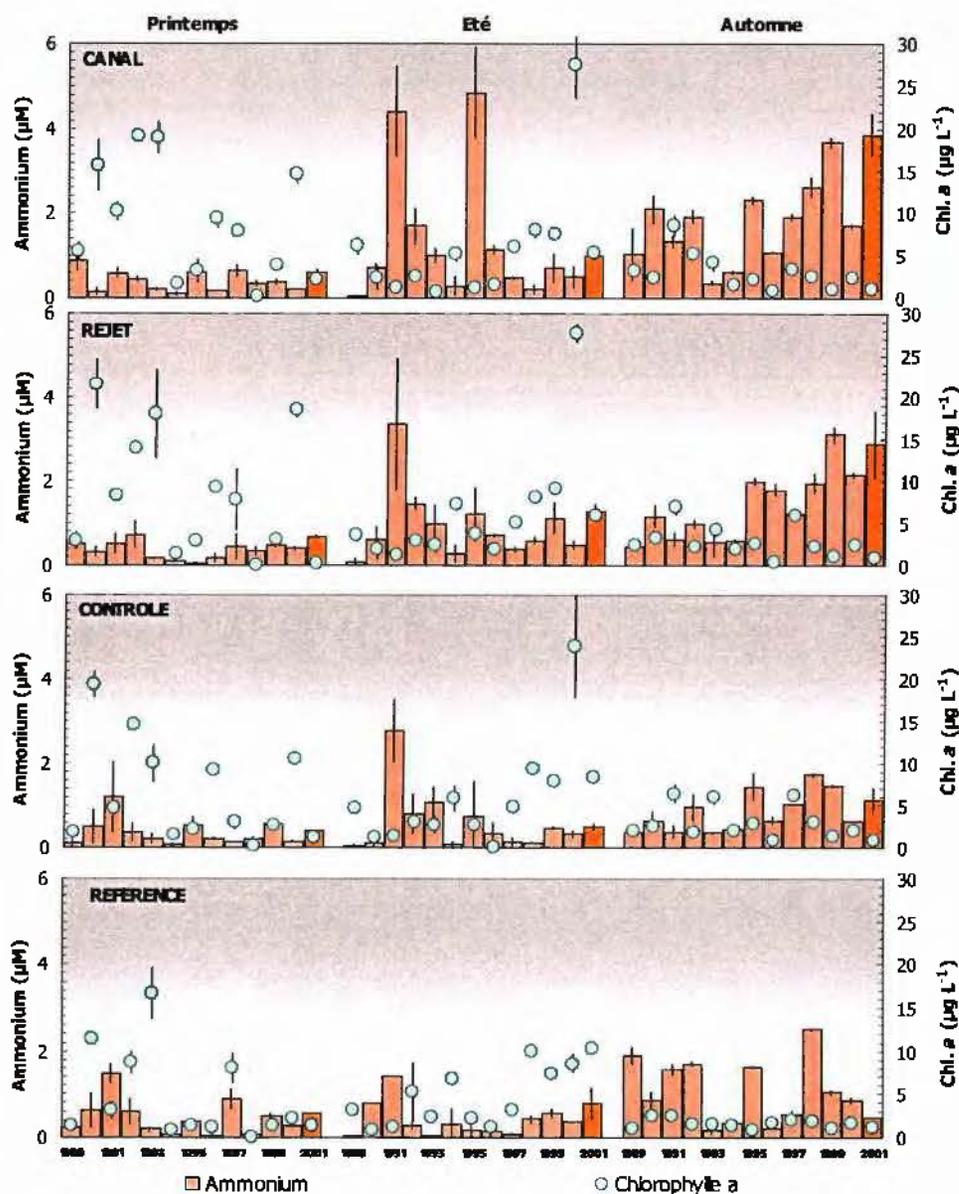
liée à leurs positions géographiques : ces deux stations sont en effet situées les plus au large. Elles sont donc moins influencées par les apports continentaux d'eau douce.

L'hypothèse d'un impact de la centrale pour expliquer les différences de salinité observées est peu probable. Bien que la centrale représente une source d'eau douce via les effluents d'eau déminéralisée des circuits primaires, des circuits secondaires ainsi que des circuits annexes pour le refroidissement des auxiliaires de l'îlot nucléaire, les rejets ne représentent qu'un volume d'environ 100000 m³ par an et par tranche (cf. Rapport annuel de surveillance de l'environnement ; EDF).

Un calcul simple montre que le volume annuel d'eau de mer utilisé pour le circuit de refroidissement de la centrale et dans lequel les rejets sont dilués est d'environ 3 milliards de m³. Le facteur de dilution des effluents d'eau douce est donc très important, de l'ordre de 15 10³. Toutefois, ce facteur de dilution est probablement minoré, puisque les effluents d'eau douce ne sont pas diffus, mais font l'objet de rejets ponctuels au cours de l'année en fonction des vidanges et des opérations de maintenance.

2.1.2.3 Ammonium

Les variations de concentration en ammonium aux différentes stations depuis 1989 sont présentées sur la figure 13.



2.1.2.3.1 Variations inter-annuelles

En 2001, les teneurs en ammonium ont varié au cours des campagnes de 0,60 à 3,85 μM au point « canal », de 0,66 à 2,87 μM au point « rejet », de 0,16 à 0,78 μM au point « référence » et de 0,31 à 1,15 μM au point « contrôle ». Excepté à la « référence », les variations des teneurs sont similaires aux différentes stations. Les teneurs sont minimales au printemps, caractérisant une situation quasi hivernale (absence d'activité biologique). En été, les concentrations augmentent et deviennent maximales en automne. L'accumulation de l'ammonium est vraisemblablement liée à la présence de processus de reminéralisation et d'excrétion des niveaux trophiques supérieurs. Au point « référence », les teneurs en ammonium sont maximales en été. En automne à cette station, la teneur en chlorophylle *a* est la plus élevée et la diminution de la concentration pourrait alors résulter de processus d'assimilation.

2.1.2.3.2 Variations spatiales

D'importantes variations spatiales existent entre les quatre stations. Il existe en général un gradient côte large sur la radiale « canal », « rejet » et « contrôle ». Celui-ci est particulièrement

marqué en automne, lorsque les concentrations en ammonium sont maximales : la teneur au « canal » est alors 4 fois supérieure à celle du point « contrôle ». Les niveaux de concentration en ammonium à la station « référence » sont du même ordre de grandeur qu'au point « contrôle ». En outre à la « référence », les teneurs sont plus élevées en surface qu'à mi profondeur en été et en automne. Au point « contrôle », les concentrations sont uniformes sur la colonne d'eau toute l'année. La comparaison des concentrations entre les points « rejet », « canal », « référence » et « contrôle » est présentée sur la figure 14. Le graphique montre que les différences les plus marquées semblent se produire durant les périodes estivale et automnale.

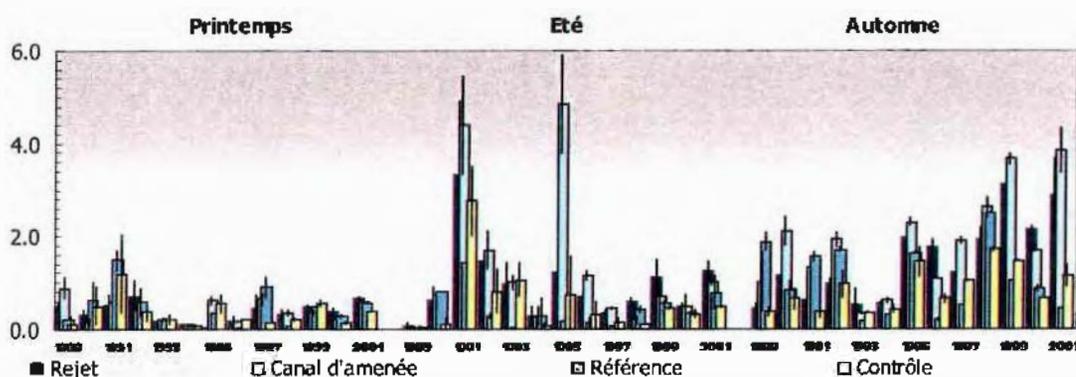


Figure 13 : Comparaison des teneurs en ammonium aux différentes stations

2.1.2.3.3 Approche statistique et impact de la centrale

Les tests relatifs à l'étude statistique des teneurs en ammonium depuis 1989 à Penly sont présentés dans le tableau 6. Les résultats montrent que les teneurs en ammonium aux différentes stations ne sont significativement pas différentes au printemps. Ceci peut s'expliquer par le fait que les variations de la concentration en ammonium résultent principalement des processus d'assimilation et de régénération. Au début du printemps, ces processus sont inexistantes et n'engendrent donc pas de variations importantes pouvant entraîner des différences de concentrations entre les stations.

COMPARAISON	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
CANAL / REJET	0,5797	0,9268	0,0243
REFERENCE / REJET	0,4060	0,0241	0,0238
CANAL / REFERENCE	0,6717	0,0408	0,2116
CONTROLE / REFERENCE	0,2229	0,3270	0,3392
CONTROLE / CANAL	0,6537	0,1118	0,0004
CONTROLE / REJET	0,9474	0,0002	0,0045

(p -value < 0,05 = différence significative ; p -value > 0,05 = différence non significative)

Tableau 6 : « p -value » des tests statistiques sur l'ammonium

Durant le reste de l'année, quelques différences significatives apparaissent. En été, la teneur en ammonium à la « référence » est significativement différente de celles du « rejet » et du « canal ». La concentration en ammonium au point « contrôle » est également significativement différente de celle observée au « rejet ». En automne, les tests statistiques montrent que la concentration au « rejet » est significativement différente de celles des autres stations. Les points « contrôle » et « canal » présentent également des teneurs significativement différentes. Ces différences sont probablement liées d'une part à la présence de différentes masses d'eaux dans ce secteur (différence de salinité) et d'autre part au gradient côte large qui s'établit généralement en été et en automne (cf. 1.1.2.2.3).

La centrale peut représenter une source potentielle d'ammonium via des rejets d'ammoniaque. Le conditionnement du circuit secondaire nécessite en effet l'utilisation de ce produit chimique (environ 16T an⁻¹ jusqu'en 2000 et 10T en 2001 ; données EDF). Les vidanges de ce circuit occasionnent alors des rejets dans l'environnement. L'absence de différence significative de la teneur en ammonium entre les stations « canal » et « rejet » (hormis en automne) indique que ces rejets ne sont pas détectables. Un impact de la centrale sur les concentrations en ammonium dans le milieu récepteur ne peut être mis en évidence. Toutefois, il faut souligner que les vidanges occasionnant les rejets sont ponctuelles. La stratégie d'étude peut donc ne pas les détecter. En outre, bien que le nombre de campagnes dont nous disposons soit peu adapté à l'étude des cycles annuels, il semble que les teneurs en ammonium présentent des variations saisonnières classiques. Ce constat suggère également que la centrale n'engendre pas de perturbation notable sur le cycle de ce nutriment.

Nitrate et nitrite

2.1.2.3.4 Variations inter-annuelles

Les variations des concentrations en nitrate et nitrite sur la période 1989-2001 sont respectivement présentées sur les figures 15 et 16.

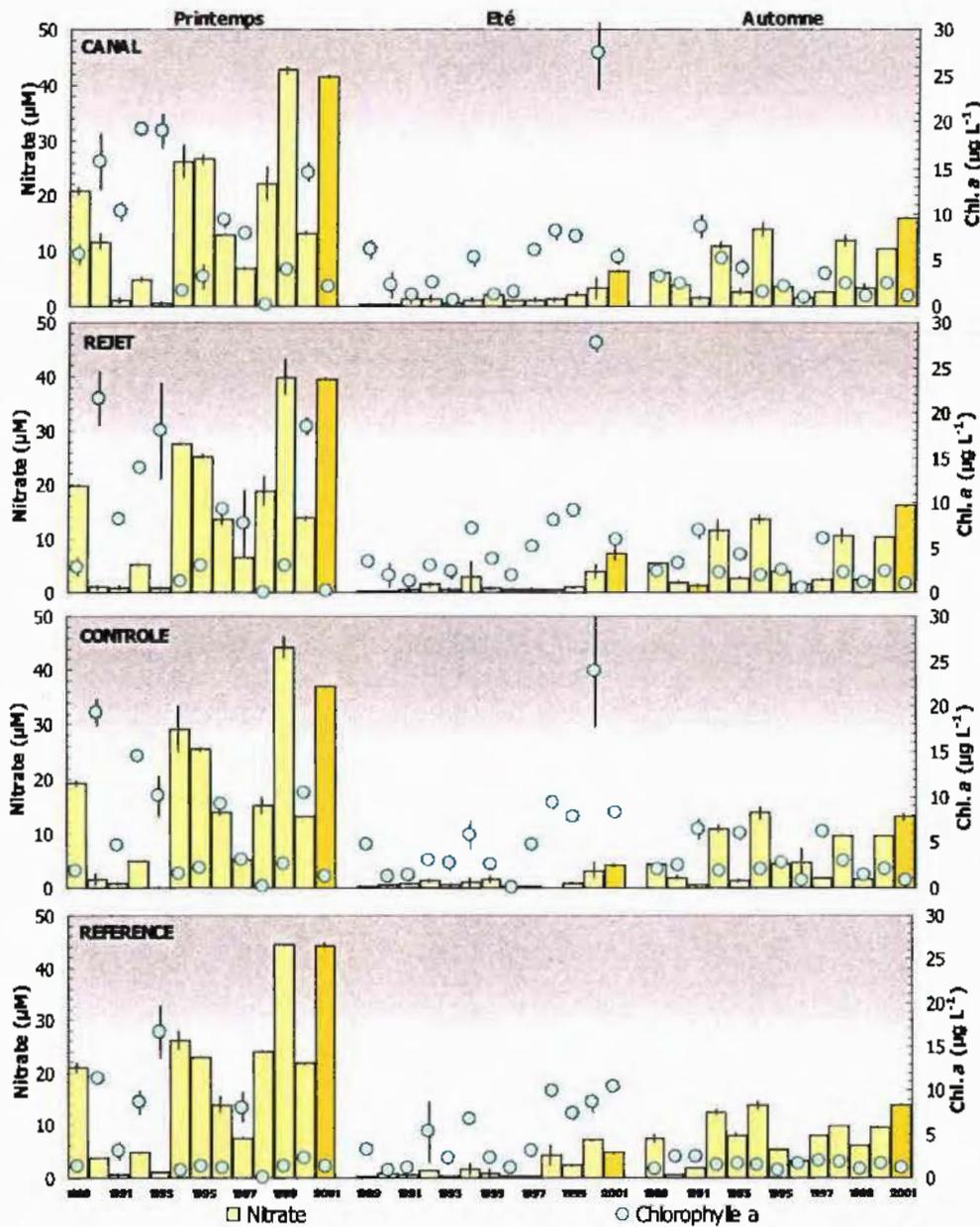


Figure 14: Nitrate et chlorophylle *a* (surface) sur la période 1989-2001

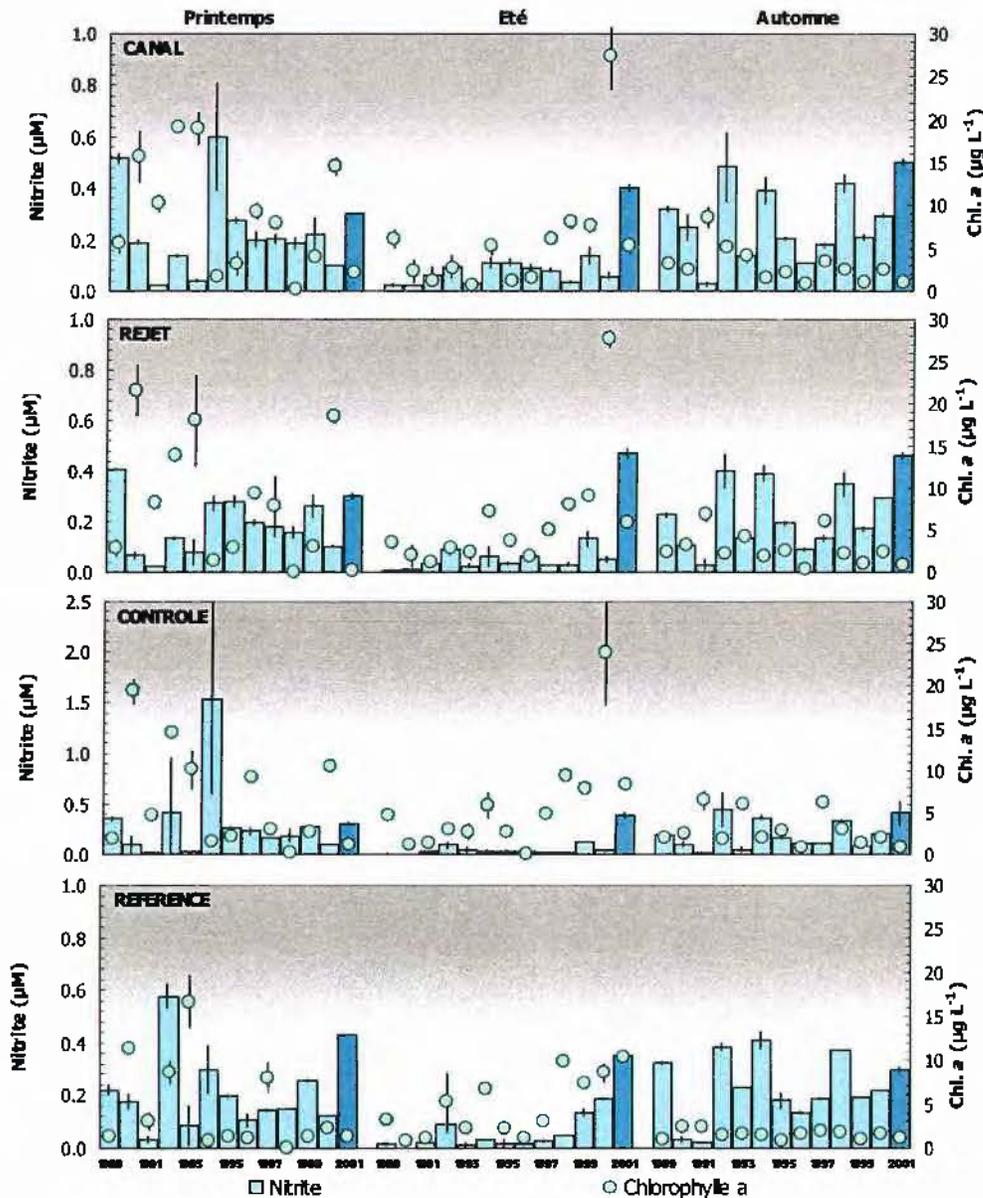


Figure 15: Nitrite et chlorophylle *a* (surface) sur la période 1989-2001

Les teneurs en nitrate mesurées au cours des campagnes de surveillance 2001 ont été comprises entre 6,3 et 41,5 μM au « canal », entre 7,1 et 39,5 μM au « rejet », entre 4,1 et 36,9 μM à la station « contrôle » et entre 4,4 et 44,3 μM à la « référence ». Les concentrations en nitrite ont varié de 0,30 à 0,50 μM au « canal », de 0,30 à 0,47 μM au « rejet », de 0,31 à 0,41 μM à la station « contrôle » et de 0,29 à 0,43 μM à la « référence ».

Au printemps 2001, les teneurs observées sont les plus fortes depuis 1989. Elles coïncident avec les plus faibles salinités ($\approx 32,0$) mesurées sur la même période, traduisant ainsi l'influence des apports telluriques. Notons toutefois que des concentrations similaires à celles mesurées cette année ont déjà été observées en 1999. Au cours de cette année, les débits des rivières ont également été particulièrement élevés en hiver comme l'illustre la figure 17 qui présente à titre d'exemple les débits de la Seine en 1999 et 2001.

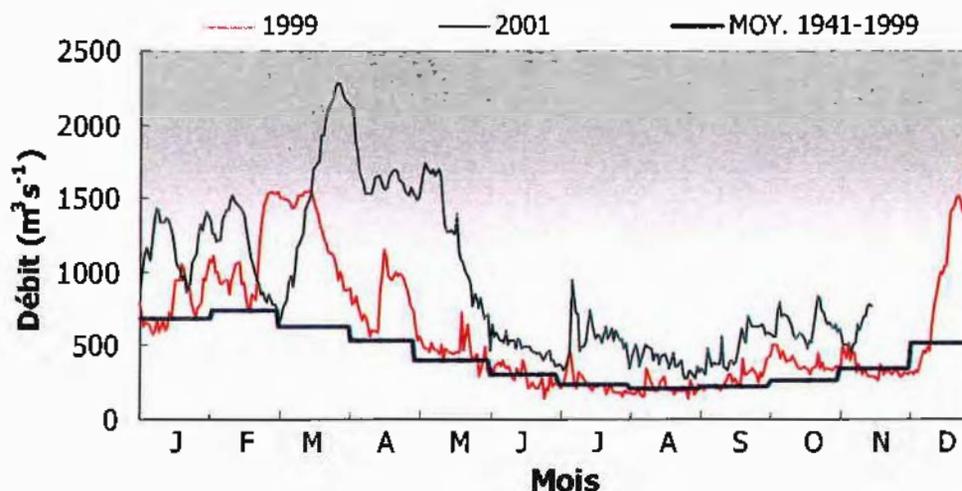


Figure 16 : Débit de la Seine à Poses en 1999 et 2001 et la moyenne mensuelle sur la période 1941-1999

L'été est caractérisé par une forte chute de la teneur en nitrate, mais les concentrations restent nettement supérieures à $4 \mu\text{M}$ pour des salinités inférieures à 33. Ces teneurs sont du même ordre que celles reportées dans le même secteur à la fin du printemps par Brylinski *et al.* (1996). La diminution rapide des nitrates est vraisemblablement causée par le développement printanier du phytoplancton. En automne, les teneurs augmentent traduisant le renouvellement du stock hivernal probablement sous l'effet des processus de nitrification, mais peut être aussi sous l'effet des apports liés au fleuve côtier.

Dans le cas du nitrite, les teneurs en avril sont relativement élevées comparées à celles observées depuis 1989. Toutefois, elles restent inférieures à celles observées en 1989, 1992 et 1994. Au cours de l'année 2001, la teneur en nitrite a tendance à augmenter aux stations « canal », « rejet » et « contrôle », alors qu'une légère diminution est observée à la « référence » ($0,1 \mu\text{M}$). L'accumulation du nitrite en automne dans la colonne d'eau coïncide avec une augmentation du nitrate, suggérant l'existence des processus de nitrification précités.

2.1.2.3.5 Variations spatiales

Une comparaison des concentrations en nitrate et aux différentes stations est présentée sur la figure 18. Pour les deux nutriments, les teneurs ne présentent globalement pas de différences marquées entre les stations au printemps. En été et en automne, les teneurs aux stations « canal » et « rejet » sont sensiblement supérieures à celles des stations du large « référence » et « contrôle ». A ces stations, les teneurs sont similaires à la surface et à mi-profondeur toute l'année.

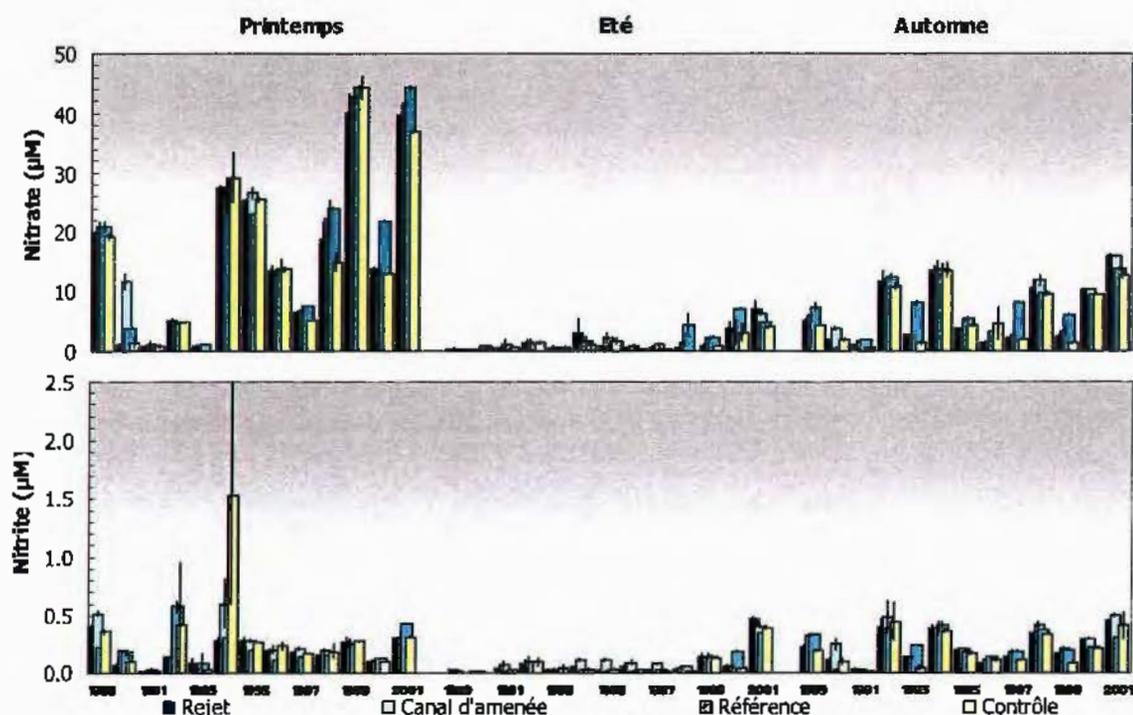


Figure 17 : Comparaison des teneurs en nitrate et en nitrite aux différentes stations

2.1.2.3.6 Approche statistique et impact de la centrale

Le tableau 7 présente les résultats des tests statistiques réalisés pour le nitrate et le nitrite entre 1989 et 2001. Il existe en été et au printemps des différences significatives de concentrations entre les stations « contrôle » et « référence » en nitrate. En automne, des différences significatives de concentration en nitrite sont mises en évidence entre les stations « canal / contrôle », « canal / rejet » et « contrôle / rejet ». Ces différences s'expliquent principalement par des différences de salinités entre ces stations.

		COMPARAISON	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
NITRATE	CANAL / REJET		0,1293	0,3757	0,1328
	REFERENCE / REJET		0,0499	0,9460	0,0747
	CANAL / REFERENCE		0,7021	0,7869	0,3757
	CONTROLE / REFERENCE		0,0798	0,5724	0,0295
	CONTROLE / CANAL		0,1198	0,1508	0,5725
	CONTROLE / REJET		0,6162	0,7582	0,2528
NITRITE	CANAL / REJET		0,1481	0,0271	0,0039
	REFERENCE / REJET		0,5477	0,2784	0,9700
	CANAL / REFERENCE		0,7518	0,0545	0,1137
	CONTROLE / REFERENCE		0,7387	1,0000	0,2147
	CONTROLE / CANAL		0,8574	0,1000	0,0002
	CONTROLE / REJET		0,5209	0,4385	0,0277

($p\text{-value} < 0,05$ = différence significative ; $p\text{-value} > 0,05$ = différence non significative)

Tableau 7 : « $p\text{-value}$ » des tests statistiques sur les nitrate et nitrite

Finalement, les variations de teneurs en 2001 sont *a priori* caractéristiques d'un cycle saisonnier classique pour le nitrate et le nitrite. En outre, les tests statistiques montrent que lorsqu'il existe des différences significatives de concentrations en nitrate ou en nitrite aux différentes stations, celles-ci sont liées à des différences de salinités. La centrale semble donc n'avoir d'impact ni sur le cycle annuel, ni sur les teneurs de ces sels nutritifs.

2.1.2.4 Phosphate et silicate

2.1.2.4.1 Variations inter-annuelles

Les variations de concentrations en phosphate et en silicate sur la période 1989-2001 sont présentées sur les figures 19 et 20 respectivement. Les teneurs en phosphate mesurées au cours du programme de surveillance 2001 ont été comprises entre 0,25 et 1,03 μM au point « canal », entre 0,22 et 1,15 μM au point « rejet », entre 0,19 et 1,23 μM au point « contrôle » et enfin entre 0,18 et 1,14 μM à la « référence ». Les concentrations en silicate ont varié de 5,57 à 33,49 μM au « canal », de 4,84 à 32,23 μM au « rejet », de 1,05 à 23,94 μM au point « contrôle » et de 0,75 à 20,05 μM à la « référence ».

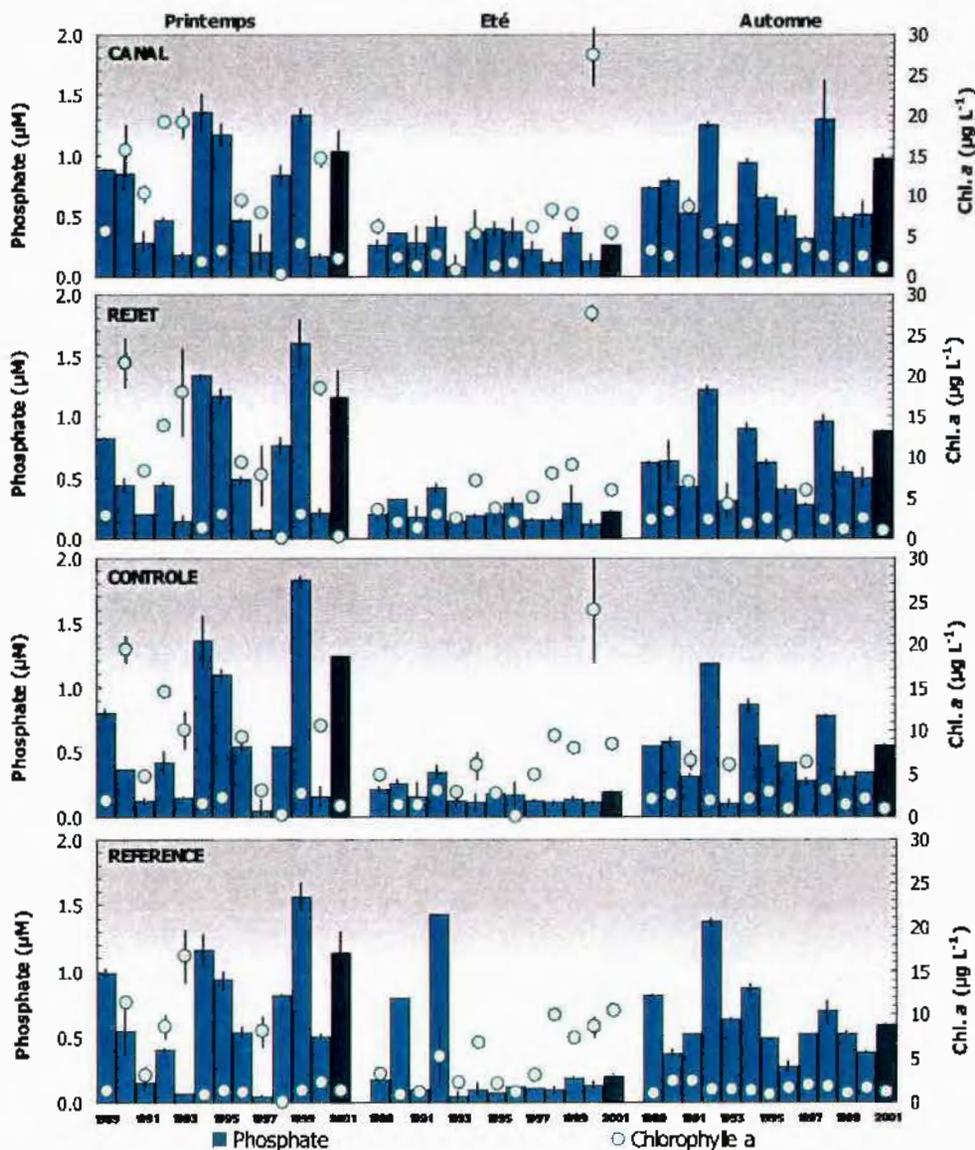


Figure 18: Phosphate et chlorophylle *a* (surface) sur la période 1989-2001

Le phosphate et le silicate présentent des variations saisonnières comparables à celles du nitrate. Au début du printemps, les concentrations sont relativement élevées sous l'influence des apports telluriques en provenance des bassins versants. En été, les teneurs diminuent fortement en raison du développement du phytoplancton. La diminution marquée des concentrations en silicate est attribuable à une utilisation rapide de la silice par les diatomées, espèce phytoplanctonique dominante dans ce secteur tout au long de l'année.

En automne, les teneurs augmentent. Cette accumulation dans la colonne d'eau doit correspondre d'une part à une forte régénération (en particulier pour la silice biogénique qui présente les niveaux les plus élevés depuis 1989) et d'autre part à des apports fluviaux (cf. figure 11).

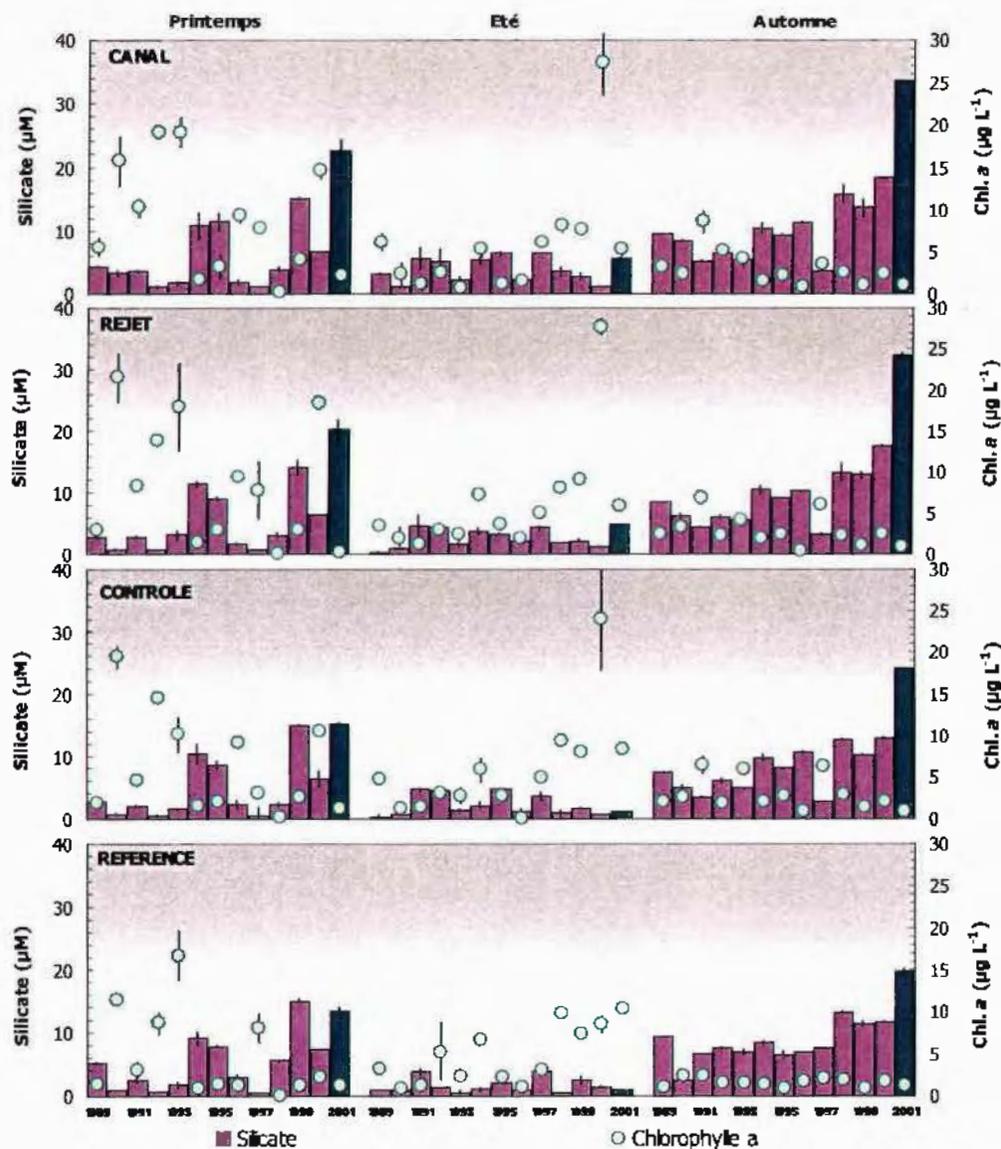


Figure 19: Silicate et chlorophylle *a* (surface) sur la période 1989-2001

Variations spatiales

Les teneurs des deux sels mesurées en 2001 varient aux différentes stations. Les teneurs sont caractérisées par un gradient côte large toute l'année, mais celui-ci est particulièrement marqué en été et en automne. Durant ces deux saisons les concentrations au « canal » sont 2 à 6 fois supérieures à celles mesurées aux stations du large « référence » et « contrôle ». A ces deux dernières stations, les teneurs sont similaires en surface et à mi-profondeur toute l'année. Une comparaison des teneurs en phosphate et silicate aux différentes stations en surface est présentée sur la figure 21.

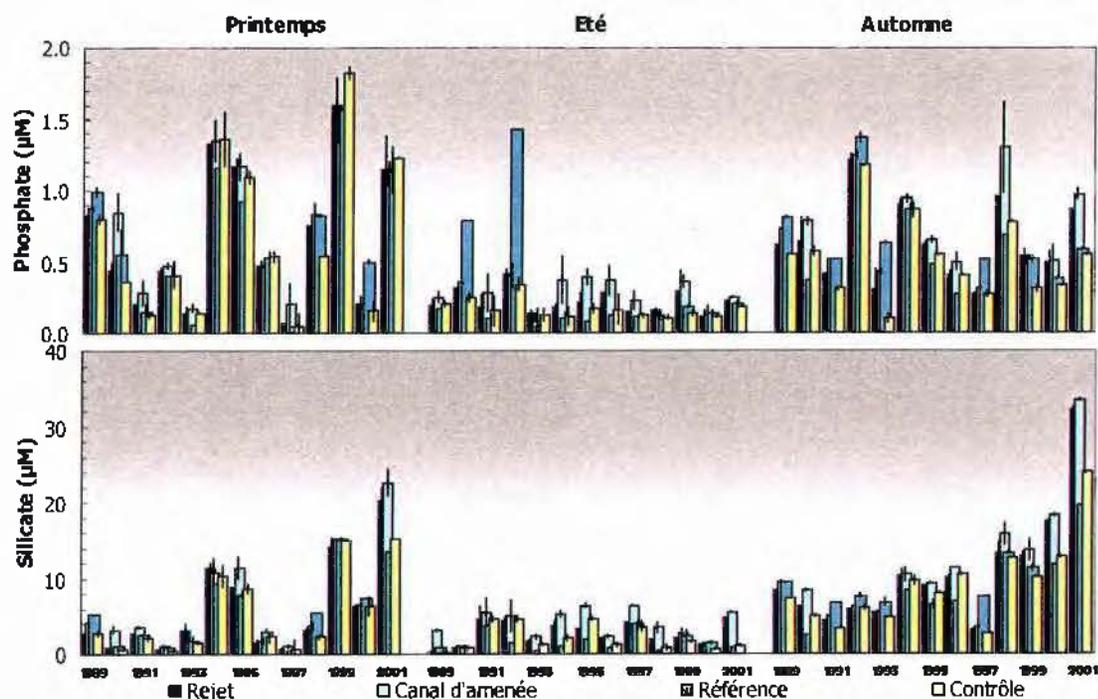


Figure 20 : Comparaison des teneurs en phosphate et en silicate aux différentes stations

2.1.2.4.2 Approche statistique et impact

Les résultats des tests statistiques réalisés sur les teneurs en phosphate et silicate aux différentes stations sont présentés dans le tableau 8.

	COMPARAISON	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
PHOSPHATE	CANAL / REJET	0,4765	0,0900	0,0074
	REFERENCE / REJET	0,9531	0,5300	0,7503
	CANAL / REFERENCE	0,5911	0,4631	0,1572
	CONTROLE / REFERENCE	0,7373	0,3037	0,1186
	CONTROLE / CANAL	0,4847	0,0157	0,0003
	CONTROLE / REJET	0,6004	0,0803	0,0014
SILICATE	CANAL / REJET	0,0327	0,0020	0,0011
	REFERENCE / REJET	1,0000	0,0187	0,0763
	CANAL / REFERENCE	0,2734	0,0008	0,2184
	CONTROLE / REFERENCE	0,6866	0,1152	0,9144
	CONTROLE / CANAL	0,3897	0,0004	0,0039
	CONTROLE / REJET	0,5446	0,1054	0,0280

(p -value < 0,05 = différence significative ; p -value > 0,05 = différence non significative)

Tableau 8 : « p -value » des tests statistiques réalisés sur les phosphate et silicate

L'étude statistique de comparaison des concentrations en phosphate et silicate révèle qu'il n'existe généralement pas de différence significative au printemps sur la période 1989-2001 entre les stations. Ce résultat est à rapprocher de celui trouvé pour les autres sels nutritifs. En effet, les variations de concentration en nutriments et en particulier en phosphate et silicate, résultent principalement des processus d'assimilation et de régénération. Au début du printemps, ces processus sont inexistantes et n'engendrent donc pas de variations importantes de concentrations pouvant entraîner des différences entre les stations.

Durant le reste de l'année, des différences significatives apparaissent. Pour le phosphate, elles existent en été entre les stations « contrôle » et « rejet » et en automne entre « canal », « rejet » et « contrôle ». Pour le silicate, en été, les concentrations sont significativement différentes entre les stations « canal », « rejet » et « référence ». En automne, les différences existent entre les mêmes stations que pour le phosphate. L'ensemble de ces différences s'explique très vraisemblablement principalement par les différences de salinité constatées entre les stations.

La centrale peut représenter une source de phosphate pour l'environnement. Les circuits de refroidissement de l'îlot nucléaire sont généralement alimentés en eau déminéralisée conditionnée au phosphate trisodique (Na_3PO_4). La consommation de ce réactif chimique représente en moyenne $0,5 \text{ T an}^{-1}$ (donnée EDF). Les purges des circuits occasionnent des rejets dans l'environnement. Les résultats des tests statistiques montrent que ces rejets ne sont pas perceptibles. Cependant, les vidanges occasionnent des rejets ponctuels et la stratégie d'étude ne permet pas de les détecter.

Finalement, les teneurs en phosphate et silicate semblent présenter des variations saisonnières classiques. La centrale via ses rejets, ne semble donc pas avoir d'impact mesurable sur les concentrations et les variations saisonnières de ces deux nutriments.

2.1.2.5 Matières En Suspensions (MES)

Les variations de la teneur en MES aux différentes stations depuis 1989 sont présentées sur la figure 22.

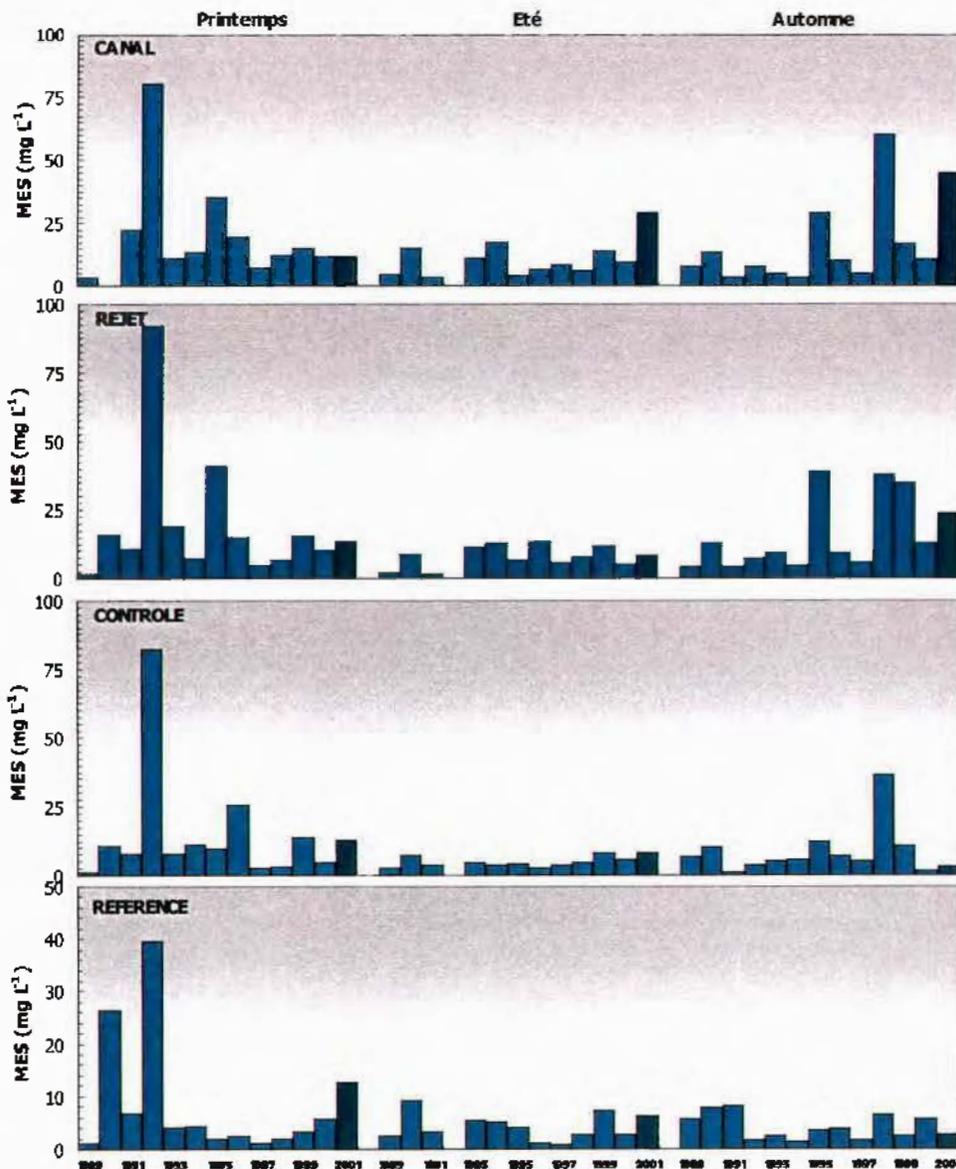


Figure 21 : MES (en surface) sur la période 1989-2001

2.1.2.5.1 Variations inter-annuelles

En 2001, les teneurs en MES ont varié au cours des campagnes de 11,4 à 44,4 mg L⁻¹ au point « canal », de 8,3 à 23,5 mg L⁻¹ au point « rejet », de 2,7 à 12,6 mg L⁻¹ au point « référence » et de 2,7 à 18,8 mg L⁻¹ au point « contrôle ». Aux stations « canal » et « rejet », les teneurs en MES ont plutôt tendance à augmenter au cours de l'année. A l'inverse, aux stations « contrôle » et « référence », les concentrations diminuent sensiblement. Comparées aux autres années, les teneurs s'inscrivent généralement dans les gammes de variations observées. Les variations de la teneur en MES sont principalement causés par :

- une activité phytoplanctonique importante,
- l'action des courants sur le fond (courant de marée alternatif) entraînant des remises en suspensions plus ou moins importantes en fonction de la nature du sédiment,
- une nette diminution du mélange en raison de la structure hydrologique particulière de la colonne d'eau (présence du « fleuve côtier »),

De fait, les mesures en MES sont généralement caractérisées par une grande variabilité au cours du temps (cf. figure 18). La fréquence de mesures pour la surveillance du site nucléaire de Penly n'est pas assez élevée pour permettre une interprétation de ces variations.

2.1.2.5.2 Variations spatiales

D'importantes variations spatiales existent entre les quatre stations en 2001. Il existe en général un gradient côte large. Celui-ci est particulièrement marqué en automne sur la radiale « canal », « rejet » et « contrôle ». Les teneurs au « canal » sont alors 15 fois supérieures à celles du point « contrôle ». Les niveaux de concentrations à la station « référence » sont du même ordre de grandeur qu'au point « contrôle ». En outre, à ces deux stations, les concentrations sont uniformes dans la colonne d'eau toute l'année. La comparaison des teneurs en MES entre les stations « rejet », « canal », « référence » et « contrôle » est présentée sur la figure 23.

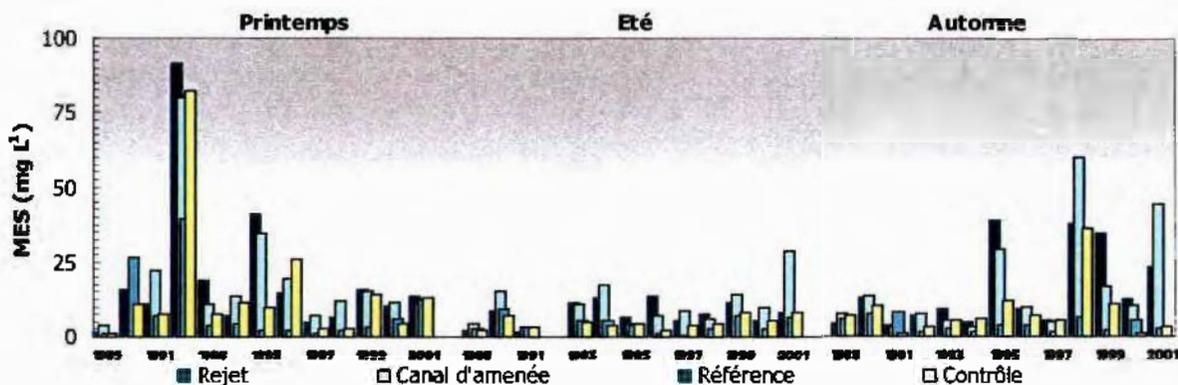


Figure 22 : Comparaison des teneurs en MES aux différentes stations

2.1.2.5.1 Variations inter-annuelles

En 2001, les teneurs en MES ont varié au cours des campagnes de 11,4 à 44,4 mg L⁻¹ au point « canal », de 8,3 à 23,5 mg L⁻¹ au point « rejet », de 2,7 à 12,6 mg L⁻¹ au point « référence » et de 2,7 à 18,8 mg L⁻¹ au point « contrôle ». Aux stations « canal » et « rejet », les teneurs en MES ont plutôt tendance à augmenter au cours de l'année. A l'inverse, aux stations « contrôle » et « référence », les concentrations diminuent sensiblement. Comparées aux autres années, les teneurs s'inscrivent généralement dans les gammes de variations observées. Les variations de la teneur en MES sont principalement causés par :

- une activité phytoplanctonique importante,
- l'action des courants sur le fond (courant de marée alternatif) entraînant des remises en suspensions plus ou moins importantes en fonction de la nature du sédiment,
- une nette diminution du mélange en raison de la structure hydrologique particulière de la colonne d'eau (présence du « fleuve côtier »),

De fait, les mesures en MES sont généralement caractérisées par une grande variabilité au cours du temps (cf. figure 18). La fréquence de mesures pour la surveillance du site nucléaire de Penly n'est pas assez élevée pour permettre une interprétation de ces variations.

2.1.2.5.2 Variations spatiales

D'importantes variations spatiales existent entre les quatre stations en 2001. Il existe en général un gradient côte large. Celui-ci est particulièrement marqué en automne sur la radiale « canal », « rejet » et « contrôle ». Les teneurs au « canal » sont alors 15 fois supérieures à celles du point « contrôle ». Les niveaux de concentrations à la station « référence » sont du même ordre de grandeur qu'au point « contrôle ». En outre, à ces deux stations, les concentrations sont uniformes dans la colonne d'eau toute l'année. La comparaison des teneurs en MES entre les stations « rejet », « canal », « référence » et « contrôle » est présentée sur la figure 23.

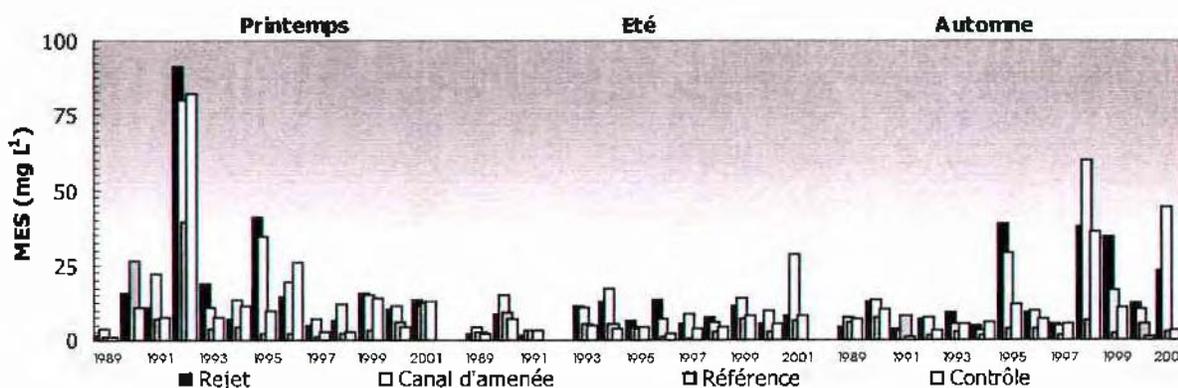


Figure 22 : Comparaison des teneurs en MES aux différentes stations



2.1.2.5.3 Approche statistique et impact de la centrale

Les tests relatifs à l'étude statistique des teneurs en MES depuis 1989 à Penly sont présentés dans le tableau 9.

<i>COMPARAISON</i>	<i>PRINTEMPS</i>	<i>ETE</i>	<i>AUTOMNE</i>
CANAL / REJET	0,7334	0,1585	0,7531
REFERENCE / REJET	0,0097	0,0085	0,0034
CANAL / REFERENCE	0,0010	0,0037	0,0017
CONTROLE / REFERENCE	0,1368	0,1913	0,1690
CONTROLE / CANAL	0,0971	0,0058	0,1438
CONTROLE / REJET	0,2642	0,0220	0,0812

(p-value < 0,05 = différence significative ; p-value > 0,05 = différence non significative)

Tableau 9 : « *p-value* » des tests statistiques sur l'ammonium

Les résultats indiquent que les différences de teneurs en MES ne sont pas significatives entre les stations « canal » et « rejet » et entre les stations « contrôle » et « référence » au cours de l'année. A l'inverse, les concentrations en MES sont toujours significativement différentes entre la « référence » et les deux stations « rejet » et « canal ». Ces observations peuvent s'expliquer par des teneurs généralement plus fortes à la côte (stations « canal » et « rejet ») qu'au large (« référence » et « contrôle »). Toutefois, les tests statistiques entre les stations « contrôle », « canal » et « rejet », qui se situent sur une radiale côte large au droit du site, sont contrastés puisqu'ils ne mettent pas forcément en évidence des différences significatives entre les stations.

Ils prouvent ainsi que l'interprétation des teneurs en MES est délicate compte tenu de la forte variabilité du paramètre et de la faible fréquence d'échantillonnage.

Finalement, les résultats de surveillance 2001 et l'étude statistique réalisée sur les années précédentes nous permettent simplement d'établir le constat qu'aucune teneur en MES anormale n'a été observée, suggérant que la centrale n'engendre pas de perturbation du milieu dans ce domaine.

2.1.3 Conclusion

Les résultats du programme de surveillance 2001 du site de Penly indiquent que les caractéristiques hydrologiques de la colonne d'eau étaient atypiques cette année sur deux points en raison des conditions climatiques exceptionnelles. Premièrement, en raison de précipitations élevées qui ont engendré des débits de rivières exceptionnels, les plus faibles salinités ont été observées depuis 1989. Il en a résulté des teneurs en sels nutritifs relativement élevées par rapport aux données acquises précédemment dans le cadre du programme IGA. En outre dans ce secteur de la Manche orientale, les courants de marée parallèles à la côte constituent une entrave au mélange de ces eaux douces avec les eaux océaniques. Cela crée une masse d'eau côtière permanente (« fleuve côtier ») dont la dessalure est sans cesse entretenue par les apports fluviaux qui s'échelonnent de la Baie de Seine au Pas de Calais.

Deuxièmement, le réchauffement estival de la colonne d'eau a été important, conduisant à des températures parmi les plus fortes enregistrées depuis 1989. Malgré ces conditions climatiques exceptionnelles, les paramètres hydrologiques mesurés lors des campagnes 2001 semblent avoir suivi un cycle saisonnier que l'on peut qualifier de classique : consommation par le

caractéristiques hydrodynamiques particulières et complexes de ce secteur de la Manche Orientale. Les données de surveillance n'ont pas permis de déceler d'anomalie dans le cycle saisonnier de ces paramètres hydrologiques.

Finalement, hormis l'échauffement de l'eau aux abords proches du site qui représente le principal impact sur l'écosystème, la centrale via ses rejets ne semble pas modifier les caractéristiques hydrologiques intrinsèques du milieu (teneurs et variations saisonnières).

2.1.4 Bibliographie

BRYLINSKI, J.M., LAGADEUC, Y., GENTILHOMME, V., DUPONT, J.-P., LAFITTE, R., DUPEUBLE, P.-A., HUAULT, M.-F., AUGER, Y., PUSKARIC, E., WARTEL, M. & CABIOCH, L. 1991

« Le fleuve côtier, un phénomène hydrologique important en Manche Orientale. Exemple du Pas-de-Calais ». *Oceanologica Acta*, **11**, 197-203

BRYLINSKI, J.M., BRUNET, C., BENTLEY, D., THOUMELIN, G. & HILDE, D. 1996

« Hydrography and phytoplakton biomass in the Eastern English Channel in spring 1992 ». *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, **43**, 507-519

MALHERBE, J.F. & MANOHA, B. 1977

« Centrale de Flamanville-Avis C ; Influence courantologique et thermique ». *Electricité De France, Direction des études et recherches*, HE041/77.013

SIMPSON, J.H. & HUNTER, J.R. 1974

« Fronts in the Irish Sea ». *Nature*, **1250**, 404-406

2.2 Phytoplancton

En 2001, les paramètres tels que la chlorophylle *a*, la production primaire et le microphytoplancton ont été mesurés pour estimer si les rejets de la centrale induisent des modifications du milieu.

Les résultats obtenus lors des 3 campagnes sur les 4 points de prélèvements figurent dans le tableau 2.3. La comparaison des résultats 2001 avec ceux obtenus depuis 1989 est présentée sur les figures 2.10, 2.11 et 2.12.

<i>(Valeurs moyennes ± écart type)</i>		CANAL D'AMENÉE (<i>n</i> =4)	REJET (<i>n</i> =4)	REFERENCE		CONTROLE	
				SURFACE (<i>n</i> =2)	-10 M (<i>n</i> =2)	SURFACE (<i>n</i> =2)	-10 M (<i>n</i> =2)
3 AVRIL	<i>Chlorophylle a</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$)	2,1 ± 0,4	0,6 ± 0,9	1,2 ± 0,07	1,4 ± 0,6	1,2 ± 0,1	1,0 ± 0,2
	<i>Phaéopigments</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$)	1,5 ± 0,4	2,7 ± 1,4	0,6 ± 0,02	0,5 ± 0,1	0,6 ± 0,09	0,6 ± 0,08
	<i>Prod. Prim</i> ($\text{mg C m}^{-3} \text{h}^{-1}$)	2,9 ± 1,4	3,8 ± 0,8	7,4 ± 1,9	8,5 ± 1		
	μ phytoplancton (<i>nbre L</i> ⁻¹)	12900	17200	27800	16100	13300	
3 JUILLET	<i>Chlorophylle a</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$)	5,3 ± 0,8	5,8 ± 0,1	10,3 ± 0,2	11,2 ± 3,3	8,3 ± 0,6	9,1 ± 1,0
	<i>Phaéopigments</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$)	0,22 ± 0,04	0,12 ± 0,05	0,34 ± 0,00	0,11 ± 0,00	1,4 ± 0,7	1,7 ± 0,2
	<i>Prod. Prim</i> ($\text{mg C m}^{-3} \text{h}^{-1}$)	2,87 ± 1,00	2,19 ± 0,87	3,35 ± 1,79	4,56 ± 2,29		
	μ phytoplancton (<i>nbre L</i> ⁻¹)	145100	84400	149600	112500	149900	
7 SEPTEMBRE	<i>Chlorophylle a</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$)	0,99 ± 0,16	0,91 ± 0,05	1,12 ± 0,16	0,96 ± 0,10	0,80 ± 0,16	0,75 ± 0,11
	<i>Phaéopigments</i> ($\mu\text{g L}^{-1}$)	0,52 ± 0,18	0,76 ± 0,18	0,32 ± 0,10	0,66 ± 0,02	0,4 ± 0,1	0,1 ± 0,0
	<i>Prod. Prim</i> ($\text{mg C m}^{-3} \text{h}^{-1}$)	5,35 ± 1,92	4,48 ± 1,79	3,59 ± 1,99	3,58 ± 1,82		
	μ phytoplancton (<i>nbre L</i> ⁻¹)	6700	8500	3500		5700	

Tableau 2.3 : Moyennes et écart type des paramètres phytoplanctoniques au droit du CNPE de Penly en 2001

Le déficit en biomasse microalgale au point rejet par rapport au canal d'amenée se calcule au moyen de la formule suivante :

$$\frac{(V_a - V_r) \times 100}{V_a} \quad \text{avec}$$

- V_a : valeur observée au canal d'amenée
- V_r : valeur observée au canal rejet
-

En utilisant les valeurs mesurées en 2001 dans la formule ci-dessus des différences de biomasses algales sont observées au point rejet. Les résultats sont présentés dans le tableau 2.4.

(%)	<i>Chlorophylle a</i>	<i>Production primaire</i>	<i>µphytoplancton</i>
01 AVRIL	+ 71,4	- 31	- 33,3
06-JUILLET	- 9,4	- 38	+ 41,8
10 SEPTEMBRE	+ 10	+ 10	- 26,8

Tableau 2.4 : Différences en biomasse algale

Sur l'ensemble de l'année, 5 « déficits » sont mis en évidence :

- 1 pour la chlorophylle *a*,
- 2 pour la production primaire,
- 2 pour le microphytoplancton.

Ces différences, positives ou négatives, s'équilibrent en nombre et trouvent leur origine dans la variabilité naturelle des paramètres mesurés au sein des différentes masses d'eau.

Il est également à noter que les taux de dilution enregistrés lors des prélèvements au point rejet en 2001 ont été compris entre 85 et 89 %. Ces taux de dilution élevés expliquent également qu'on ne puisse mettre en évidence un déficit de biomasse algale.

2.2.1 Biomasse chlorophyllienne (fig. 2.5)

Au cours de l'année 2001, les valeurs de chlorophylle *a* s'échelonnent entre $0,6 \pm 0,9 \mu\text{g L}^{-1}$ au point rejet en avril et $11,2 \pm 4,6 \mu\text{g L}^{-1}$ au point référence (mi-profondeur) en juillet. Dans l'ensemble et tous points confondus, les valeurs enregistrées en 2001 sont nettement inférieures à celles de 2000. Ceci est confirmé par les numérations phytoplanctoniques.

Ces valeurs restent cependant comprises dans l'intervalle de ce qui a pu être observé depuis 1989.

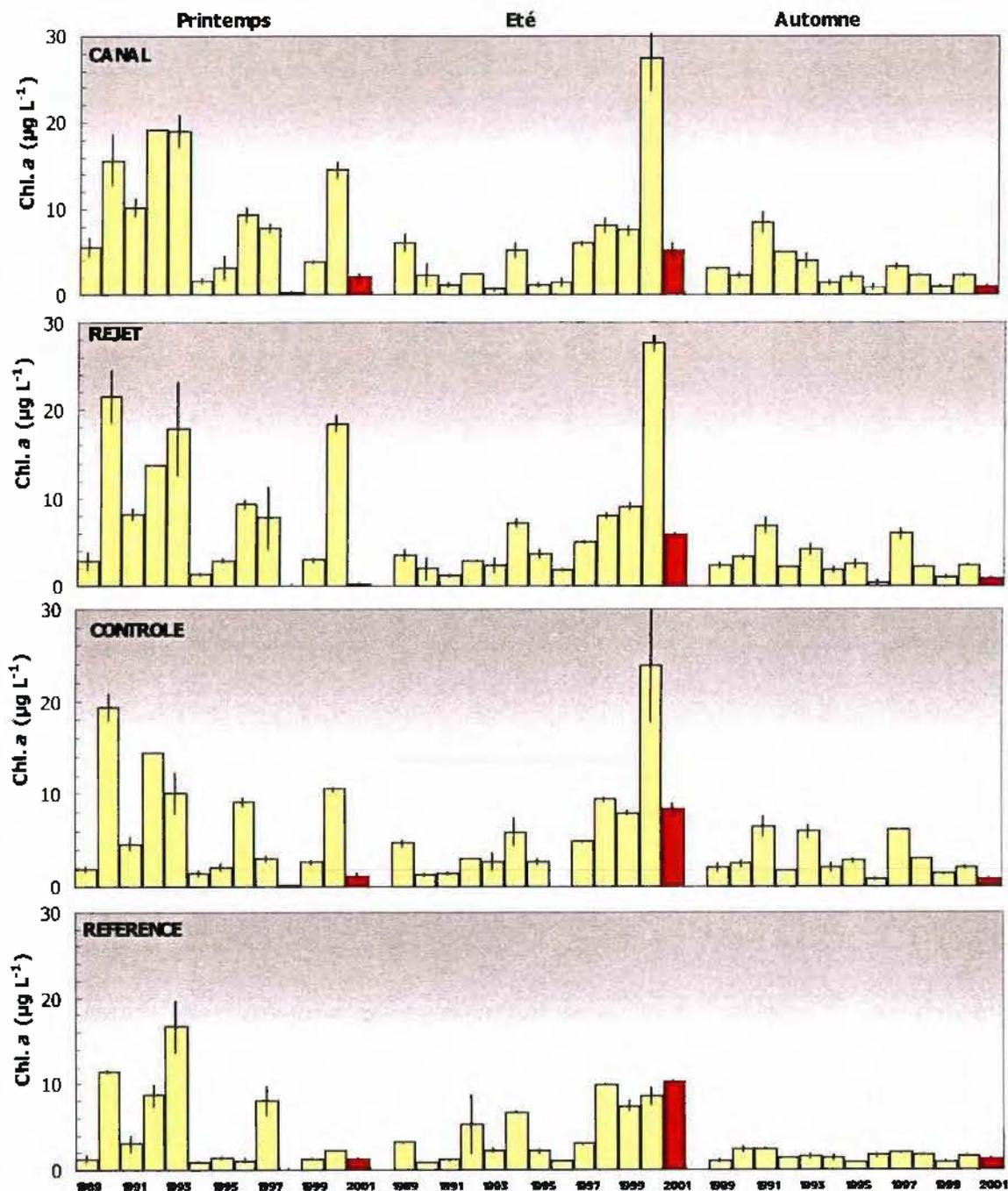


Figure 2.10. : Evolution de la chlorophylle a de 1987 à 2001 dans les eaux de surface

Au printemps les valeurs mesurées aux points canal et rejet sont les plus faibles depuis 1989. On peut cependant les rapprocher des années 1994-1995-1998 pour les points canal et contrôle et 1995 pour le rejet. Au point référence les valeurs enregistrées sont représentatives de ce qui a déjà été observé les années précédentes.

Il en est de même au début de l'été où, malgré certains écarts types relativement élevés, nous pouvons observer un gradient côte-large croissant.

A la fin de l'été 2001 les valeurs observées sont comparables à celles des années antérieures.

2.2.2 Phaéopigments : pourcentage de chlorophylle active

Le pourcentage de chlorophylle active peut être déterminé à partir des teneurs en chlorophylle *a* et des teneurs en phaéopigments d'après la formule ci dessous :

$$(\%) \text{ de chlorophylle active} = \frac{\text{Chlorophylle } a \times 100}{(\text{Chlorophylle } a + \text{phaéopigment})}$$

Le tableau 2.5 présente les résultats obtenus aux différentes stations pour les campagnes 2001.

(%)	Canal d'aménée	Rejet	Référence
03 AVRIL	58,3	18,2	66,6
03 JUILLET	80,3	76,3	91,1
07 SEPTEMBRE	37	47,3	78,6

Tableau 2.5 : Pourcentages de chlorophylle active

Sur l'ensemble de l'année les valeurs relevées aux différents points indiquent un état physiologique moyen des populations dont le pourcentage de chlorophylle active s'échelonne entre 18,2 % au point rejet en avril et 91,1 % au point référence en juillet.

2.2.3 Production primaire (fig.2.11)

Les valeurs mesurées en 2001 sont comprises entre $1,05 \pm 0,70 \text{ mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ en avril au point référence et $5,35 \pm 1,92 \text{ mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ en septembre au canal d'aménée. A titre indicatif, la biomasse a également été représentée sur la figure 2.11 par la chlorophylle.

Dans l'ensemble, les valeurs des 3 points sont inférieures à ce qui a été observé depuis 1989. Ceci est vérifié surtout au printemps et au début de l'été pour les points « canal » et « rejet ». Les valeurs observées en septembre sont quant à elles incluses dans les écarts des moyennes saisonnières relevées depuis 1989 (cf. figure 2.11).

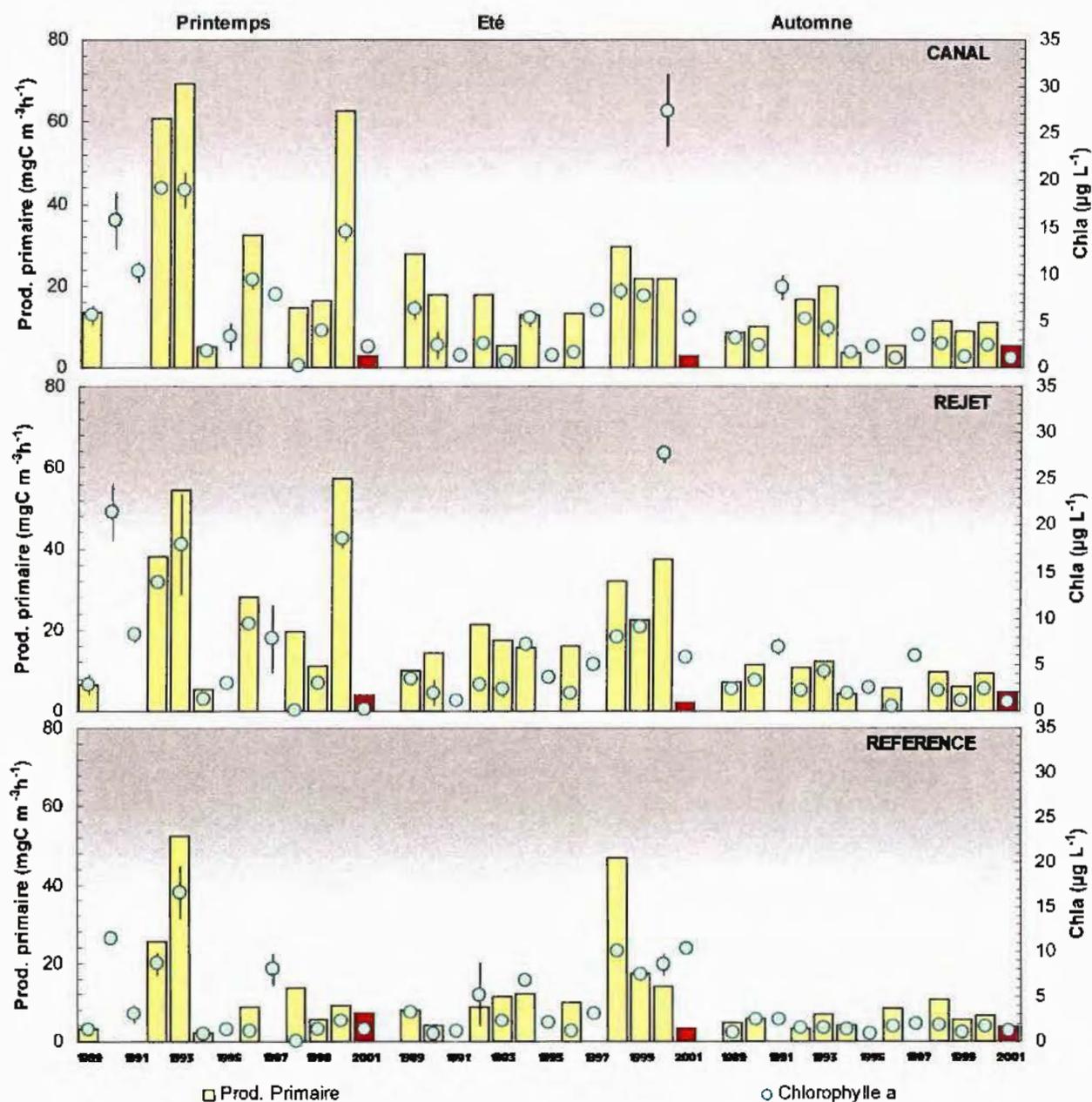


Figure 2.11: Evolution de la production primaire de 1987 à 2001 au droit du CNPE de Penly dans les eaux de surface

En mars et juillet on constate un léger gradient côte large entre les points canal, rejet et référence.

En septembre, les points les plus côtiers (canal et rejet) sont les plus productifs ($5,35 \pm 1,92 \text{ mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ et $4,48 \pm 1,79 \text{ mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1}$), leurs productivités restant cependant très inférieures à celles de l'année dernière ($10,87 \pm 1,93 \text{ mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1}$ et $9,40 \pm 0,65 \text{ mg C m}^{-3} \text{ h}^{-1}$).

2.2.4 Microphytoplancton (fig.2.12)

Les numérations microphytoplanctoniques sont présentées depuis 1989 sur la figure 2.12. Elles sont exprimées en nombre de cellules par litre en échelle logarithmique. A titre informatif, la biomasse a également été représentée sur la figure par la teneur en chlorophylle *a*.

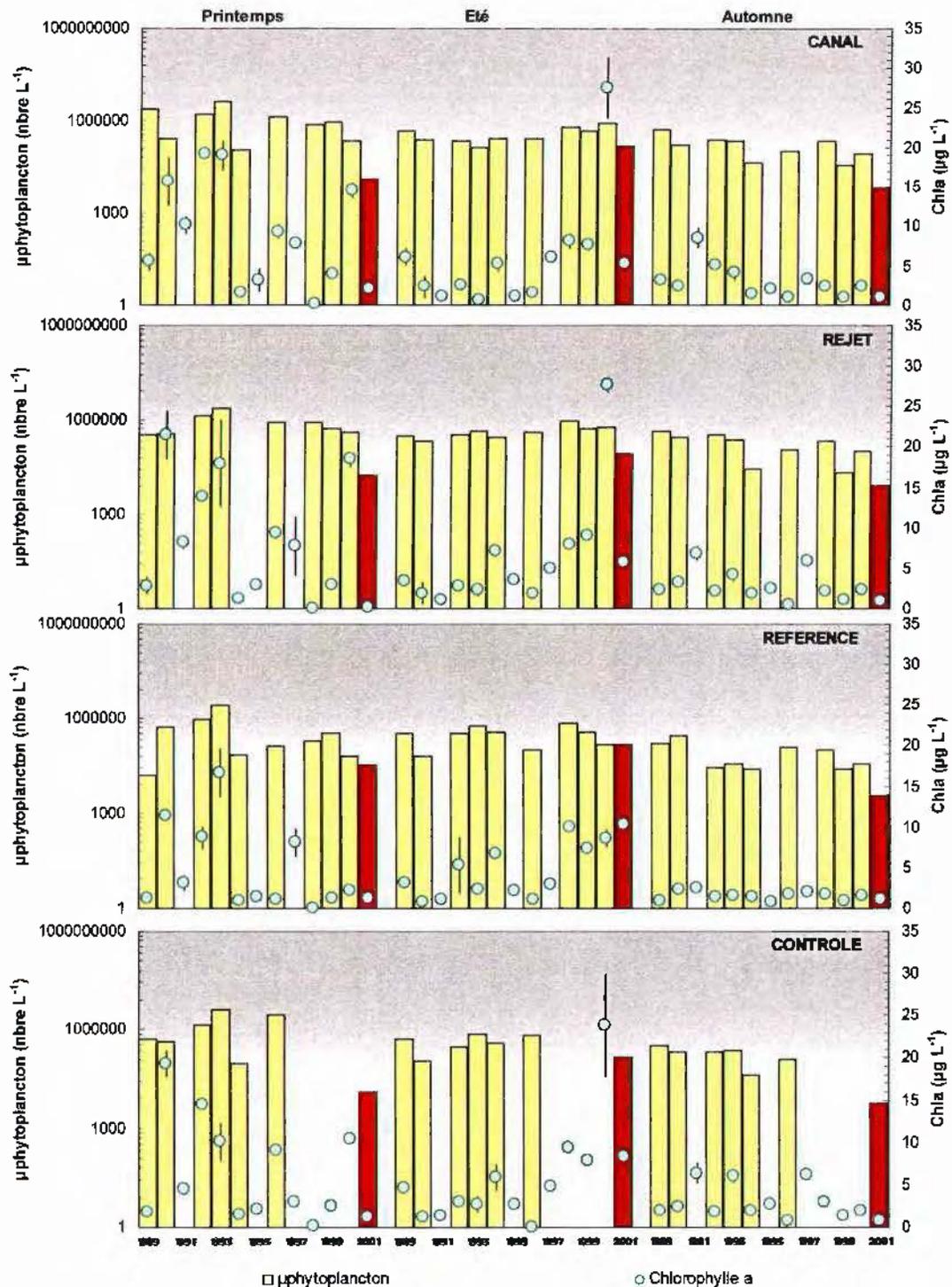


Figure 2.12: Evolution du phytoplancton de 1987 à 2001 au droit du CNPE de Penly dans les eaux de surface (échelle log.)

Dans l'ensemble les valeurs sont nettement plus faibles qu'en 2000 et les moins élevées depuis 1989. Les valeurs de chlorophylle montrent que les prélèvements du printemps et de l'automne ont été effectués au cours de périodes où la biomasse était faible.

Les valeurs printanières sont en effet les plus faibles depuis 1989. On peut cependant les rapprocher de l'année 1993. La valeur la plus faible est observée au point canal avec 12900 cellules par litre. Ainsi au point rejet, le déficit du microphytoplancton par rapport à la prise d'eau est de -33,3 %.

En juillet, on constate une très nette augmentation du nombre de cellules sur les 3 points (canal=145100, rejet=84400, référence=149600)

En septembre, les résultats peuvent être considérés comme non-représentatifs du fait des conditions de mer défavorables qui ont entraîné des prélèvements caractérisés par de fortes teneurs en MES.

Mise à part cette campagne, les valeurs calculées au cours de cette année 2001 sont cohérentes et correspondent à ce que nous observons par ailleurs sur la côte de Seine-Maritime.

2.2.5 Populations phytoplanctoniques observées en 2001

Le but de ce suivi n'est pas d'étudier l'évolution saisonnière de chaque population (caractéristiques connues depuis 1976) mais de détecter depuis la mise en service de la centrale, un éventuel déséquilibre dans le cortège phytoplanctonique. Les tableaux 2.6, 2.7 et 2.8 présentent l'ensemble des espèces recensées au cours des 3 campagnes. Les résultats sont exprimés en nombre de cellules par litre et en % de dominance par rapport à la population phytoplanctonique totale.

	03 AVRIL					
	Canal		Rejet		Référence	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Actinoptychus sp			600	3,5		
Asterionella glacialis (=A.japonica)	2400	18,6	3900	22,7	700	2,5
Biddulphia sp	300	2,3				
Cerataulina sp						
Chaetoceros sp			100	0,6	100	0,36
Coscinodiscus sp	100	0,8			400	1,44
Dictyoca sp						
Ditylum sp					100	0,36
Eucampia zodiacus						
Guinardia flacida						
Heterosigma carterae	100	0,8				
Melosira sp	2000	15,5	3800	22,1		
Navicula sp						
Nitzschia sp. + Hantzschia sp.						
Nitzschia longissima	2500	19,4	2400	14	2000	7,2
Plagiogramma sp						
Pleurosigma sp. + Gyrosigma sp.						
Prorocentrum Micans + P.arcuratum + P.gibbosum					100	0,36
Protoperidinium sp. + Peridinium sp					100	0,36
Rhizosolenia delicatula						
Rhizosolenia fragilissima						
Rhizosolenia imbricata (=R.shrubsolei) + R.styliformis						
Rhizosolenia setigera + R.pungens	200	1,5			200	0,7
Rhizosolenia sp						
Rhizosolenia stolterfothii						
Skeletonema costatum	2000	15,5	5200	30,2		
Synedra sp	1000	7,8				
Thalassionema nitzschioides	1600	12,4			1000	3,6
Thalassiosira gravida	200	1,5			200	0,7
Thalassiosira rotula			400	2,3	22600	81,3
Thalassiosira+Coscinosira+coscinodiscus eccentricus	500	3,9	800	4,6	300	1,1
TOTAL	12900	100	17200	100	27800	100

Tableau 2.6. : Nombre (L^{-1}) et % de dominance des espèces phytoplanctoniques recensées en avril 2001

	06 JUILLET					
	Canal		Rejet		Référence	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Actinoptychus sp						
Asterionella glacialis (=A.japonica)						
Biddulphia sp						
Cerataulina sp	7000	4,8	1700	2	14000	9,4
Chaetoceros diadema						
Chaetoceros sp	3000	2,1	100	0,1		
Coscinodiscus sp	400	0,3	100	0,1		
Dictyoca sp			100	0,1		
Ditylum sp						
Eucampia zodiacus	2000	1,4	100	0,1	200	0,1
Guinardia flacida	7600	5,2	8000	9,5	14400	9,6
Gymnodinium sp						
Gyrodinium sp						
Heterosigma carterae	400	0,3	200	0,2		
Lauderia sp. + Schroderella sp.						
Leptocylindrus sp						
Melosira sp	1000	0,7	3400	4		
Navicula sp						
Nitzschia sp. + Hantzschia sp.			100	0,1	200	0,1
Nitzschia longissima	400	0,3			100	0,1
Plagiogramma sp						
Pleurosigma sp. + Gyrosigma sp.						
Porosira sp						
Prorocentrum Micans + P.arcuatum + P.gibbosum	400	0,3	200	0,2	100	0,1
Prorocentrum minimum					200	0,1
Protoperidinium sp. + Peridinium sp	1000	0,7	900	1,1	700	0,5
Rhizosolenia delicatula	10800	7,4	2000	2,4	2800	1,9
Rhizosolenia fragilissima	20000	13,8	17800	21,1	100	0,1
Rhizosolenia imbricata (=R.shrubsolei) + R.styliformis	77600	53,5	46200	55	110800	74
Rhizosolenia setigera + R.pungens						
Rhizosolenia sp						
Rhizosolenia stolterfothii	2000	1,4	500	0,5	5500	3,7
Schroderella sp						
Skeletonema costatum	6400	4,4	1700	2		
Synedra sp						
Thalassionema nitzschioides						
Thalassiosira gravida						
Thalassiosira rotula	1900	1,3	800	0,9		
Thalassiosira+Coscinosira+coscinodiscus eccentricus	3200	2,2	500	0,6	500	0,3
Triceratium favus						
TOTAL	14510	100	84400	100	149600	100

Tableau 2.7. :Nombre (L^{-1}) et % de dominance des espèces phytoplanctoniques recensées en juillet 2001

	10 SEPTEMBRE					
	Canal		Rejet		Référence	
	Nb	%	Nb	%	Nb	%
Actinoptychus sp						
Asterionella glacialis (=A.japonica)						
Biddulphia sp			700	8,2		
Cerataulina sp						
Chaetoceros diadema						
Chaetoceros sp						
Coscinodiscus sp	800	11,9	100	1,2		
Dictyoca sp						
Diploneis sp			100	1,2		
Ditylum sp						
Eucampia zodiacus						
Fragilaria sp						
Grammatophora serpentina						
Guinardia flacida						
Gymnodinium sp						
Gyrodinium sp						
Heterosigma carterae	100	1,5	100	1,2		
Lauderia sp. + Schroderella sp.						
Leptocylindrus sp						
Licmophora sp						
Melosira sp	1600	23,9	5400	63,5	1100	31,5
Navicula sp					300	8,6
Nitzschia sp. + Hantzschia sp.	1000	14,9	200	2,4	200	5,7
Nitzschia longissima	100	1,5	200	2,4	500	14,3
Plagiogramma sp						
Pleurosigma sp. + Gyrosigma sp.						
Prorocentrum Micans + P. arcuatum + P. gibbosum			100	1,2		
Prorocentrum minimum			100	1,2		
Protoperidinium sp. + Peridinium sp	500	7,5	200	2,4	100	2,8
Rhizosolenia delicatula						
Rhizosolenia fragilissima						
Rhizosolenia imbricata (=R. shrubsolei) + R. styliiformis						
Rhizosolenia setigera + R. pungens						
Rhizosolenia sp						
Rhizosolenia stolterfothii						
Skeletonema costatum					600	17,1
Synedra sp						
Thalassionema nitzschioides	500	7,5	800	9,4	200	5,7
Thalassiosira gravida						
Thalassiosira rotula						
Thalassiosira+Coscinosira+coscinodiscus eccentricus	2100	31,3	500	5,9	500	14,3
Triceratium favus						
TOTAL	6700	100	8500	100	3500	100

Tableau 2.8 : Nombre (L^{-1}) et % de dominance des espèces phytoplanctoniques recensées en septembre 2001

Il faut noter que certaines espèces ont été regroupées car difficilement identifiables par microscopie optique. Les anciens libellés ont alors été reportés entre parenthèse par souci d'harmonisation avec les études antérieures. En 2001, 28 taxons ont été dénombrés. Les diatomées représentent environ 90 % de la communauté. Seuls 3 taxons de dinoflagellés ont été recensés : *Prorocentrum micans*, *Prorocentrum minimum* et *Protoperidinium sp.* Quelques silicoflagellés comme les *Dictyocha* complètent la flore phytoplanctonique.

Dans un souci de clarté le tableau 2.9 regroupe les taxons dominants (fréquence supérieure à 10 %).

TAXONS	01-avril			06-Juillet			10-Septembre		
	canal	rejet	réf	canal	rejet	réf	canal	rejet	réf
	%			%			%		
<i>Asterionella glacialis</i>	18,6	22,7							
<i>Coscinodiscus sp</i>							11,9		
<i>Melosira sp</i>	15,5	22,1					23,9	63,5	31,5
<i>Nitzschia sp + Hantzschia sp</i>							14,9		
<i>Nitzschia longissima</i>	19,4	14							14,3
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>				13,8	21,1				
<i>Rhizosolenia imbricata (R.shrubsolei) + R.styliformis</i>				53,5	55	74			
<i>Skeletonema costatum</i>	15,5	30,2							17,1
<i>Thalassionema nitzschiodes</i>	12,4								
<i>Thalassiosira gravida</i>									
<i>Thalassiosira rotula</i>			81,3						
<i>Thalassiosira+Coscinosira + Coscinodiscus eccentricus</i>							31,3		14,3

Tableau 2.9 : % des taxons dominants en 2001

En avril, la population est diversifiée aux 3 points. Les espèces à préférendum hivernal sont les plus représentées comme *Asterionella glacialis* (18,6 et 22,7 %), *Melosira sp* (de 15,5 à 22,1 %), *Skeletonema costatum* (de 15,5 à 30,2 %), *Nitzschia longissima* (de 14 à 19,4 %).

En juillet, la population est toujours bien diversifiée mais c'est le genre estival *Rhizosolenia* qui représente plus des 2/3 de la population (*R. styliformis*=53,5 à 74 % et *R. fragilissima* de 13,8 à 21,1 %).

En septembre, très pauvre, ce sont les genres *Melosira*, *Nitzschia*, *Skeletonema* et *Thalassiosira* qui composent la majorité du cortège phytoplanctonique.

Dans l'ensemble, les taxons dénombrés en 2001 correspondent à la succession saisonnière classique du phytoplancton en Manche et les abondances des différentes espèces correspondent aux valeurs mesurées en chlorophylle *a* et en production primaire. Les diatomées, *Asterionella glacialis*, *Melosira sp*, *Nitzschia sp*, *Rhizosolenia styliformis*, *Skeletonema costatum*, *Thalassiosira rotula*, représentent au cours de l'année entre 63,5 et 89 % de la population totale.

2.2.6 Conclusion

Les dénombrements microphytoplanctoniques du site de Penly, mise à part la campagne de septembre, montrent la régularité du phénomène au cours duquel la population de la période "hivernale", peu développée, est remplacée en été par une population dense monospécifique constituée pour l'essentiel par des diatomées du genre *Rhizosolenia*. C'est en général la multiplication active des espèces de ce genre qui représente les poussées phytoplanctoniques du site. Nous ne pouvons donc pas conclure à l'existence d'un déséquilibre dans la composition floristique du site de Penly en 2001.

2.3. ZOOPLANCTON

2.3.1. Introduction

En 2001, les trois campagnes de prélèvements ont eu lieu les 3 avril, 3 juillet 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.

2.3.2. Etude de la biomasse zooplanctonique globale

	CANAL	REJET	CONTROLE	REFERENCE
Poids sec en mg/m³				
Avril	10.7 ± 4.3	10.1 ± 2.7	6.2 ± 1.4	7.4 ± 1.4
Juillet	32.4 ± 7.6	25.5 ± 6.7	57.3 ± 6.4	43.0 ± 3.9
Septembre	16.6 ± 6.5	11.9 ± 3.1	17.3 ± 9.0	11.7 ± 5.0
Poids de carbone en mg/m³				
Avril	3.0 ± 1.5	2.4 ± 0.6	1.9 ± 0.5	1.6 ± 0.2
Juillet	5.9 ± 1.4	5.3 ± 1.3	17.3 ± 3.0	15.3 ± 1.4
Septembre	5.0 ± 2.2	3.0 ± 0.7	5.9 ± 3.0	3.9 ± 1.6
Poids d'azote en mg/m³				
Avril	0.6 ± 0.3	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.0
Juillet	1.2 ± 0.3	1.0 ± 0.2	4.2 ± 0.8	3.8 ± 0.3
Septembre	1.0 ± 0.4	0.6 ± 0.2	1.5 ± 0.8	1.0 ± 0.4
Rapport C/N				
Avril	4.7 ± 0.2	5.1 ± 0.2	4.3 ± 0.1	5.3 ± 0.3
Juillet	5.2 ± 0.4	5.2 ± 0.5	4.1 ± 0.2	4.0 ± 0.0
Septembre	5.2 ± 0.3	5.3 ± 0.4	4.0 ± 0.1	4.0 ± 0.2

Tableau 1 : Bilan global zooplanctonique ; poids sec, carbone et azote (moyenne ± écart type).

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.

2.3.2.1. Poids sec

En avril, les poids secs observés aux 4 points n'ont pas de différences significatives les uns par rapport aux autres (ils varient entre $6,2 \pm 1,4 \text{ mg/m}^3$ au point contrôle et $10,7 \pm 4,3 \text{ mg/m}^3$ au point canal d'aménée). Il se dessine un gradient côte-large décroissant.

Juillet est la période où les poids secs sont les plus élevés des 3 campagnes, ce qui est confirmé par la richesse zooplanctonique observée. Les valeurs varient de $25,5 \pm 6,7 \text{ mg/m}^3$ au point rejet à $57,3 \pm 6,4 \text{ mg/m}^3$ au point contrôle.

En septembre, la valeur la plus basse est obtenue au point référence ($11,7 \pm 5,0 \text{ mg/m}^3$), et la plus élevée, au point contrôle ($17,3 \pm 9,0 \text{ mg/m}^3$).

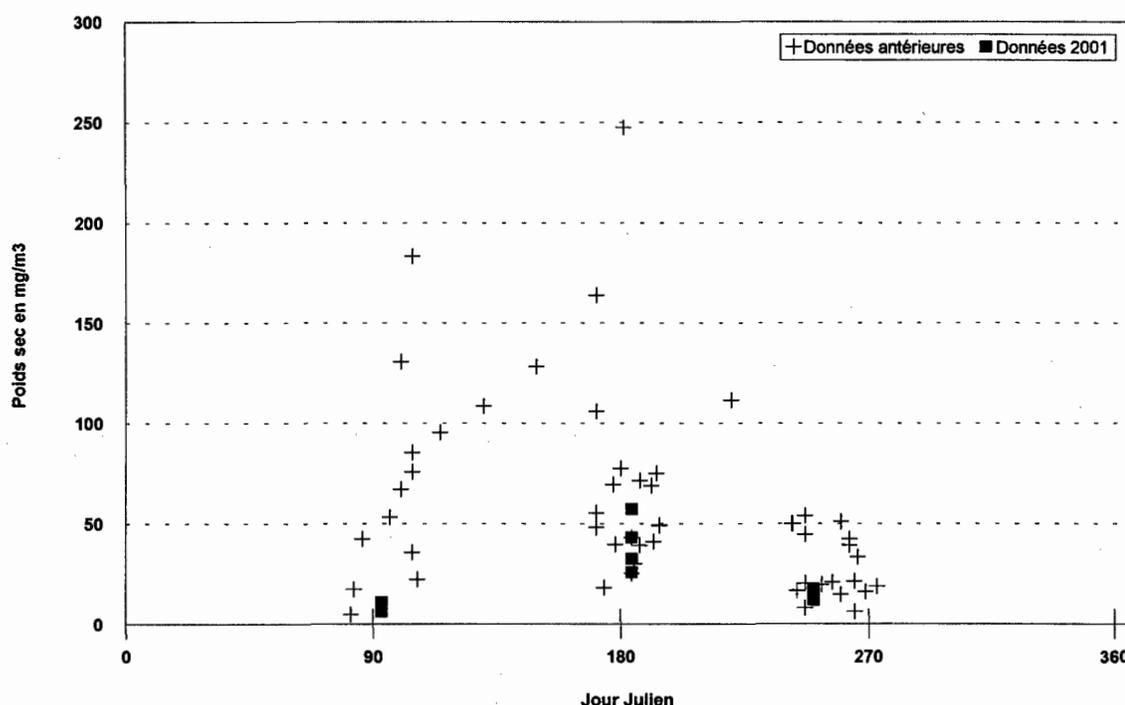


Figure 1 : Poids sec en mg/m^3 . Comparaison de l'année 2001 avec les années antérieures. En avril et septembre, les poids secs sont confondus.

Les valeurs de poids sec observées cette année sont comprises dans la fourchette de celles rencontrées depuis que s'effectue la surveillance sur ce site (**Erreur! Source du renvoi introuvable.**).

2.3.2.2. 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.

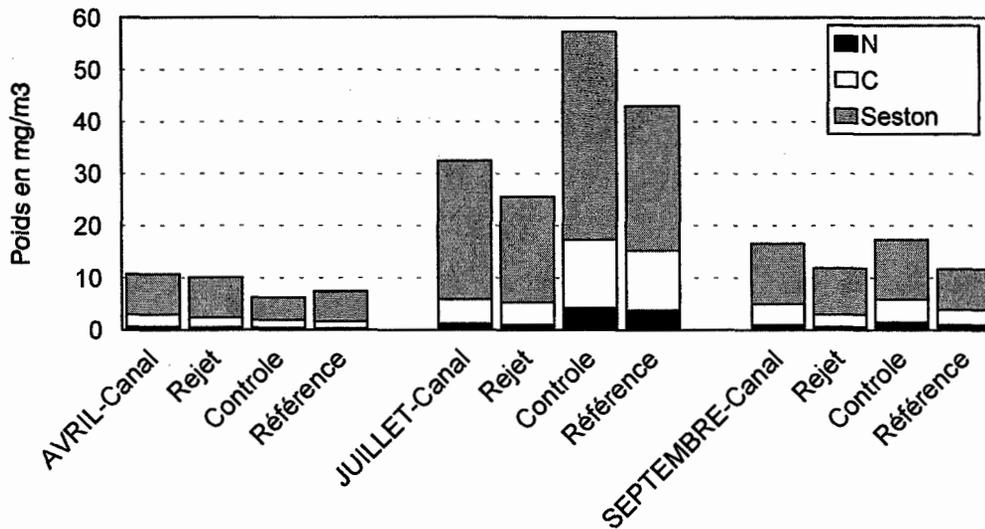


Figure 2 : Poids de carbone et d'azote dans la biomasse sèche

En avril, pour les poids de carbone et d'azote, il se dessine un gradient décroissant de la côte vers le large, avec respectivement $3,0 \pm 1,5 \text{ mg/m}^3$ et $0,6 \pm 0,3 \text{ mg/m}^3$ au point canal d'amenée et $1,6 \pm 0,2 \text{ mg/m}^3$ et $0,3 \pm 0,0 \text{ mg/m}^3$ au point référence.

En juillet et septembre, les valeurs les plus élevées de ces deux poids sont observées au point contrôle, et les plus basses, au point rejet.

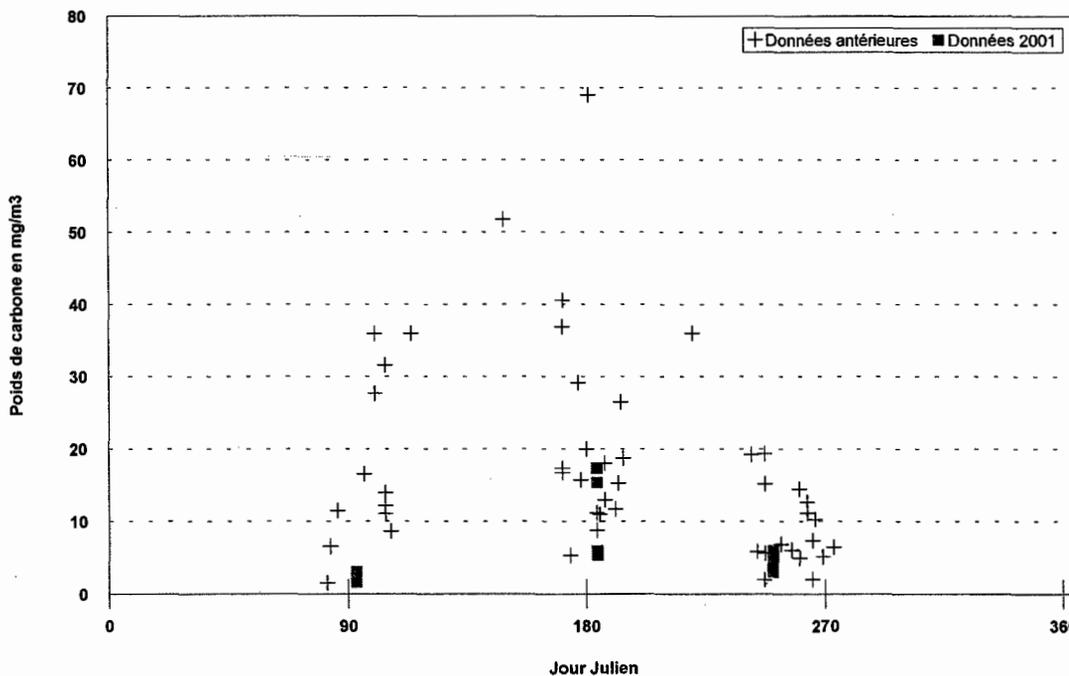


Figure 3 : Poids de carbone en mg/m^3 . Comparaison de l'année 2001 avec les années antérieures. En avril et septembre, les poids de carbone sont confondus.

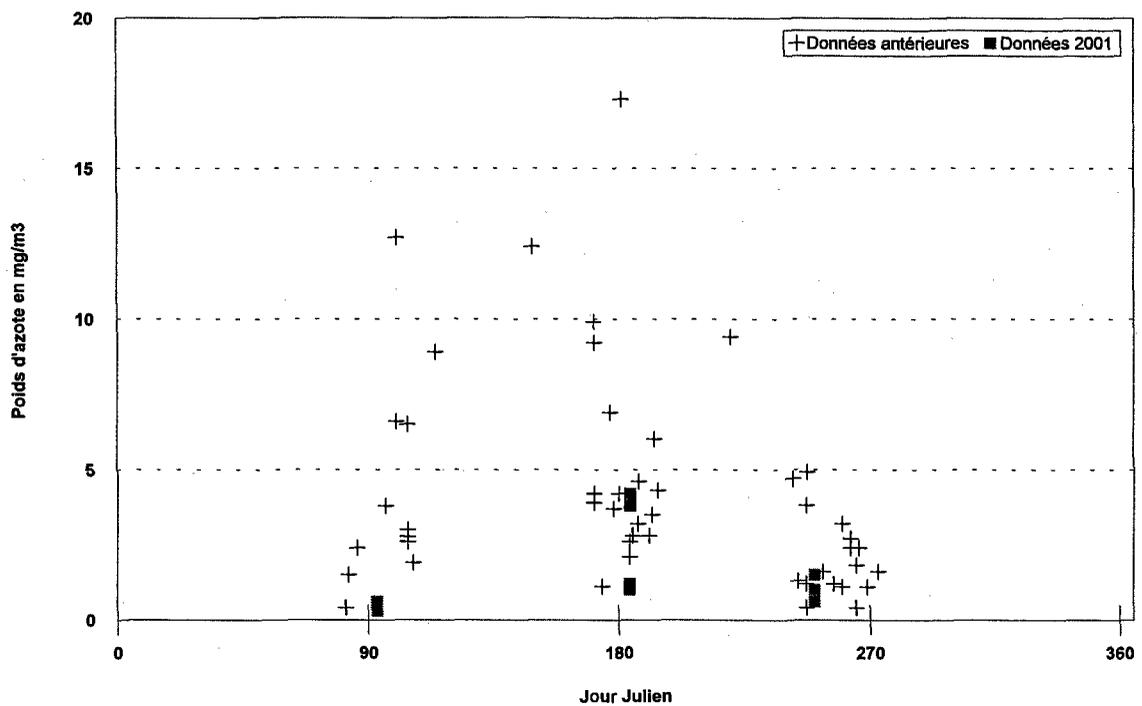


Figure 4 : Poids d'azote en mg/m^3 . Comparaison de l'année 2001 avec les années antérieures

Les poids de carbone et d'azote observés en 2001 sont comparables à ceux obtenus les années antérieures (figures 3 et 4).

2.3.2.3. 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 2001, ce rapport varie de 4,0 en juillet et septembre, aux points contrôle et référence, à $5,3 \pm 0,4$ en septembre, au point rejet. En juillet et septembre, les valeurs obtenues sont systématiquement plus élevées à la côte qu'au large.

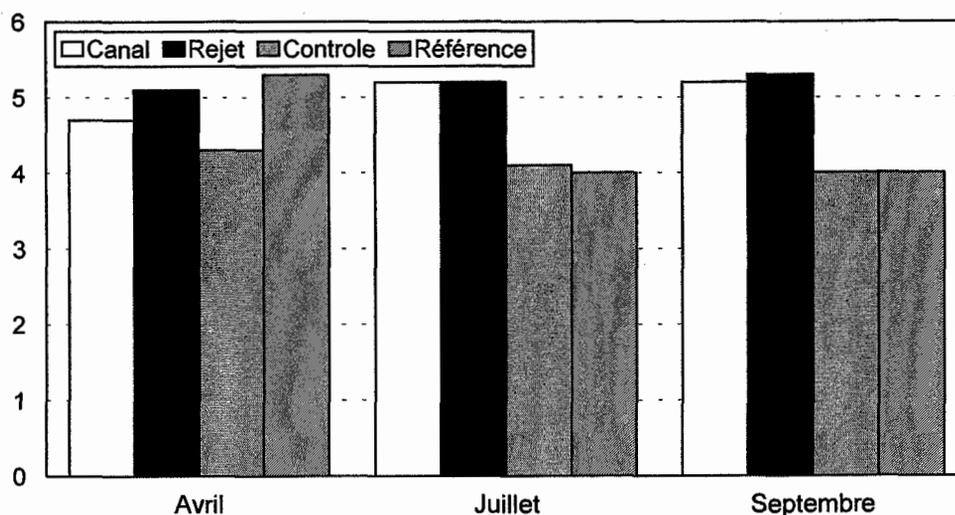


Figure 5 : Rapport carbone / azote.

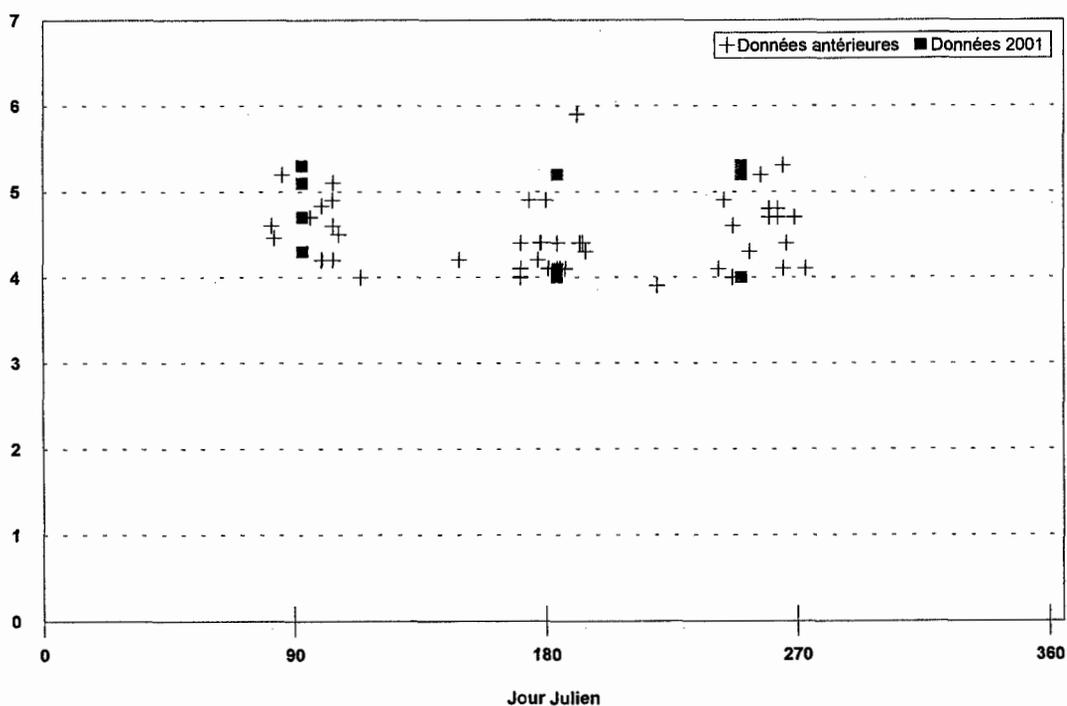


Figure 6 : Rapport carbone/azote. Comparaison de l'année 2001 avec les années antérieures. En juillet et septembre, les valeurs sont confondues.

Le rapport carbone / azote obtenu en 2001 reste dans les limites des observations habituelles (figure 6).

2.3.3. Etude des espèces zooplanctoniques

A chaque campagne, pour chaque station, la somme de toutes les espèces confondues a été calculée, ainsi que la moyenne zooplanctonique globale de chaque campagne, regroupant les résultats des quatre stations canal d'aménée, rejet, contrôle et référence (tableau 2).

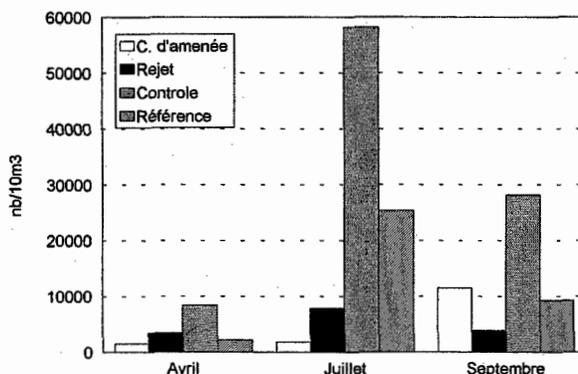


Figure 7 : Le zooplancton total

La répartition du zooplancton total est représentée dans le tableau 2 : les densités sont maximales en juillet (avec 23 300 ind./10m³), et minimales en avril (avec 3 870 ind./10m³). En septembre, il a été dénombré une moyenne de 13 200 ind./10m³.

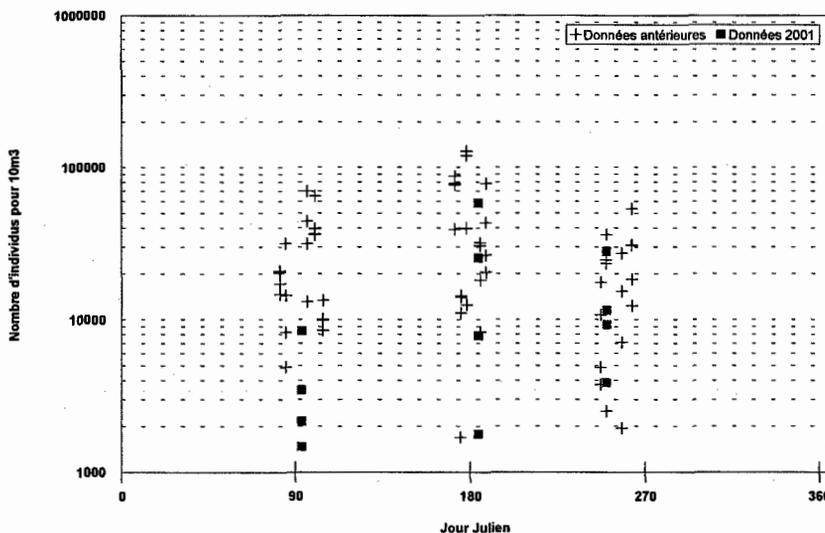


Figure 8: le zooplancton total. Comparaison de l'année 2001 avec les années antérieures. Echelle logarithmique.

Les valeurs globales du nombre total d'individus rencontrés en chaque point est conforme aux observations habituelles (figure 8).

Nature des résultats	03/04/2001				03/07/2001			
	N / 10 m3				N / 10 m3			
	Canal	Rejet	Contrôle	Référence	Canal	Rejet	Contrôle	Référence
TOTAL CNIDAIRES					26	59	1 250	47
TOTAL CTENAIRES		3			7			
TOTAL CHAETOGNATHES								
TOTAL ANNELIDES	141	187	326	66	46	24	48	
TOTAL CLADOCERES				5	7	71	1 390	803
TOTAL L. CIRRIPEDES	485	511	6 120	1 340	821	282	481	24
AMPHIPODES								
ISOPODES						12		
CUMACES					7	3		
TOTAL MYSIDACES	48	6						
TOTAL COPEPODES	753	2 680	1 850	683	457	5 980	37 700	19 500
EUPHAUSIACES								
LARVES NATANTIA			9				192	71
LARVES THALASSINIDEAE						6	96	284
TOT L. ANOMOURES				2	7	26	337	1 020
TOT L. BRACHYOURES	35	56	44	40	20	59	721	827
TOTAL L. MOLLUSQUES			18		33	365	13 000	2 530
Cyphonautes BRYOZOAIRES					60			24
TOT L. ECHYNODERMES					7			
TOTAL APPENDICULAIRES		12	9	7	272	941	2 930	260
TELEOSTEENS (larves+oeufs)	4	6	24	17		9	7	33
TOTAL ZOOPLANCTON	1 470	3 460	8 400	2 150	1 770	7 830	58 200	25 400
	3870				23 300			

Nature des résultats	07/09/2001			
	N / 10 m3			
	Canal	Rejet	Contrôle	Référence
TOTAL CNIDAIRES	7		141	
TOTAL CTENAIRES				3
TOTAL CHAETOGNATHES	7	13	352	693
TOTAL ANNELIDES	7	13	44	
TOTAL CLADOCERES			44	
TOTAL L. CIRRIPEDES	106			
AMPHIPODES	7	2		8
ISOPODES			44	
CUMACES	26	9		
TOTAL MYSIDACES	79	23		
TOTAL COPEPODES	10 100	3 450	19 100	7 920
EUPHAUSIACES				
LARVES NATANTIA	7	2	18	3
LARVES THALASSINIDEAE		2	652	48
TOT L. ANOMOURES		17	273	68
TOT L. BRACHYOURES	66		159	33
TOTAL L. MOLLUSQUES	821	208	5 900	151
Cyphonautes BRYOZOAIRES	185	57		13
TOT L. ECHYNODERMES				
TOTAL APPENDICULAIRES	53	47	1 410	290
TELEOSTEENS (larves+oeufs)			2	
TOTAL ZOOPLANCTON	11 500	3 840	28 100	9 230
	13200			

Tableau 2 : Récapitulatif des taxons rencontrés (valeurs arrondies)

2.3.3.1. 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 (tableau 3), ainsi que le pourcentage de dominance des différentes espèces au sein du méroplancton et de l'holoplancton (tableau 4).

	C. d'aménée	Rejet	Contrôle	Référence	Moyenne
Total zooplancton					
Avril	1470	3460	8400	2150	3870
Juillet	1770	7830	58200	25400	23300
Septembre	11500	3850	28200	9230	13200
Total copépodes					
Avril	753	2680	1850	683	1490
Juillet	457	5980	37700	19500	15900
Septembre	10100	3450	19100	7920	10100
% copépodes					
Avril	51%	77%	22%	32%	39%
Juillet	26%	76%	65%	77%	68%
Septembre	88%	90%	68%	86%	77%
Total holoplancton					
Avril	802	2700	1860	694	1510
Juillet	742	6990	42100	20500	17600
Septembre	10200	3540	20900	8910	10900
% holoplancton					
Avril	55%	78%	22%	32%	39%
Juillet	42%	89%	72%	81%	75%
Septembre	89%	92%	74%	97%	83%
Total méroplancton					
Avril	665	760	6540	1460	2360
Juillet	1030	844	16100	4850	5710
Septembre	1230	310	7240	322	2280
% méroplancton					
Avril	45%	22%	78%	68%	61%
Juillet	58%	11%	28%	19%	25%
Septembre	11%	8%	26%	3%	17%

Tableau 4 : Pourcentage de dominance

- Campagne du 03 avril 2001 :

Le méroplancton représente 61 % du zooplancton total. Il est composé de 89 % de larves de cirripèdes au stade nauplius. Il est dominant sur les points contrôle et référence.

La proportion moyenne d'holoplancton est de 39 %. Il s'agit à 99 % de copépodes, et plus précisément des espèces *Temora longicornis*, *Pseudocalanus elongatus* et *Euterpina acutifrons*.

- Campagne du 03 juillet 2001 :

Le zooplancton total est constitué de 75 % d'holoplancton, et de 25 % de méroplancton.

L'holoplancton, représenté par 90 % de copépodes (*Temora longicornis* et *Acartia clausi*), et de 6 % d'appendiculaires (*Oikopleura sp.*), est dominant sur les points situés au large.

Le méroplancton est composé à 70 % de larves de mollusques gastéropodes. Les larves de cirripèdes (au stade nauplius) représentent 7 % du méroplancton.

- Campagne du 07 septembre 2001 :

L'holoplancton représente 83 % du zooplancton total, et est dominant sur tous les points. Il est principalement composé de copépodes (94 %), et plus précisément des espèces *Temora longicornis* et *Acartia clausi*.

Le méroplancton reste présent (17 %). Il est représenté par 78 % de larves de mollusques gastéropodes.

Nature des résultats	01/04/2001		06/07/2001		10/09/2001		
	ind./10m ³	Pourcentage	ind./10m ³	Pourcentage	ind./10m ³	Pourcentage	
Méroplancton	Total Cnidaires		346	6%	37	2%	
	Total Annélides	180	8%	30	1%	16	1%
	Larves de Cirripèdes	2 110	89%	402	7%	27	1%
	Larves de Natantia	2	0%	66	1%	8	0%
	Larves de Thalassinidea			97	2%	176	8%
	Larves d'Anomoures	1	0%	347	6%	90	4%
	Larves de Brachyoures	44	2%	407	7%	65	3%
	Larves de Mollusques	5	0%	3 980	70%	1 770	78%
	Cyphonautes Bryozoaires			21	0%	64	3%
	Total méroplancton	2 360	100%	5 710	100%	2 280	100%
Holoplancton	Total Cténares	1	0%	2	0%	1	0%
	Total Cladocères	1	0%	569	3%	11	0%
	Total Mysidacés	14	1%			26	0%
	Total Chaetognathes					266	2%
	Total Copépodes	1 490	99%	15 900	90%	10 200	94%
	Total Appendiculaires	7	0%	1 100	6%	450	4%
Total holoplancton	1 510	100%	17 600	100%	10 900	100%	

Tableau 4 : Pourcentage de dominance des différentes espèces du méroplancton et de l'holoplancton.

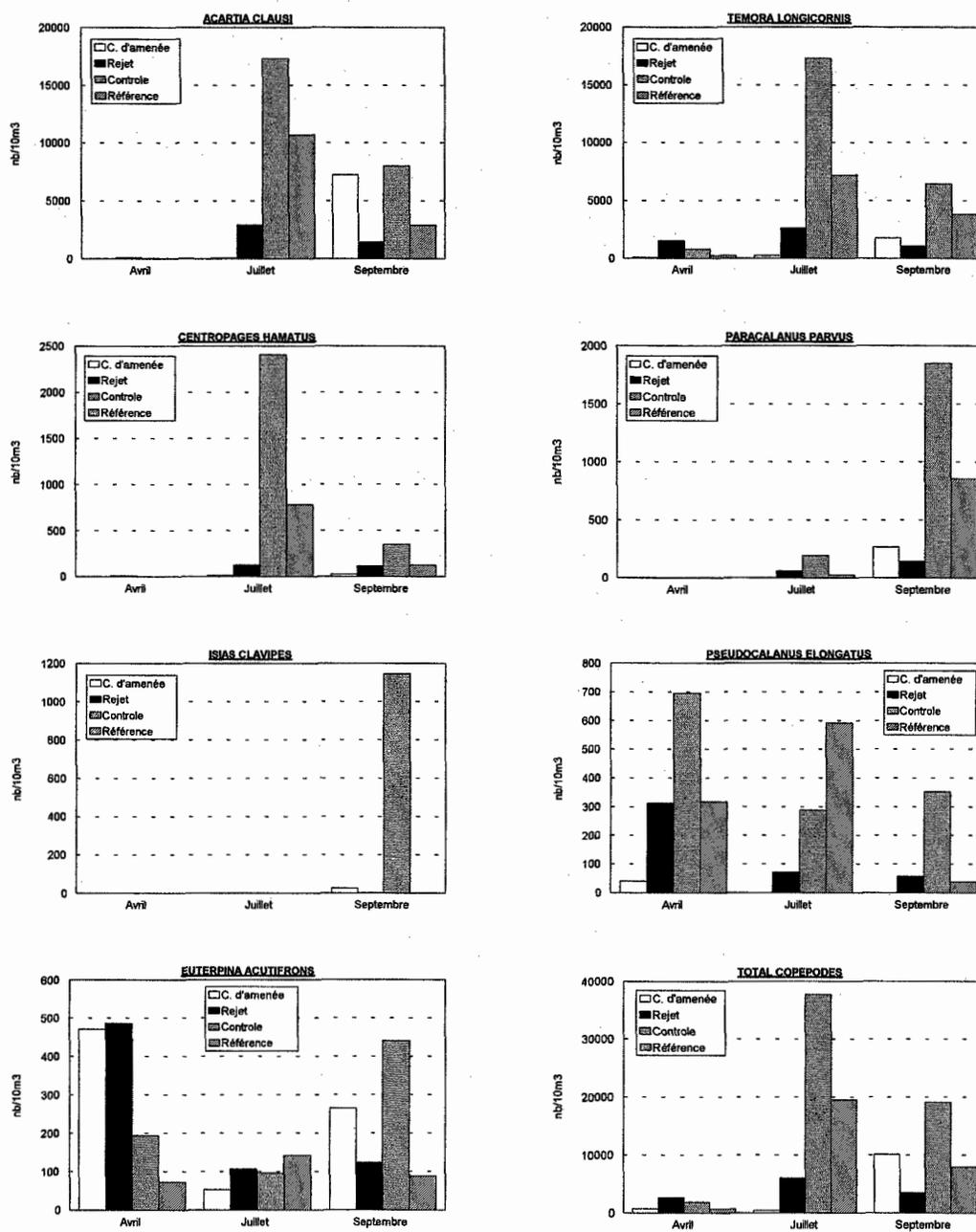


Figure 9 : Les principaux copépodes

2.3.3.2. Variation saisonnière des principaux taxons

L'HOLOPLANCTON

- Les copépodes (figure 9)

Le zooplancton de la Manche comprend essentiellement des crustacés copépodes dont le cycle de vie est entièrement pélagique. Ceci est vérifié cette année où, sur les trois campagnes, les copépodes représentent en moyenne 61 % du zooplancton total moyen. La succession des diverses espèces est conforme au schéma habituel, en fonction de leur préférendum biologique.

Globalement, au cours de l'année 2001, le maximum d'abondance des copépodes est observé en juillet avec, en moyenne, 15 900 ind./10m³.

Acartia clausi, *Temora longicornis*

Ces espèces cosmopolites sont bien représentées aux trois campagnes. Ils sont les copépodes dominants en juillet. A cette période, il se dessine un gradient côte-large croissant. Le maximum est observé au point contrôle avec 17 300 ind./10m³ pour chacune de ces deux espèces.

Ces espèces sont en nette régression les mois les plus froids. Cependant, *Temora longicornis* reste le copépode dominant en avril avec un pic de 1 520 ind./10m³ au point rejet.

Acartia clausi est le copépode dominant en septembre, avec un maximum d'abondance de 8 020 ind./10m³ au point contrôle.

Centropages hamatus

Cette espèce est présente sur tous les points en juillet et septembre, où ils se dessinent des gradients côte-large croissants. Elle atteint son maximum d'abondance en juillet, avec un pic de 2 400 ind./10m³ au point contrôle. En avril, les quantités dénombrées sont négligeables.

Paracalanus parvus

Ce copépode atteint son maximum d'abondance en septembre, avec un pic de 1 850 ind./10m³ au point contrôle.

Totalement absent en avril et au point canal d'amenée en juillet, il a été dénombré quelques dizaines d'ind./10m³ en juillet.

Isias clavipes

Cette espèce n'est présente qu'en septembre, sur les points canal d'amenée (26 ind./10m³) et contrôle (1 145 ind./10m³).

Pseudocalanus elongatus

Espèce présente, et bien représentée aux trois campagnes, elle est, après *Temora longicornis*, l'espèce dominante en avril, avec un pic de 696 ind./10m³ au point contrôle. En juillet et septembre, elle n'est pas rencontrée au point canal d'amenée.

Euterpina acutifrons

Espèce cosmopolite, présente aux trois campagnes, son minimum d'abondance se situe en juillet, avec en moyenne, 99 ind./10m³.

En avril, il est le troisième copépode dominant, avec environ 480 ind./10m³ aux points canal d'amenée et rejet.

- Autres espèces holoplanctoniques (figure 10)

Les appendiculaires, représentés par *Oikopleura sp.* sont rencontrés en juillet et septembre sur les quatre points. Leur abondance maximale se situe en juillet avec un pic de 2 933 ind./10m³ au point contrôle. En avril, leur abondance est négligeable (environ 10 ind./10m³), voire nulle sur le point canal d'amenée.

Les cladocères, représentés par l'espèce *Podon sp.*, sont présentes en juillet sur les quatre points étudiés. Sur les points canal d'amenée et rejet, seulement quelques dizaines ont été dénombrées. Sur les points situés au large, plusieurs centaines sont rencontrées (1 394 ind./10m³ sur le point contrôle et 803 ind./10m³ sur le point référence). En avril et septembre, leur quantité est négligeable.

Le chaetognathe *Sagitta setosa* est une espèce carnivore de grande taille. Il n'est présent qu'en septembre, où il trouve une nourriture riche. Il est rencontré sur les quatre points, selon un gradient croissant de la côte (7 ind./10m³ sur le point canal d'amenée) vers le large (693 ind./10m³ sur le point référence).

Les mysidacés sont des crustacés très côtiers. Elles constituent, sur le fond, une nourriture importante pour les poissons (poissons plats des fonds sableux -plies, turbots - et poissons pélagiques - harengs -). Elles se nourrissent essentiellement de fines particules, de détritiques et de petits copépodes, aussi forment elles un groupe qui présente un intérêt par la forte réduction de la chaîne alimentaire. L'espèce *Mesopodopsis slabberii* est rencontrée en avril et en septembre, sur les points canal d'amenée et rejet. La densité maximale est observée en septembre, avec 79 ind./10m³ sur le point canal d'amenée.

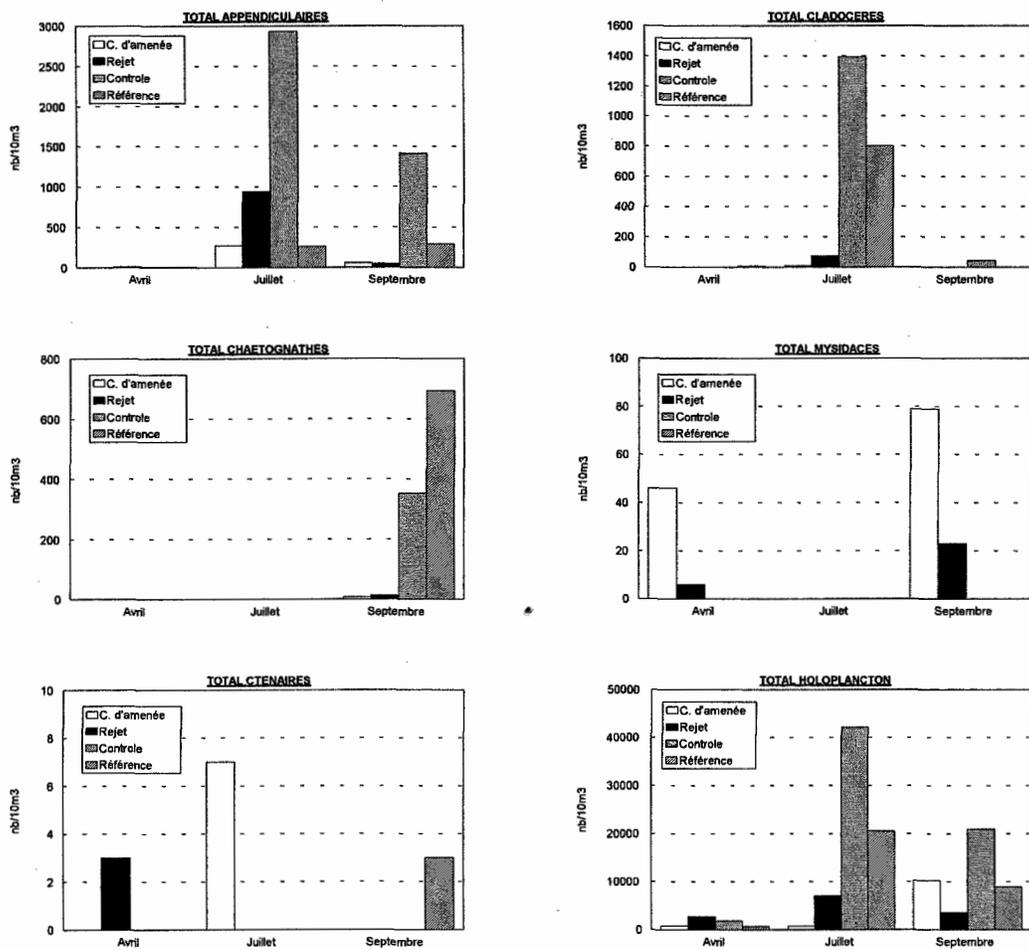


Figure 10 : Les autres espèces holoplanctoniques

Le cténaire *Pleurobrachia pileus* est une espèce carnivore importante. Etant donné l'échantillonnage, nous récoltons surtout des stades juvéniles. Il a été rencontré aux trois campagnes, en faible quantité (3 ind./10m³ sur le point rejet en avril et sur le point référence en septembre, et 7 ind./10m³ sur le point canal d'aménée en juillet).

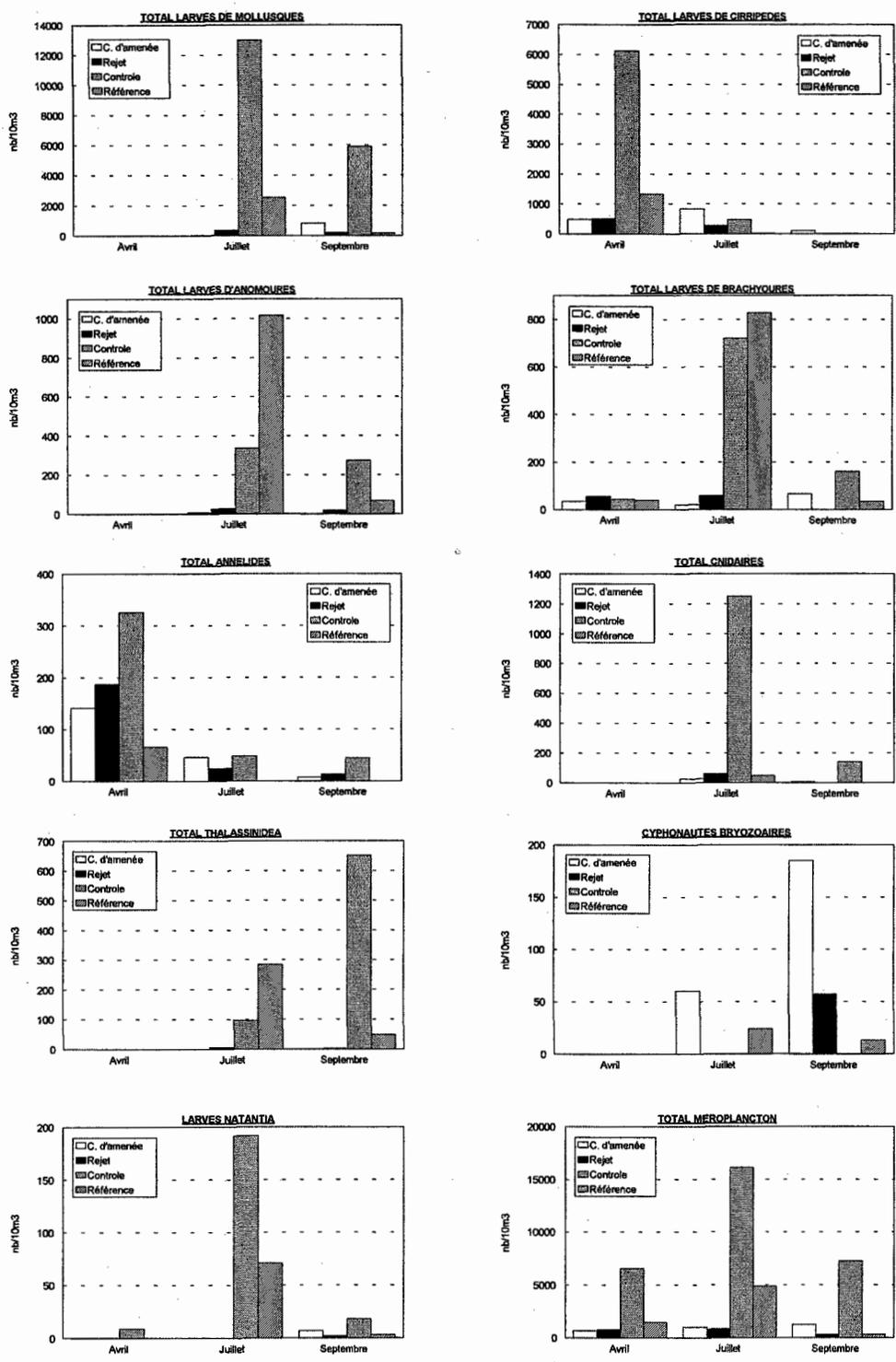


Figure 11 : Le méroplankton

LE MEROPLANCTON (figure 11)

Les stades larvaires d'espèces appartenant à différentes classes ou embranchements ont été dénombrés au cours des trois campagnes :

- Embranchement des mollusques

Des véligères de gastéropodes sont observées aux campagnes de juillet et de septembre sur tous les points. La densité maximale est obtenue en juillet, avec un pic de 12 981 ind./10m³ sur le point contrôle. En septembre, sur les points canal d'amenée et rejet, quelques dizaines de véligères de bivalves sont rencontrées.

- Les crustacés

- Les cirripèdes sont des crustacés qui, à l'état adulte, vivent fixés et constituent une part importante des salissures ("*fouling*"). Les larves, émises en grande quantité, constituent un maillon intéressant de la chaîne alimentaire. Ces larves de très petite taille ne représentent pas une biomasse élevée. L'émission des larves de cirripèdes est constatée en avril, avec un maximum de 6 123 ind./10m³ au point contrôle. Ce pic est constitué à 99 % du stade nauplius.

- Les larves d'anomoures (porcellanes, galathées, Bernard l'hermite), rencontrées aux trois campagnes, présentent un maximum d'abondance en juillet, où il se dessine un gradient côte-large croissant, avec un pic de 1 016 ind./10m³ sur le point référence.

- Les larves de brachyours (crabes) sont rencontrées aux trois campagnes. La densité maximale se situe en juillet, sur les points contrôle et référence, avec environ 770 ind./10m³. A cette période, il se dessine un gradient côte-large croissant. En avril, seul le stade zoé est observé. Le stade mégalope représente 6 % des larves observées en juillet et 12 % des larves observées en septembre.

- Embranchement des annélides

Ces larves sont émises par diverses espèces dont les adultes constituent une bonne partie de la nourriture de nombreux crustacés et poissons de fond. Elles sont présentes aux trois campagnes. Il s'agit de *spionidae*, et d'autres annélides non déterminées. L'espèce *Lanice conchilega* n'est observée qu'en juillet sur le point rejet (12 ind./10m³). La densité maximale des annélides est obtenue en avril, avec un pic de 326 ind./10m³ sur le point contrôle.

- Embranchement des cnidaires (hydrozoaires, actinies, méduses)

Elles sont présentes en juillet, avec un maximum de 1 250 ind./10m³ sur le point contrôle. Sur les autres points, elles représentent environ 44 ind./10m³. Elles sont totalement absentes en avril, et jusqu'à 141 ind./10m³ sont rencontrés en septembre (espèces *Obelia sp.* et *Eucheilota maculata*).

- Embranchement des thalassinidea

Elles sont rencontrées aux campagnes de juillet et de septembre. La densité maximale est obtenue en septembre, avec 652 ind./10m³ sur le point contrôle.

- Embranchement des bryozoaires

Des cyphonautes de bryozoaires ont été dénombrés en juillet et septembre. Le maximum d'abondance se situe en septembre, avec un pic de 185 ind./10m³ sur le point canal d'amenée.

2.3.4. Conclusion

En 2001, les valeurs obtenues pour les paramètres globaux (poids sec, carbone et azote) varient de manière aléatoire. L'examen détaillé du zooplancton présent permet cependant de faire le lien entre ces variations et la distribution hétérogène de la population. Tous les paramètres pris en compte se situent dans les limites habituelles de variations observées depuis la mise en place de la surveillance sur ce site, et rien ne permet de conclure à un impact sur le milieu proche des eaux chaudes rejetées par la centrale de Penly.

2.4. MICROBIOLOGIE

2.4.1. Introduction

La surveillance microbiologique du site de PENLY a été effectuée en 2001 à partir des prélèvements réalisés lors des 3 sorties du 4 avril 2001, 4 juillet 2001 et 7 Septembre 2001. (36 prélèvements pour les déterminations microbiologiques et 12 prélèvements pour le dosage des haloformes).

2.4.2. 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'aménée **B** = Rejet **C** = Contrôle **D** = Référence

2.4.3. Résultats et commentaires**2.4.3.1. Dénombrement des germes totaux en épifluorescence :**

Le nombre des germes totaux par ml comptés en épifluorescence varie de $1,09.10^5$ (Amenée au printemps 2001) à $1,60.10^5$ (Rejet en été 2001).

Site de PENLY - Campagne 2001***Germes totaux en épifluorescence / ml***

	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
AMENEE (moyenne de 2 prélèvements)	$1,09. 10^5$	$1,51. 10^5$	$1,24.10^5$
REJET (moyenne de 2 prélèvements)	$1,42. 10^5$	$1,60.10^5$	$1,30.10^5$
CONTROLE (moyenne de 4 prélèvements)	$1,17.10^5$	$1,36. 10^5$	$1,20.10^5$
REFERENCE (moyenne de 4 prélèvements)	$1,44.10^5$	$1,27.10^5$	$1,18.10^5$

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'aménée et le canal de rejet des eaux de refroidissement de la centrale. Au cours de l'année 2001, 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 2000.

2.4.3.2. Dénombrement des germes aérobies viables sur Milieu Zobell

Les comptages varient de **98 germes / ml** (au point amenée au printemps 2001) à **3525 germes/ml** (au point amenée en automne 2001).

SITE DE PENLY - CAMPAGNE 2001*Germes revivifiables sur milieu Zobell / ml*

	PRINTEMPS	ETE	AUTOMNE
AMENEE (moyenne de 2 prélèvements)	98	225	3525
REJET (moyenne de 2 prélèvements)	115	295	143
CONTROLE (moyenne de 4 prélèvements)	200	546	695
REFERENCE (moyenne de 4 prélèvements)	474	586	563

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 printemps et en été. En automne, on s'aperçoit d'une nette diminution du nombre de germes entre amenée et rejet.

Au cours de l'année 2001, le nombre de germes revivifiables ne **varie pas de façon importante en fonctions des saisons**. Par rapport à la campagne 2000 on note une **diminution du nombre de germes dénombrés au printemps**.

2.4.3.3. Recherche de vibrio-halophiles

SITE DE PENLY - CAMPAGNE 2001

Vibrio-halophiles

	PRINTEMPS		ETE		AUTOMNE	
	RECHERCHE /1l	DENOMBREMENT /100 ml	RECHERCHE /1l	DENOMBREMENT /100 ml	RECHERCHE /1l	DENOMBREMENT /100 ml
	Absence	< 3	Présence V.alginolyticus	9,2	Présence V.alginolyticus V.parahaemolyticus	460
AMENEE	Absence	< 3	Présence V.alginolyticus	9,2	Présence V.alginolyticus	460
	Absence	< 3	Présence V.alginolyticus	3,6	Présence V.alginolyticus	93
REJET	Absence	< 3	Présence V.alginolyticus	3,6	Présence V.alginolyticus V.parahaemolyticus	240
	Absence	< 3	Présence V.alginolyticus	9,2	Absence	<3
CONTROLE	Absence	< 3	Présence V.alginolyticus	9,2	Absence	<3
	Absence	< 3	Présence V.alginolyticus	9,2	Abs./500ml	<3
	Absence	< 3	Présence V.alginolyticus	15	Présence V.alginolyticus/5 00ml	<3
	Absence	< 3	Présence V.alginolyticus	23	Présence V.alginolyticus	< 3
	Absence	< 3	Présence V.alginolyticus	43	Présence V.alginolyticus	<3
REFERENCE	Absence	< 3	Présence V.alginolyticus	23	Absence	< 3
	Absence	< 3	Présence V.alginolyticus	43	Absence	< 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 en été, plus élevées en automne. 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.

Le nombre d'échantillons montrant une **présence de vibrio halophile** aux abords de la centrale de Penly est sensiblement le même qu'en 2000.

2.4.3.4. Dosage des haloformes

SITE DE PENLY - CAMPAGNE 2001
Dosage des haloformes en µg/l

		CH Br 3	CH Br 2 Cl	CH Br Cl 2	CH Cl 3
	Printemps	< 1	< 1	< 1	< 1
AMENEE	Eté	< 1	< 1	< 1	< 1
	Automne	< 1	< 1	< 1	< 1
	Printemps	< 1	< 1	< 1	< 1
REJET	Eté	1,9	< 1	< 1	< 1
	Automne	< 1	< 1	< 1	< 1
	Printemps	< 1	< 1	< 1	< 1
CONTROLE	Eté	< 1	< 1	< 1	< 1
	Automne	< 1	< 1	< 1	< 1
	Printemps	< 1	< 1	< 1	< 1
REFERENCE	Eté	< 1	< 1	< 1	< 1
	Automne	1,8	< 1	< 1	< 1

Présence de tribromométhane en 2 points Rejet en été et Référence en automne.

2.4.4. Conclusion

La surveillance microbiologique du site de la centrale de Penly pendant l'année 2001 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 2000.
- 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 2000, il y a diminution 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 2001 ainsi qu'au point référence en septembre 2001. Il y a peu d'évolution par rapport à la campagne 2000.



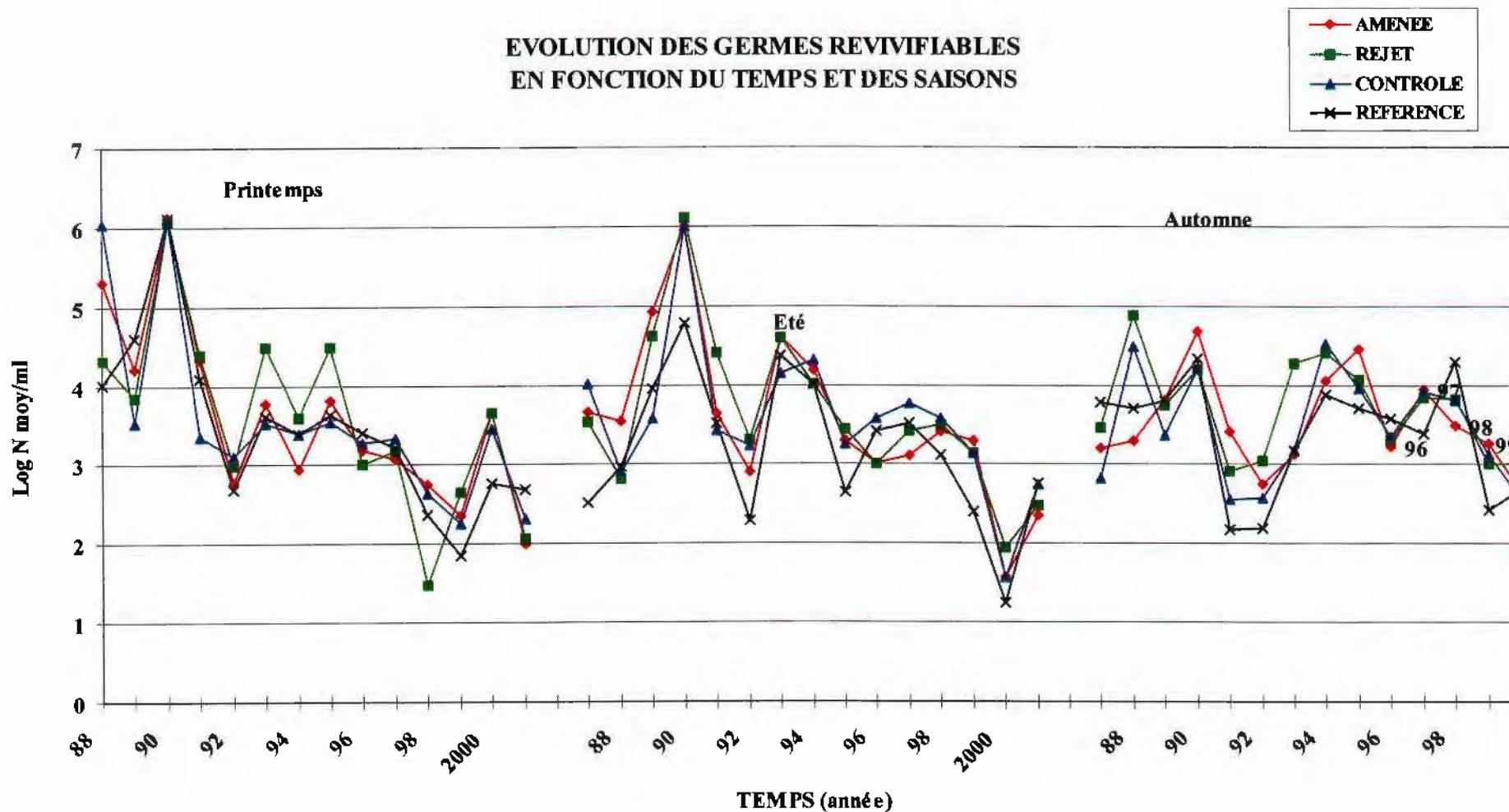
ANNEXES



**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
2001	1.99	2.06	2.3	2.68	
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	
2001	2.35	2.47	2.74	2.77	
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	
2001	3.55	2.16	2.84	2.75	

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

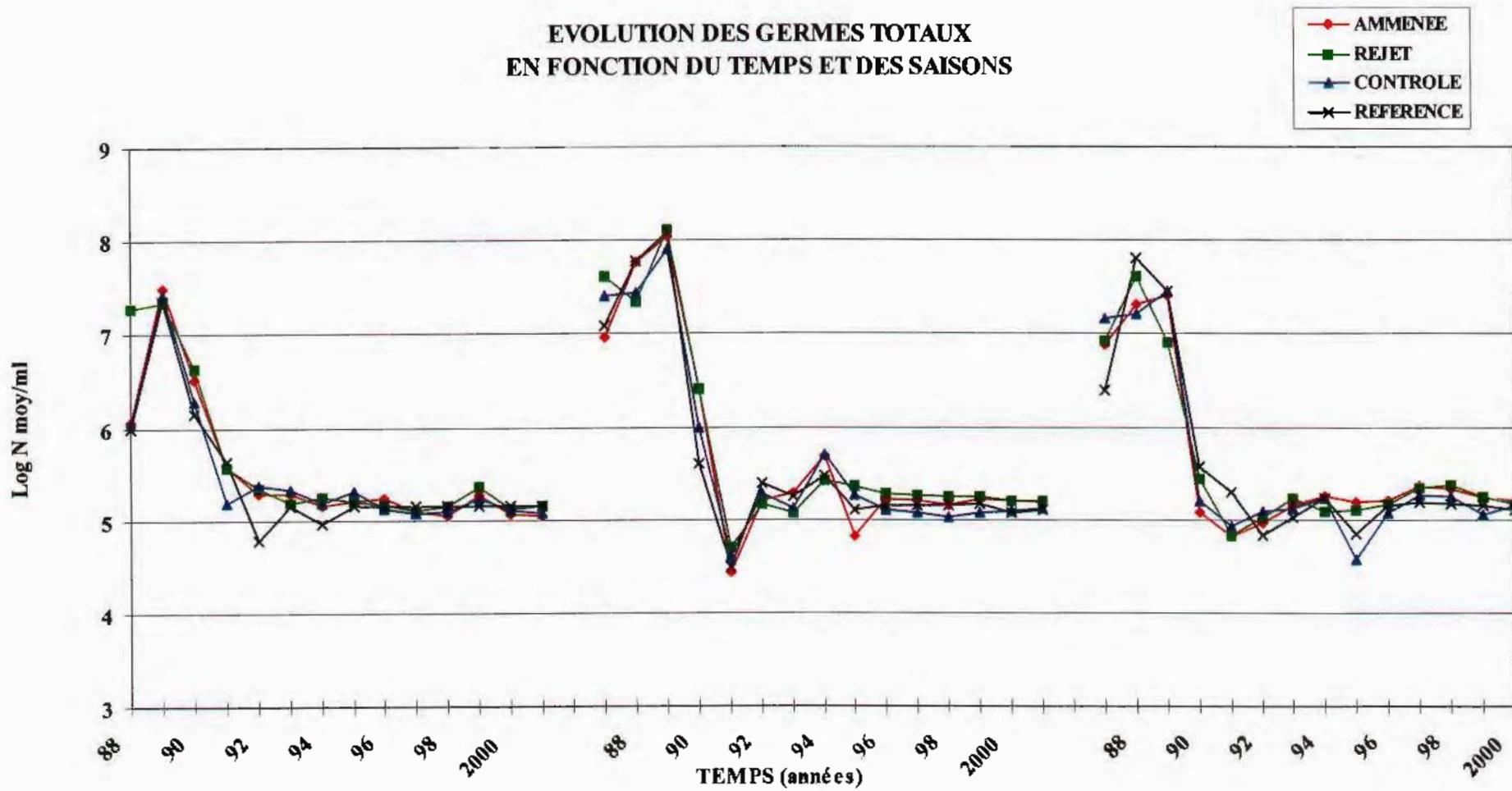


**EVOLUTION DES GERMES TOTAUX EN
FONCTION DU TEMPS ET DES SAISONS**

GERMES TOTAUX EN EPIFLUORESCENCE

	ANNEE	AMMENEES	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
	2001	5.04	5.15	5.07	5.16
ETE	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
	2001	5.18	5.2	5.13	5.1
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
	2001	5.1	5.11	5.08	5.07

EVOLUTION DES GERMES TOTAUX EN FONCTION DU TEMPS ET DES SAISONS



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**
(Ichtyoplancton)

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 :

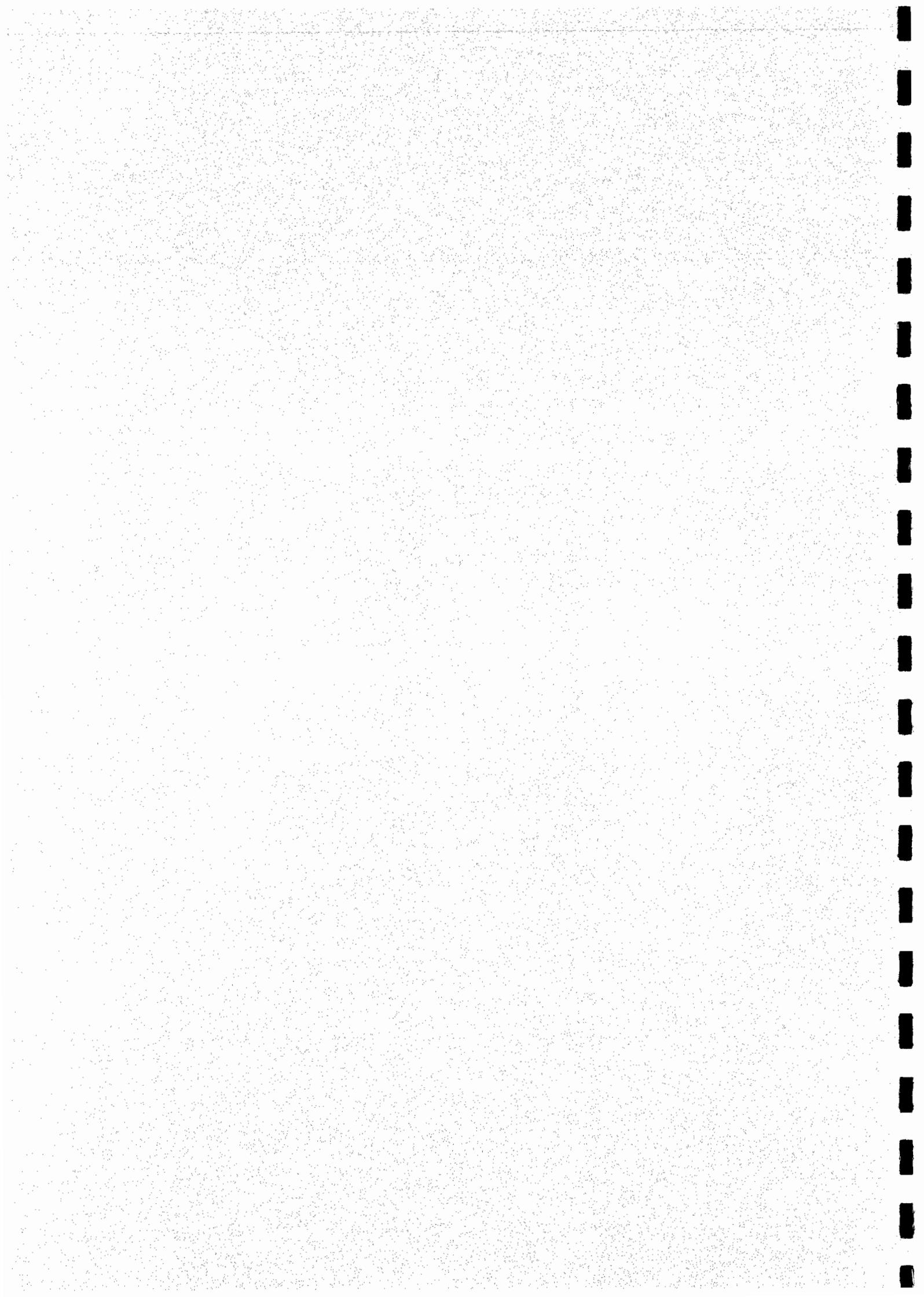
Marie-Laure COCHARD (Marie.Laure.Cochard@ifremer.fr) et **Alain TETARD**
(Macrofaune halieutique)

avec la collaboration de :

N.CAROFF, D.HALGAND et **L.PASCO**, 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 ichtyoplanctoniques (œufs et larves) sont identifiés pour les espèces suivantes : la sole (*Solea solea*, L), la limande (*Limanda limanda*, L), le sprat (*sprattus sprattus*, L) et la sardine (*Sardina pilchardus*, WALBAUM). Quelques holoplanctontes comme certains cténaïres : la groseille de mer (*Pleurobrachia pileus*, MULLER) sont identifiés.

Pour ces espèces, les densités (en nombre par 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'amenée un point (2) situé dans le rejet, un point au large (point 3) hors influence.

La position théorique de ces points est indiquée dans la première partie du rapport (fig. 1.7 : 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 E.P.S. (Echelle Pratique de Salinité) pour la salinité.

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 μ m montés sur une même armature et pêchant simultanément. Chaque filet a un diamètre d'ouverture de 61 cm, mesure 3 m de longueur et présente une partie cylindrique à l'avant du cône de filtration terminal. A chaque embouchure du couple de filets est fixé un volucompteur (2030 "Digital Flowmeter" 10 à 500 cm.⁻¹ de General

Oceanics) permettant le calcul des volumes filtrés. Un dépresseur en V de 40 kg environ assure la plongée et la stabilité de l'engin de pêche. Chaque filet se termine par un collecteur à oreilles où les organismes se rassemblent dans un volume d'environ 2 litres empêchant leur détérioration.

3.1.1.3.2 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 m.s^{-1}). Ainsi, le volume d'eau filtrée a varié cette année entre 37 et 105 m^3 selon les prélèvements.

Après chaque traict, les filets sont rincés à l'eau de mer afin de rassembler les planctones 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 2001 l'étude de la macrofaune halieutique se soit 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 10, 11 et 12 septembre 2001. Les mauvaises conditions météorologiques n'ont pas facilité la prospection, qui cependant a pu être menée complètement.

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

- 33 à bord du chalutier ANTARES, avec un chalut à perche de 3 mètres,
- 15 à bord du chalutier PAX CHRISTI, avec un chalut à perche de 2 mètres.

Le PAX CHRISTI, de taille et puissance identiques à celles du CAPELLA, remplace ce dernier en cessation d'activité.

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.

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 particulièrement mauvaises 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 pu être 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.

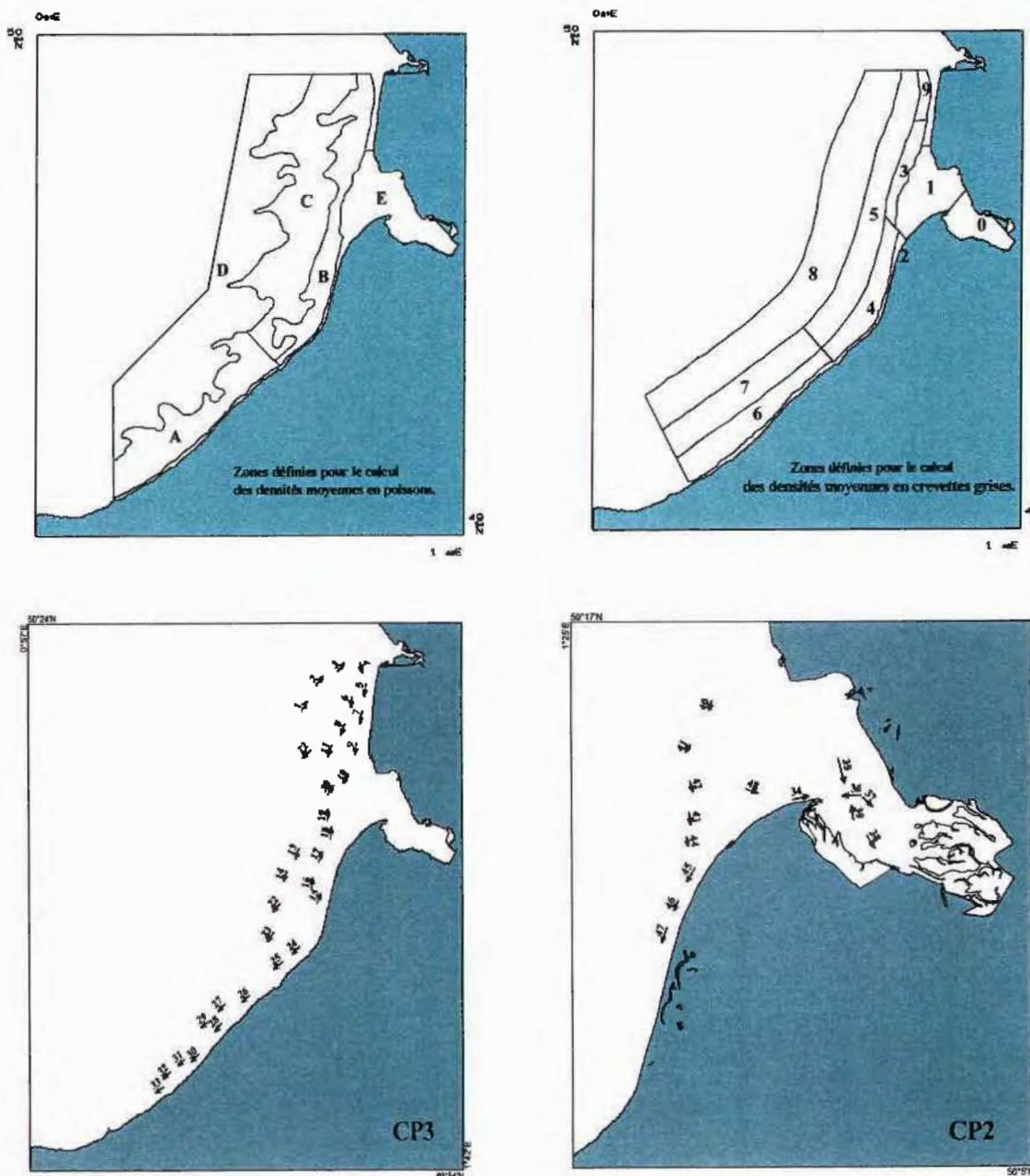


Fig. 3.1 - Zones définies pour le calcul des densités moyennes et position des chalutages en 2001.

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.

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 :

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

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

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

- densité moyenne par 1 000 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 :*

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

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

3.2. Résultats

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 (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 courbes des variations mensuelles depuis le fonctionnement de la centrale (de 1997 à 2001) ont été tracées en intégrant les températures.

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

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

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 ou sablo-vaseux. 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 (4,55 œufs /10m³) et en mai (3,81 œufs /10m³) au point côtier.

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.

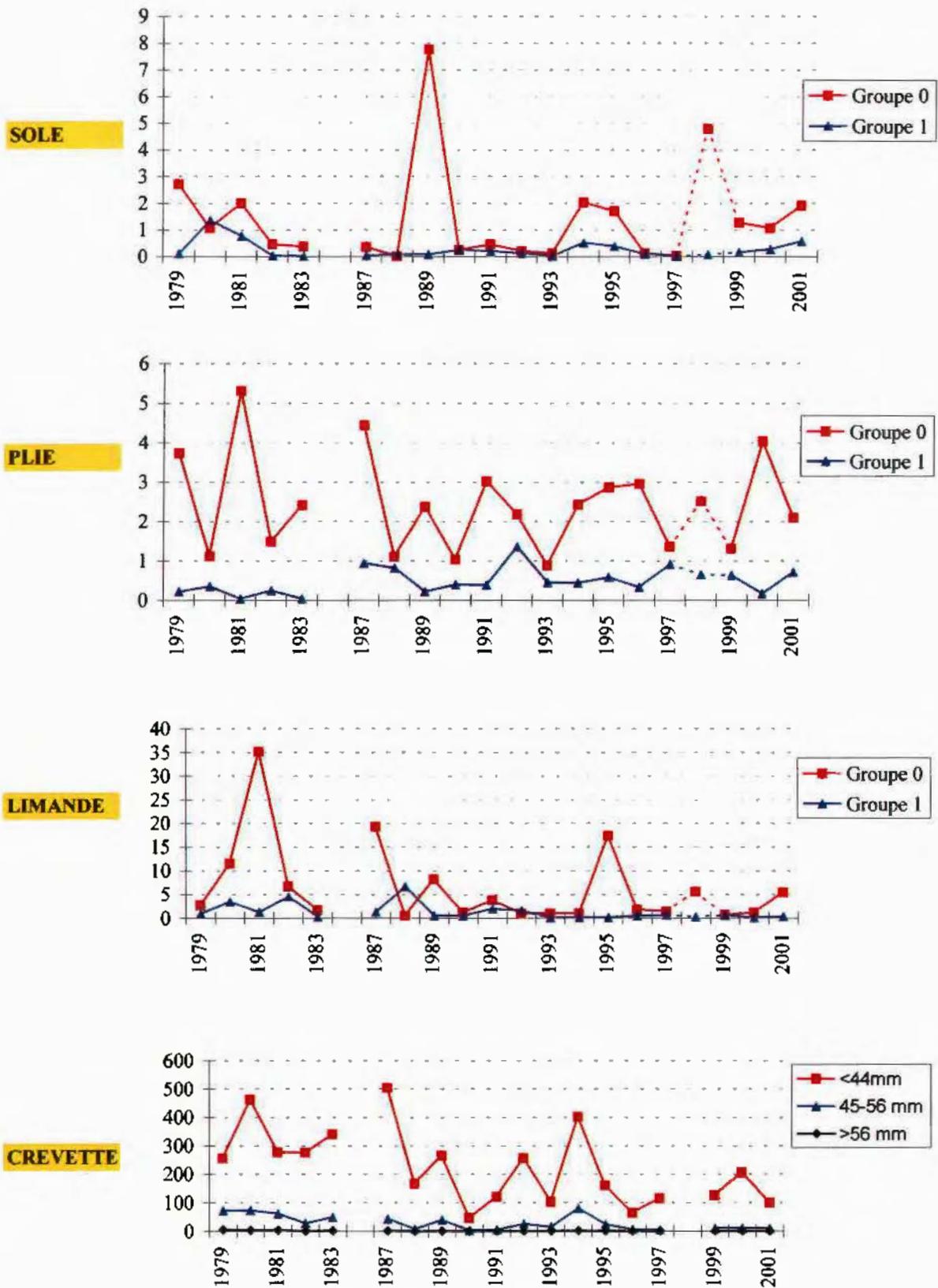


Fig.3.2 : Densité moyenne à l'automne (nombre pour 1000 m²)
 Les valeurs 1998 sont estimées, sauf pour la crevette où elles sont manquantes.

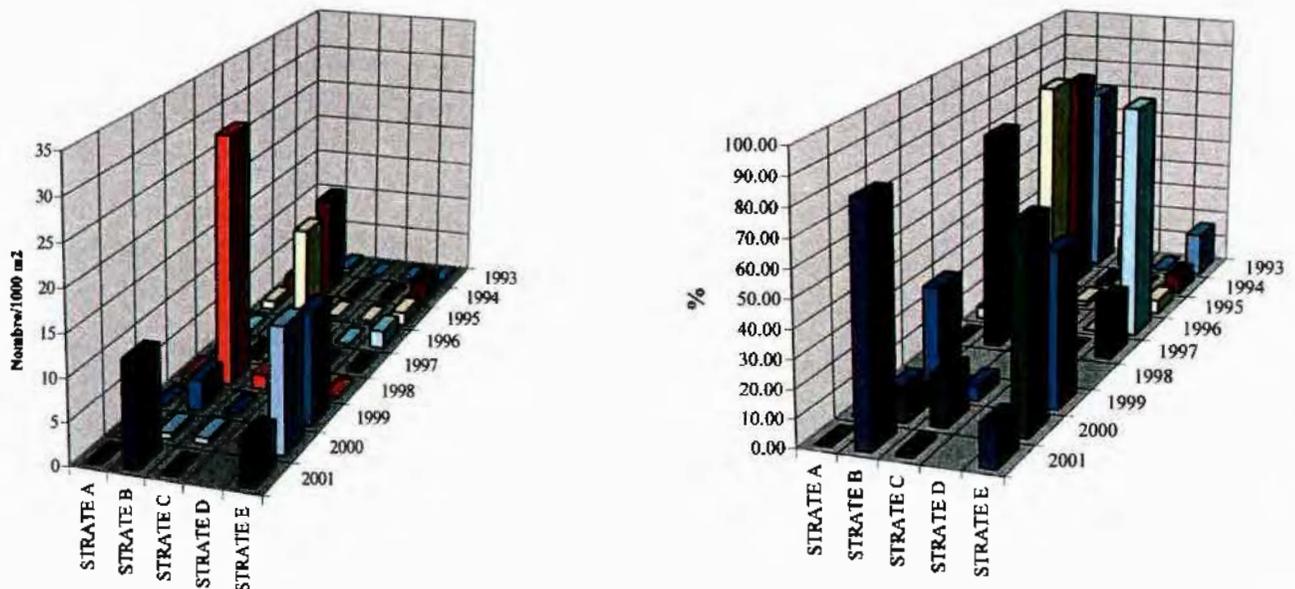
Les effectifs larvaires (maximum de 2,25 larves /10m³ au point 3 en juin) restent dans les fluctuations pluriannuelles des années précédentes (de 0,2 à 13,2 larves/10m³) suivant les années d'étude exceptée l'année 1993 où une densité de 48 larves/10m³ avait été rencontrée en mai au point 3.

3.2.1.1..2 Juvéniles

En 2001, l'indice d'abondance global du groupe 0 est de 1,91 ind./1000 m² (Fig.3.2.). Cet indice est légèrement supérieur à celui observée en 2000. Les juvéniles du groupe 0 sont classiquement cantonnés aux abords de la baie de Somme (strates B et E) avec des densités respectives de 12,38 ind./1000 m² et de 5,39 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 0,57 ind./1000 m², valeur apparaissant comme plus forte que celle des années antérieures. Dans la strate B, une densité moyenne de 3,26 ind./1000 m² est observée, elle est de 0,41 ind./1000 m² dans la strate C.

Aucun individu supérieur au groupe 2 n'a été capturé en 2001.



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

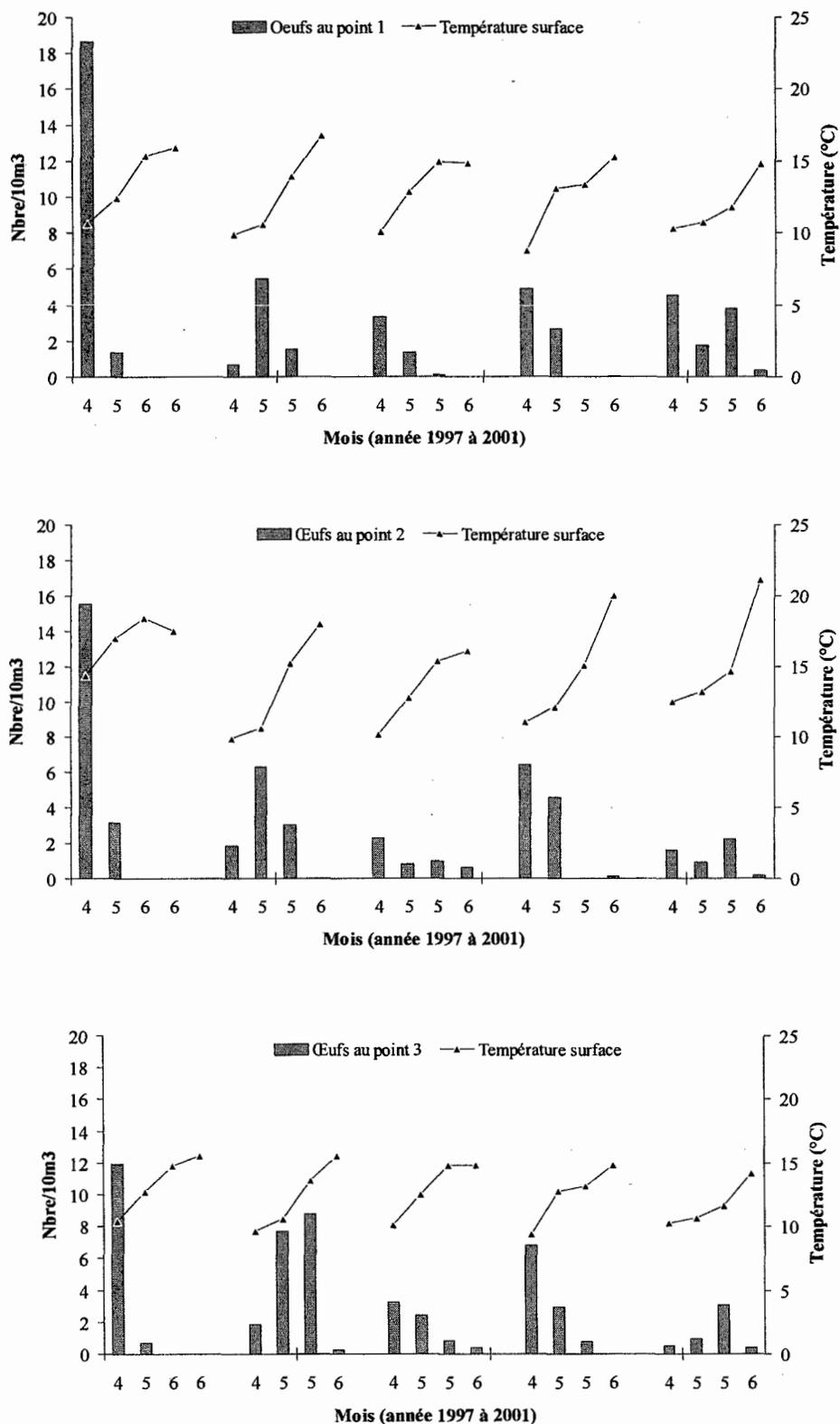


fig. 3.3 - Oeufs de sole pour les points 1, 2 et 3.

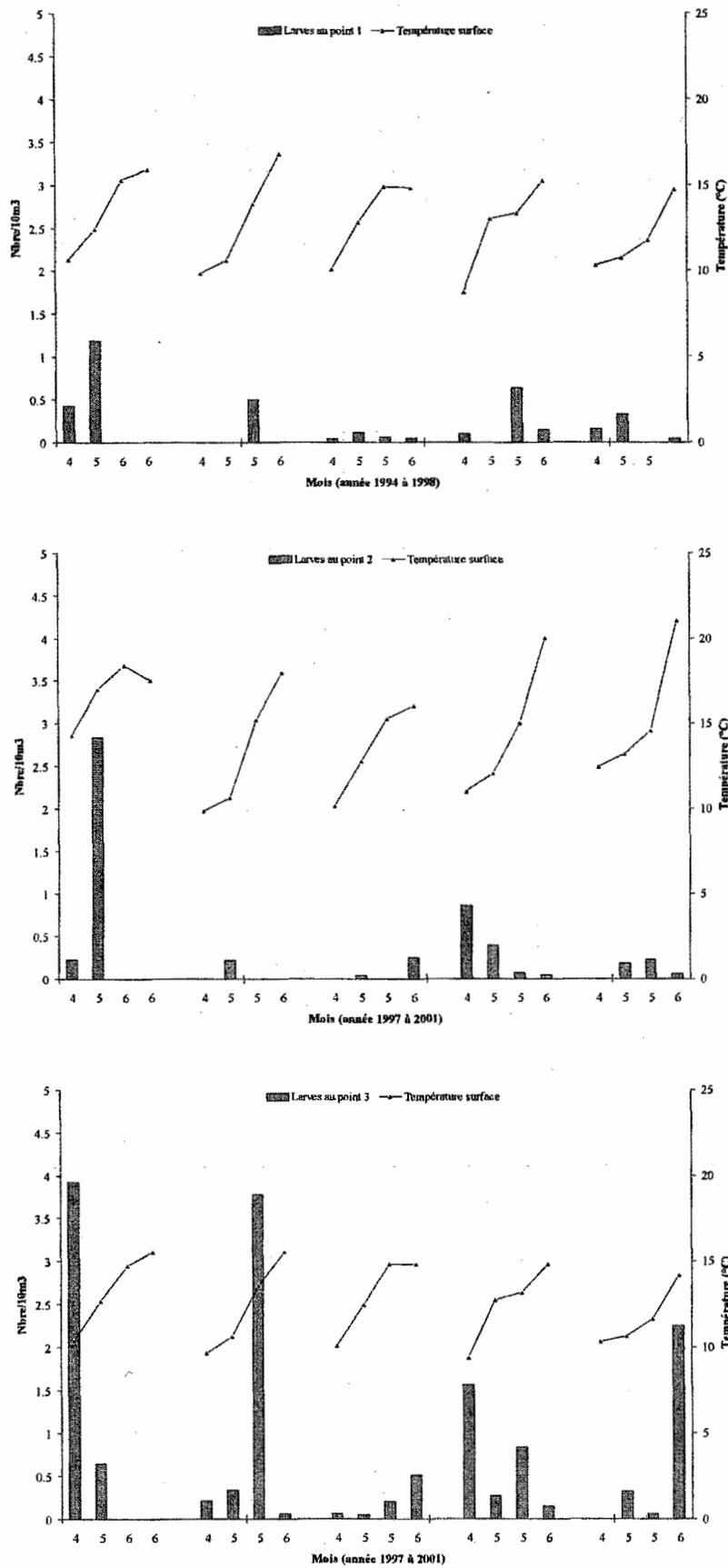


fig. 3.4 - Larves de sole pour les points 1, 2 et 3

3.2.1.2. 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 Oœufs et larves

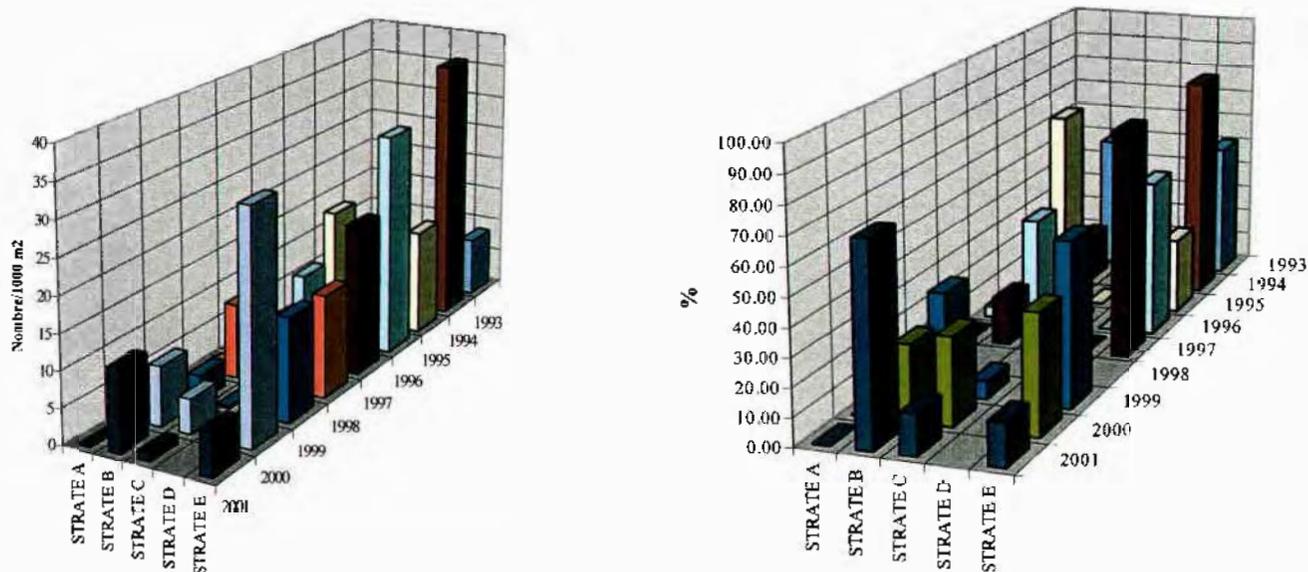
Vu l'absence de prélèvements de janvier à mars 1999, aucun œuf n'a été observé cette année. Les densités d'œufs restaient relativement faibles les années antérieures (0,07 à 0,1 œufs /10m³ en janvier 78, 0,03 œufs /10 m³ en mars 79, 0,1 œufs /10 m³ en janvier 87). Cette année, aucune larve n'a été récoltée 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 2,10 ind./1000 m² (Fig.3.2.). Cet indice est plus faible que celui observé en 2000, mais cependant dans la moyenne des années précédentes. 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 6,07 ind./1000 m² pour la strate E et de 11,36 ind./1000 m² pour la strate B.

Le groupe 1 présente un indice total de 0,71 ind./1000 m², supérieur à celui constaté en 2000, ce qui peut être mis en relation avec le fort indice du groupe 0 observé en 2000. Les strates dominantes sont B et 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, aucun œuf de limande n'a été observé dans nos échantillons. Les densités maximales d'œufs rencontrées les années précédentes étaient (de 0,7 à 4,2 oeufs/10m³).

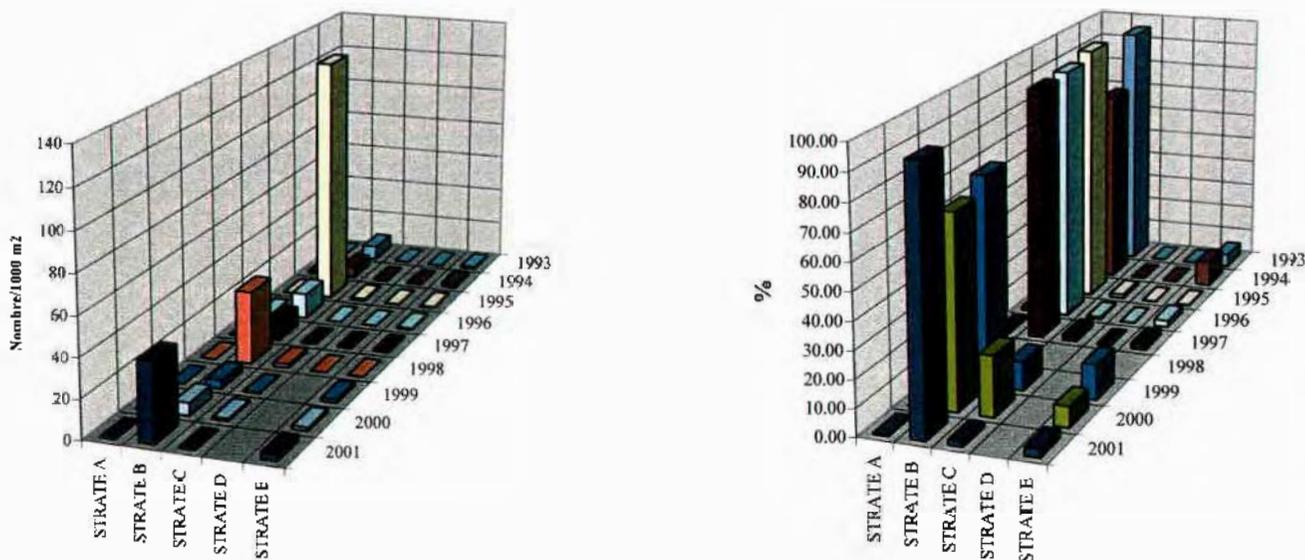
En 2001, aucune larve n'a été récoltée dans vos prélèvements. Les effectifs larvaires observés les années antérieures (de 0,03 à 0,16 larves/10m³) sont assez faibles sauf pour l'année 1995 (1,99 larves/10m³ en mai au point 2).

3.2.1.3.2 Juvéniles

Le groupe 0 domine dans la strate B (40,06 ind./1000 m²) et son indice global de 5,48 ind./1000 m² situe l'abondance 2001 à un niveau moyen (Fig.3.2).

Le groupe 1 avec 0,32 ind./1000 m² est proche des valeurs des années antérieures et en rapport avec le faible indice du groupe 0 en 2000.

Des individus d'âge supérieur (groupe 2) ont également été observés cette année.



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

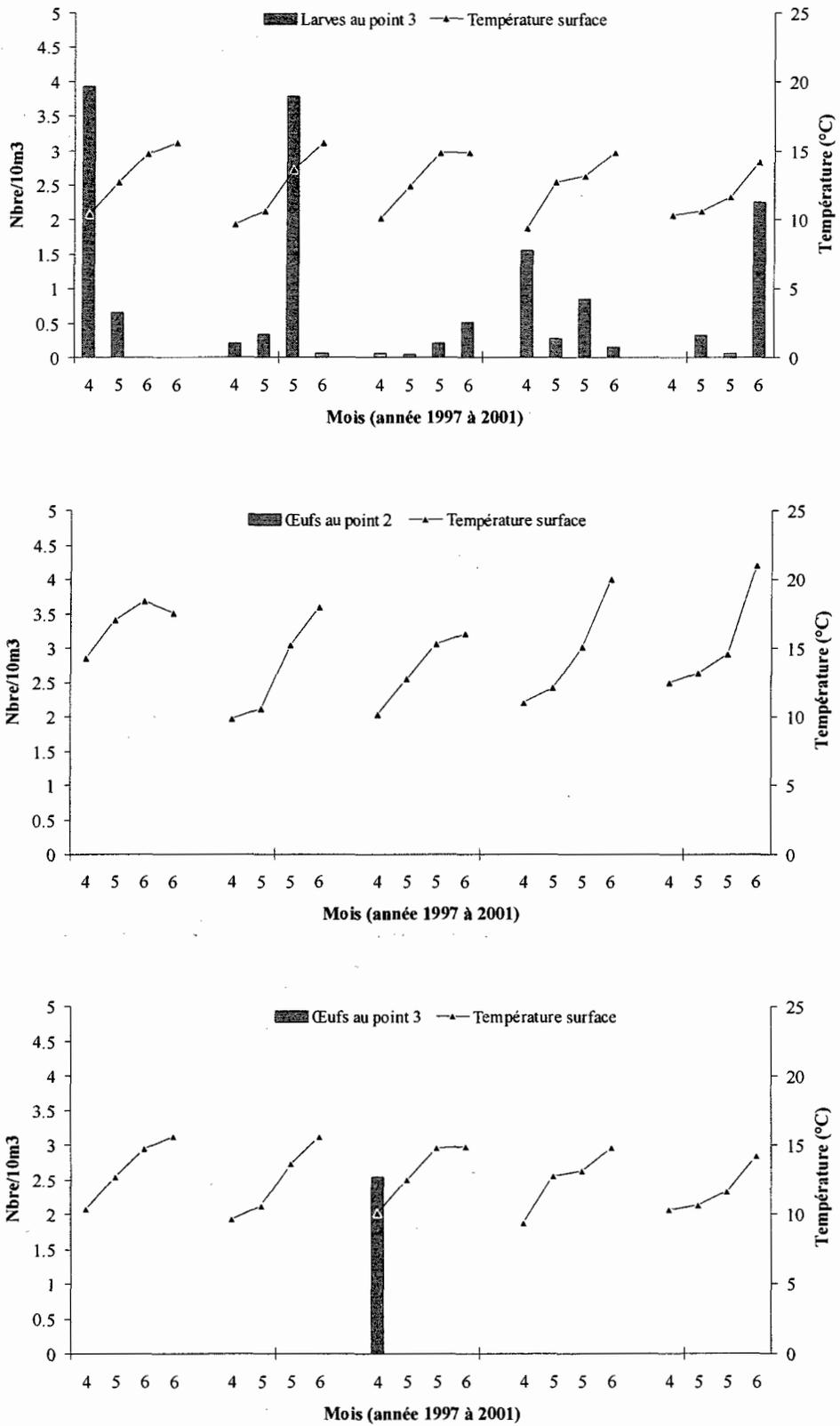


Fig. 3.5 – Œufs de limande pour les points 1, 2 et 3

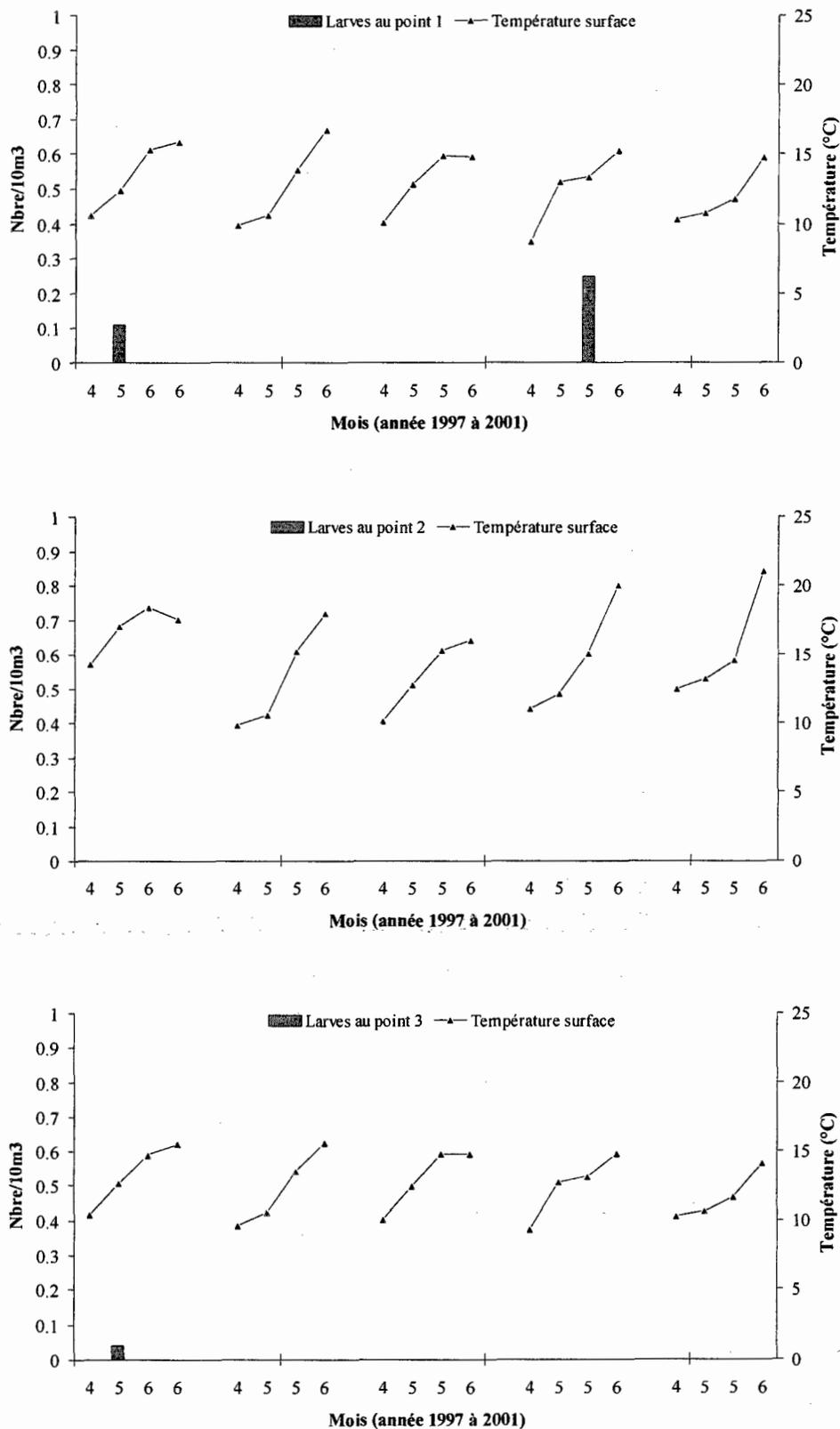


Fig. 3.6 - Larves de limande pour les points 1, 2 et 3

3.2.1.4. Autres espèces de poissons plats

Pour ces espèces, les captures sont faibles :

Présents lors de l'étude de projet (de 0,08 à 1,4 oeufs/10m³ en 1978 et 1979) absents au cours des études de surveillance, quelques œufs de barbues (0,45 oeufs/10m³) sont rencontrés en mai 1992 au point côtier ainsi que quelques larves (0,1 larves/10m³ fin mai, également au point côtier). Depuis 1993 ces éléments ichtyoplanctoniques ne sont plus identifiés.

La majorité des barbues du groupe 0 a été capturée dans la strate E, et des individus plus âgés (groupes 1 et 2) ont été pêchés dans les strates plus au large.

En 2001, aucun œuf de turbot n'a été récolté. Absents au cours de l'étude de projet, ainsi qu'en 1990 et 1991 des œufs de turbot sont récoltés en 1992 surtout au niveau du point 3 (de 0,16 à 2,99 œufs /10 m³ en juillet). En 1998, quelques œufs ont été récoltés en avril et mai (de 0,19 à 0,34 œufs /10m³. Ces densités observées restent dans les fluctuations pluriannuelles des années. 1987, 1988 et 1989 (de 0,11 à 2.8 oeufs/10m³).

Très peu de larves ont été trouvées en 2001 (0,06 larve/10m³ au point 3 en juin). En 1992 les larves (2,06 larves/10m³ en juillet au point 3) présentent des effectifs nettement supérieurs à ceux observés les années précédentes (0,11 à 0,26 larve/10m³).

Les turbots du groupe 0 ont été capturés dans la strate E. Des individus des groupes 1 et 3 ont été capturés respectivement dans les strates A et B.

En 2001, les densités observées dans nos prélèvements d'avril et mai (0,04 à 2,86 oeufs/10 m³ et 0,06 à 2,05 larves/10 m³) restent dans les fluctuations pluriannuelles de 1987 à 2000 (0,07 à 11 oeufs/10 m³ et 0,06 à 7,04 larves/10 m³).

Les flets du groupe 0 ont été observés essentiellement en strate A. Les individus des groupes 1 et suivants ont été capturés dans les strates B et C. La densité moyenne totale sur l'ensemble de la zone est de 0,09 ind./1000 m².

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 2001, les oeufs de sprat observés d'avril à juin sont toujours plus abondants au point du large (1,59 oeufs /10m³ en avril et 6,79 oeufs /10m³ en juin). Ces densités sont inférieures à celles observées au cours des années antérieures de 11 à 108 oeufs /10m³.

Les effectifs larvaires (de 1,14 à 26,84 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 1,21 ind./1000 m², dont la majorité correspond au groupe 1 (1,20 ind./1000 m²), est en légère baisse par rapport à 2000. L'essentiel des captures est localisé à l'extérieur de la baie de Somme (strate A). 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 dans les strates B et E, avec une densité moyenne globale de 0,42 ind./1000 m².

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 nos prélèvements de fin mai (2,94 œufs / 10m³) et juin (33,59 œufs /10m³) sont nettement inférieurs à ceux observés en 2000 (de 13,45 œufs /10m³ à 269,33 œufs /10m³).

Les années antérieures les densités maximales surtout rencontrées au point du large en juin, étaient en 1996 de 63 œufs/10m³ en 1995 (88 œufs /10m³), en 1994 (150 œufs/10m³), en 1993 (755 œufs /10m³ en mai) et en 1992 (560 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

Contrairement à l'année précédente, quelques individus ont été identifiés, uniquement dans la strate E.

3.2.2.4. Le 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 Œufs 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 (0,06 œufs /10m³ en mai 2001) densité très faible par rapport à 1998 (maximum de 8,5 œufs/10m³ en avril) et 2000, (maximum de 1,64 œufs/10m³ en mai).

Les larves récoltées dans nos prélèvements présentent des effectifs de 0,04 à 4,7 larves/10m³ suivant les années et de 0,05 à 0,11 larves/10m³ en 2001.

3.2.2.4.2 Juvéniles

Les individus du groupe 0, avec une densité moyenne de 0,33 ind./1000 m² se situent principalement dans les strates B et C (annexe 3.2). Des merlans plus âgés (groupe 1 et suivants) ont été identifiés cette année.

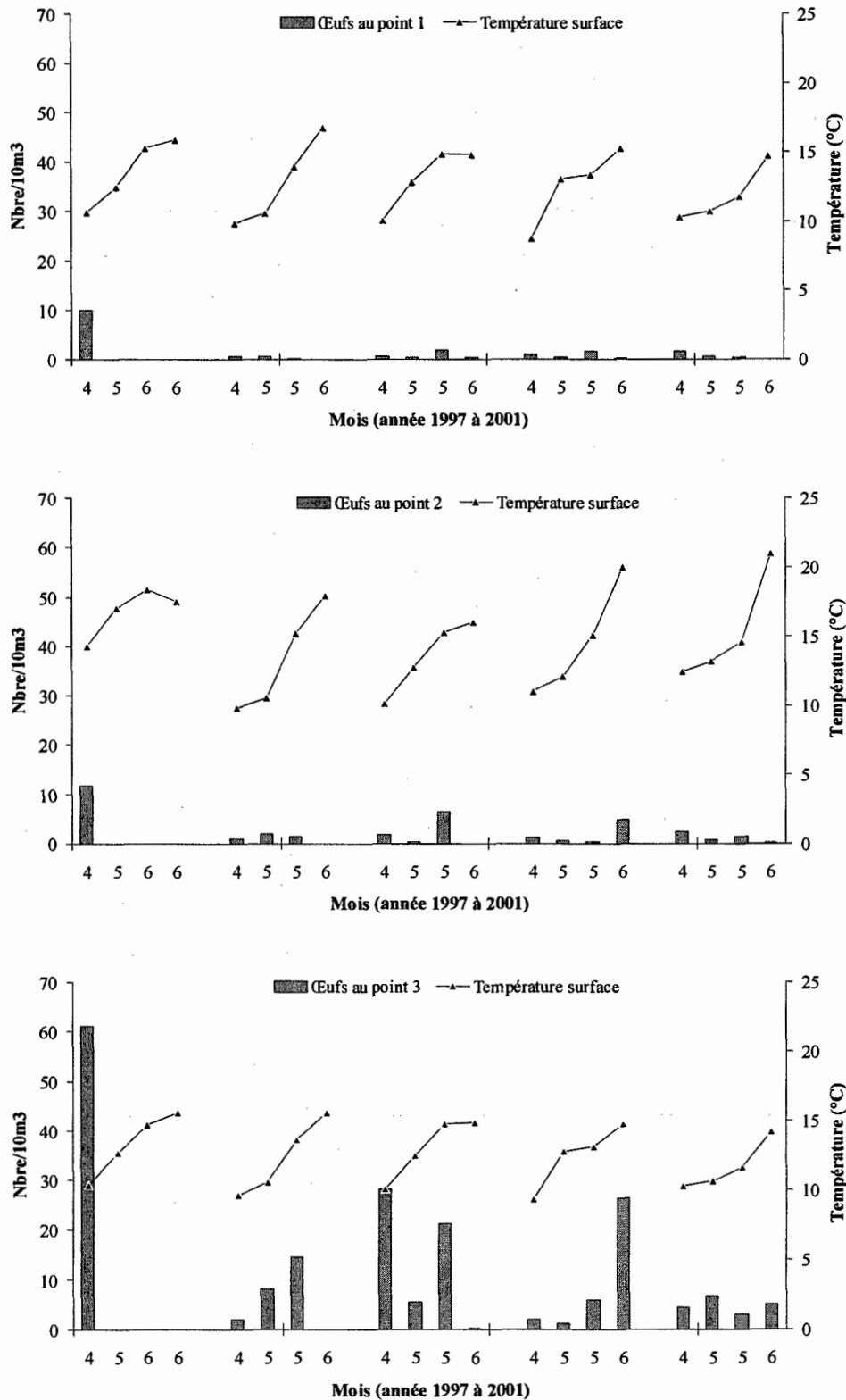


Fig. 3.7 – Œufs de sprat pour les points 1, 2 et 3

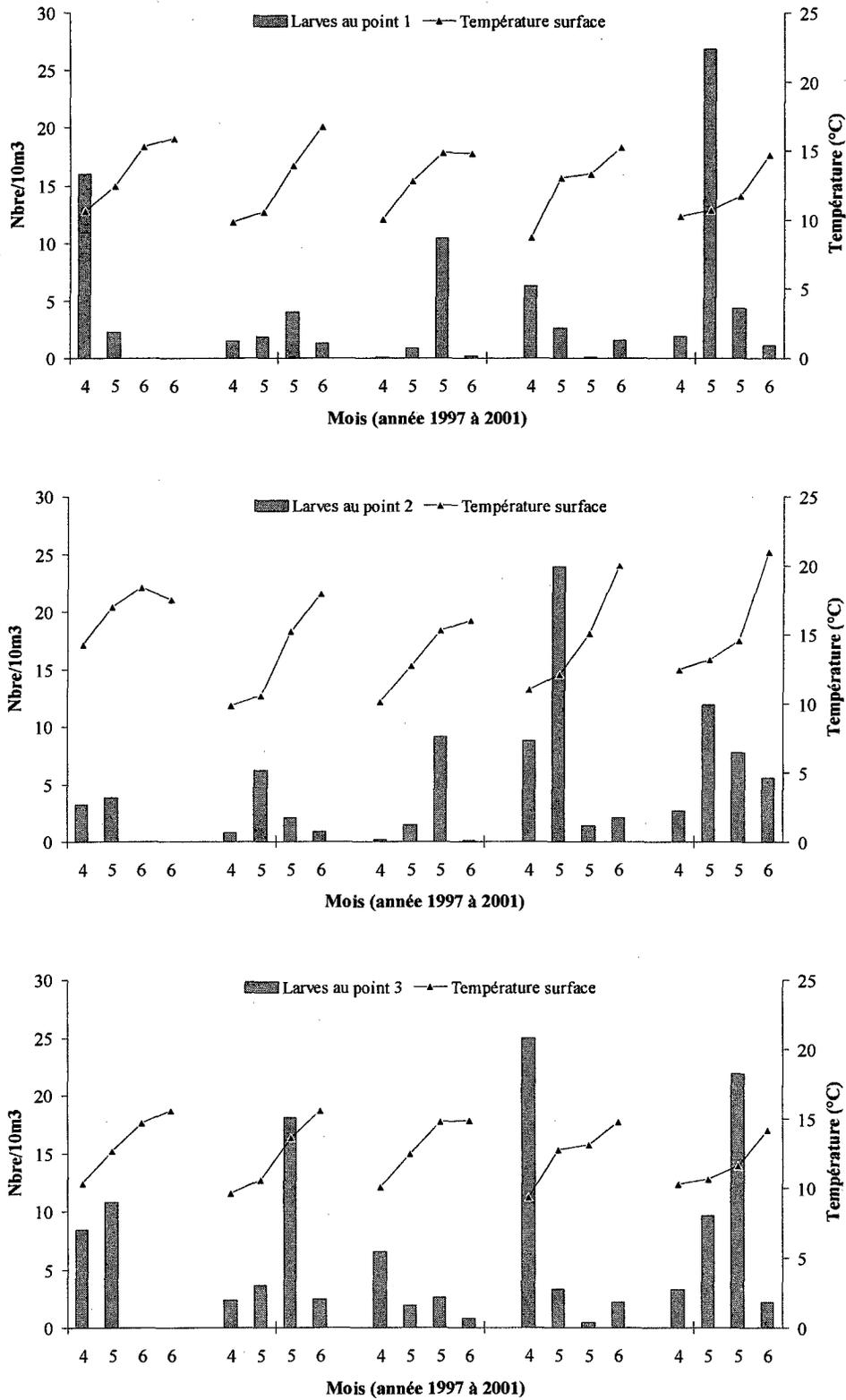


Fig. 3.8 - Larves de sprat pour les points 1, 2 et 3

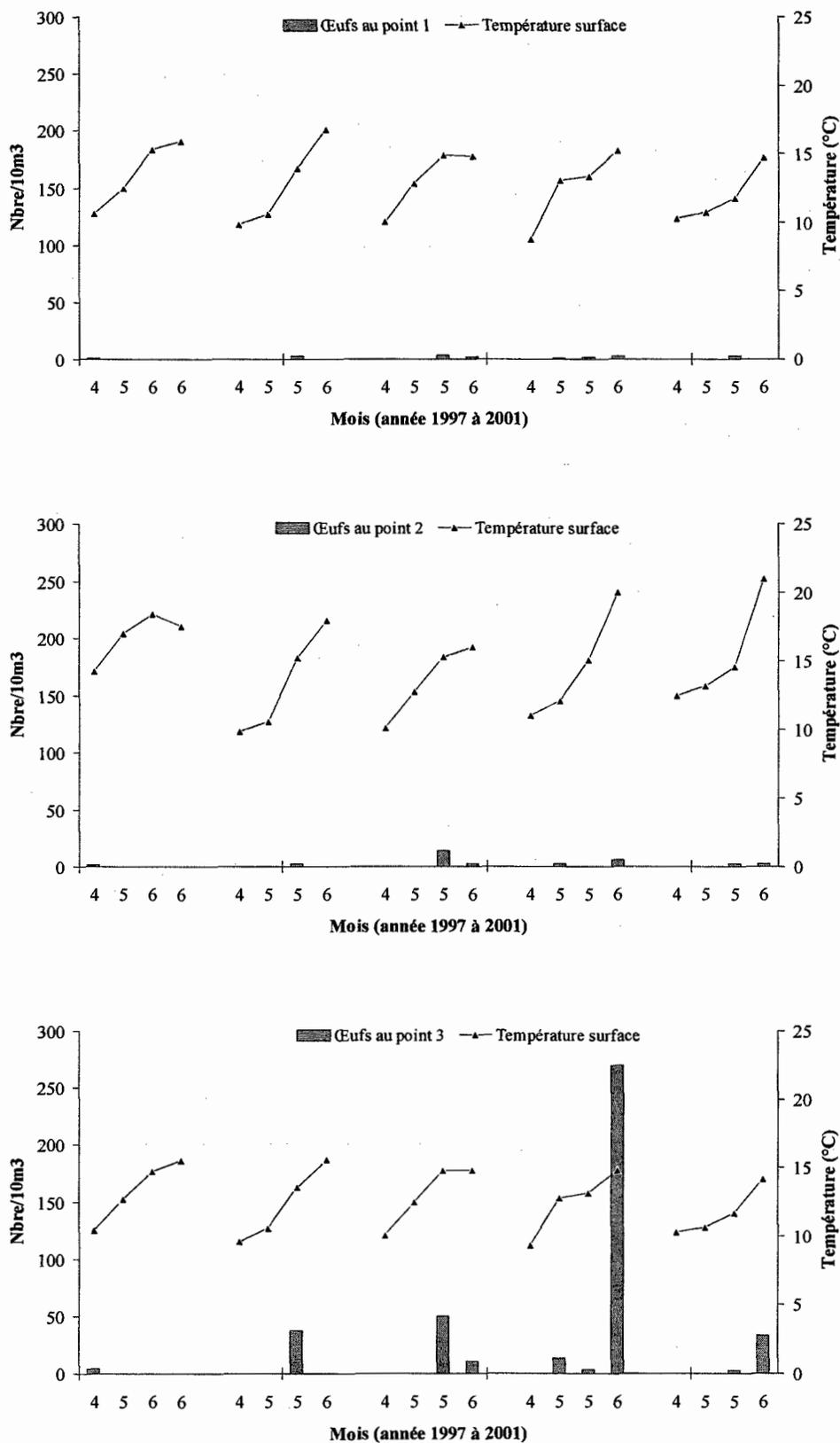


Fig. 3.9 - Oeufs de sardine pour les points 1, 2 et 3

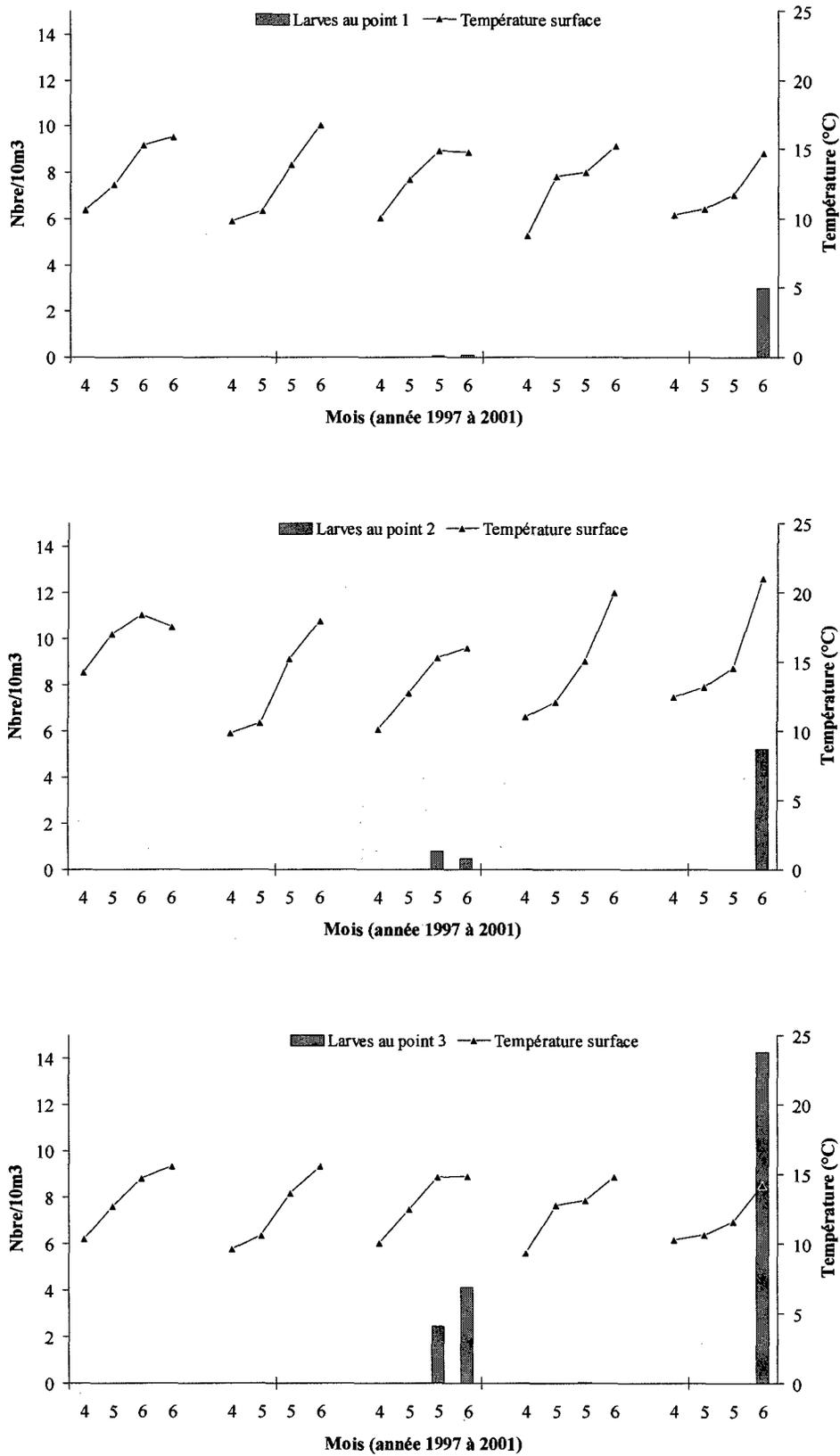


Fig. 3.10 - Larves de sardine pour les points 1, 2 et 3

3.2.2.5. Le tacaud (*Trisopterus luscus*)

Les individus pêchés appartiennent tous au groupe 0. Les captures, plus abondantes cette année (8,13 ind./1000 m²), se répartissent majoritairement à l'extérieur de la baie.

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 2001, la densité moyenne globale sur l'ensemble du secteur est de 108,2 ind./1000 m².

Elle est en baisse par rapport à 2000 (Fig.3.2). L'essentiel des captures a été réalisé, comme les années précédentes, dans les strates 0 et 1.

Une tendance à la réduction de cette population apparaît sur l'ensemble de la période étudiée, elle est à mettre en relation avec des observations plus générales montrant une diminution des captures en Manche.

La répartition géographique reste comparable à celle des années antérieures.

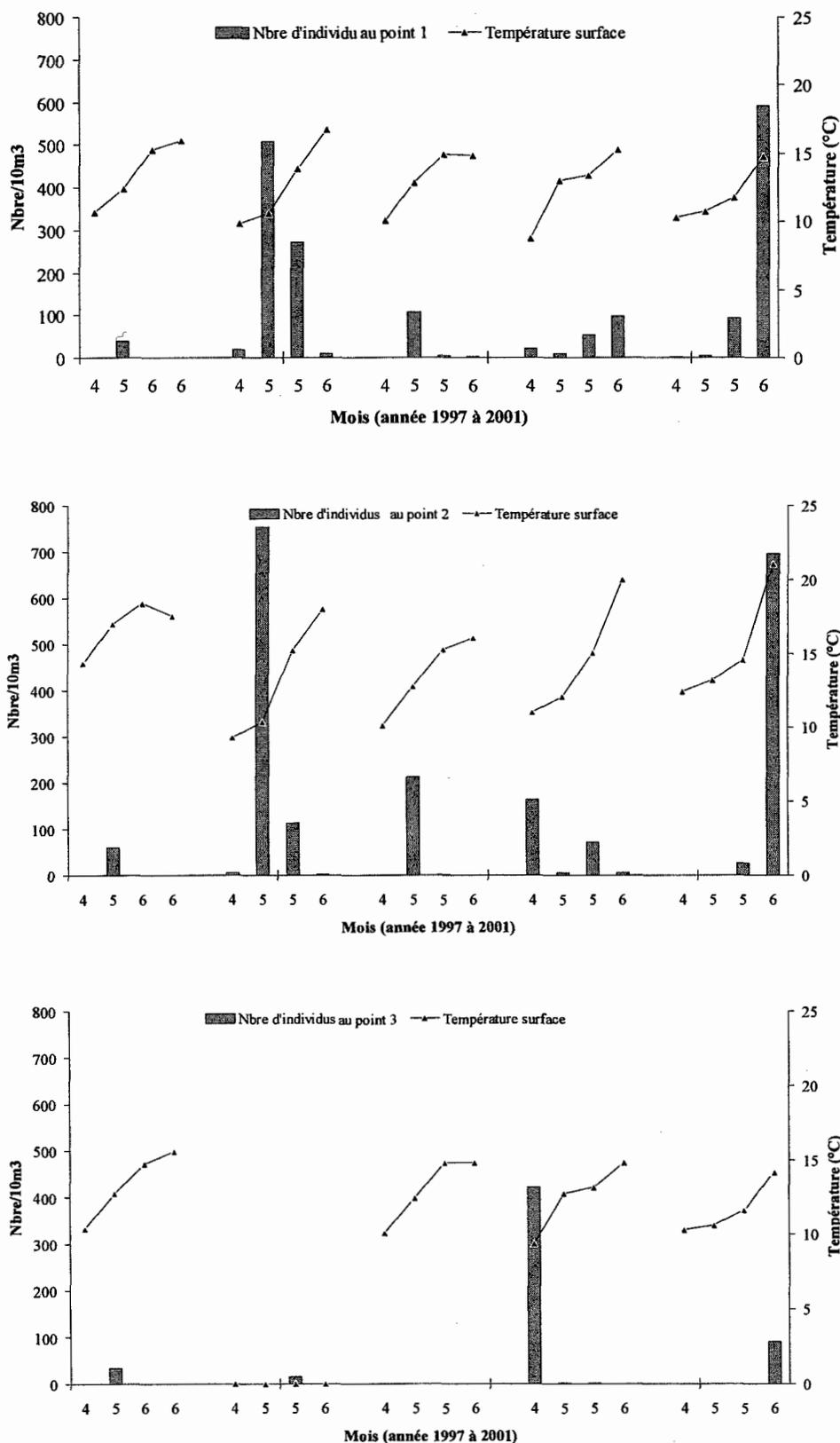


Fig. 3.11 – Groseille de mer pour les points 1, 2 et 3

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

L'étrille est un crabe très commun en Manche et en Atlantique, qui donne lieu par endroits à une pêche artisanale. Les zoés de *Necora puber* sont abondantes dans le plancton de printemps et d'été, les mégalopes 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 mégalopes

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

3.2.3.1.4 Juvéniles et adultes

En 2001, l'indice d'abondance le plus élevé est observé dans la strate C avec 4,03 ind./1000 m², ce qui représente 69,36 % de l'abondance totale.

3.2.4. Autres planctontes

3.2.4.1. Cténaïres

Présentes dans la presque totalité de nos prélèvements les groseilles de mer ont une densité maximale de 696,52 individus /10m³ le 5 juin 2001 au rejet. 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 (12^{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 ichthyoplanctoniques, on note pour la sole que l'année 2001 (de 3.1 œufs/10 m³ à 4.55 œufs/10 m³) est comparable à l'année 1999 (3.3 œufs/10 m³ en avril) et qu'elle est inférieure aux années 2000 (6.4 œufs/10 m³), 1998 (8.7 œufs/10 m³) et 1997 (18.6 œufs/10 m³).

En 2001, on note une forte diminution du frai du sprat, qui présente des effectifs de (1.59 à 6.79 œufs/10 m³), nettement inférieur à ceux observés les années précédentes (de 11 à 108 œufs/10 m³).

Pour l'autre poisson pélagique, les œufs de sardine (de 24 à 33.59 œufs/10 m³) sont également nettement inférieurs à ceux rencontrés en 2000 (de 13.43 à 269.33 œufs/10 m³).

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

Enfin, on note que les groseilles de mer présentent une densité qui s'insère dans l'intervalle des valeurs observées durant les études (696,52 individus /10m³ le 5 juin 2001). Depuis 1992, les densités maximales ont varié de 57 à 782 individus/10m³.

Pour ce qui concerne la macrofaune halieutique, 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 rencontrées pendant la campagne 2001, le plan d'échantillonnage prévu, a pu être réalisé.

En 2001, les indices d'abondance des juvéniles groupe 0 de soles sont bons et ceux de limande moyens, avec cependant une augmentation par rapport à 2000. Pour la plie, au contraire, l'abondance est en baisse, mais reste dans la moyenne des valeurs constatées les années précédentes.

La répartition géographique des groupes d'âge est un peu différente de celle des années antérieures. Elle se caractérise par la dominance des groupes 0 de plie, limande et sole en bordure extérieure de la baie de Somme (strate B). Cette légère translation vers le large est sans doute due aux fortes intempéries ayant affecté le bassin versant pendant l'hiver et le printemps.

Nous constatons une densité globale de crevettes grises en baisse par rapport à celle de 2000 (108,2 ind./1000 m²), l'indice est faible comparé à ceux observés depuis le début de l'étude. La répartition géographique reste, par contre, 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 encasé 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 nurricerie de poissons plats. Rapport pour l'année 1983.
- IFREMER, 1988.- Surveillance écologique et halieutique du site de Penly - Rapport interne RI DRV-88-032-RH/Nantes.
- IFREMER, 1989.- Surveillance écologique et halieutique du site de Penly - Rapport interne RI DRV-89-43-RH/Nantes.
- IFREMER, 1990.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1989. Rapport interne RI DRV-90-RH/Nantes.
- IFREMER, 1991.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1990. Rapport interne RI DRV-91-05-RH/Nantes.
- IFREMER, 1992.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1991. Rapport interne RI DRV-92-09-RH/Nantes.
- IFREMER, 1993.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 1992. Rapport interne RIDRV-93-15-RH/Nantes.

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

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

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

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

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

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

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/2000-09.

IFREMER, 2001.- Surveillance écologique et halieutique de l'environnement marin du site de la Centrale de Penly (Manche-Est) : année 2000. Rapport interne DRV/RH/RST/2001-06.

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

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

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

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

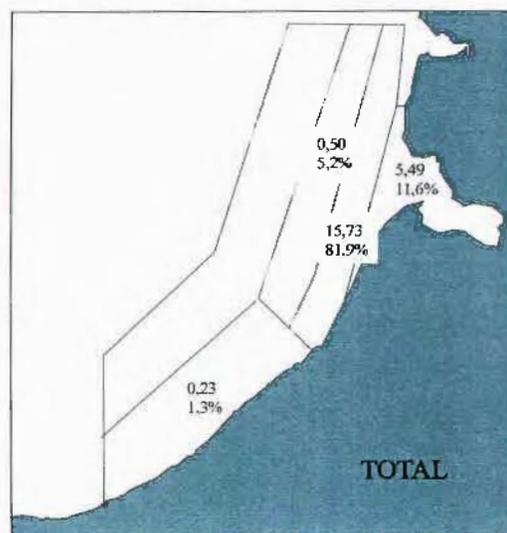
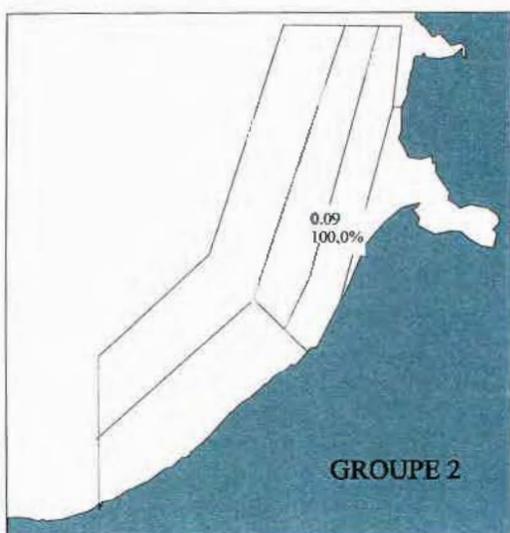
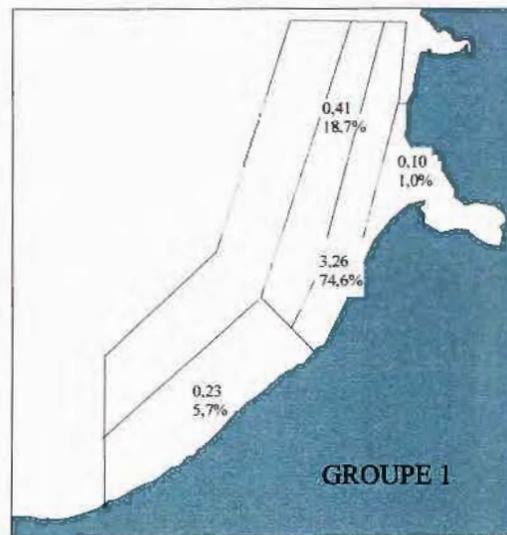
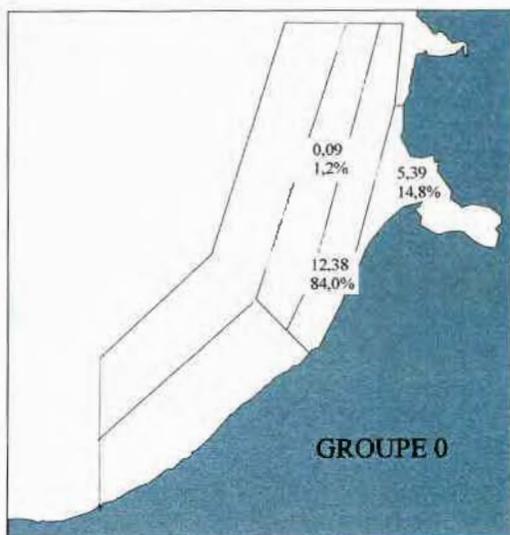
WILHELM (G), 1995.- Contribution a l'étude de l'étrille (*Necora puber*) dans le Mor-Braz : données halieutiques, biologiques et pathologiques.

RIOU P. (1999). Etude des nourriceries de sole et de plie en Manche Est. Importance écologique de l'estuaire de Seine. Thèse de doctorat, Université de Caen : 117 p.

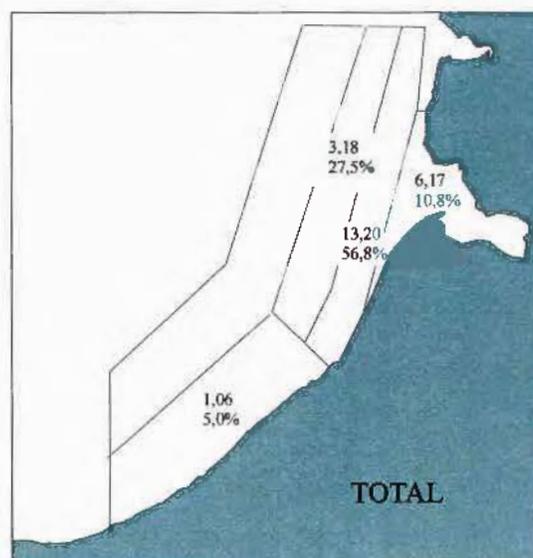
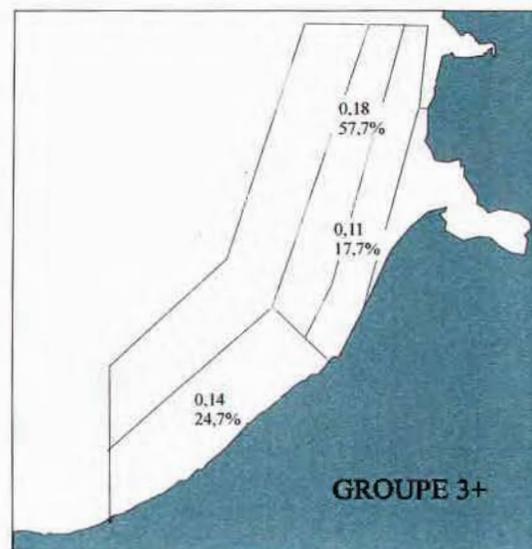
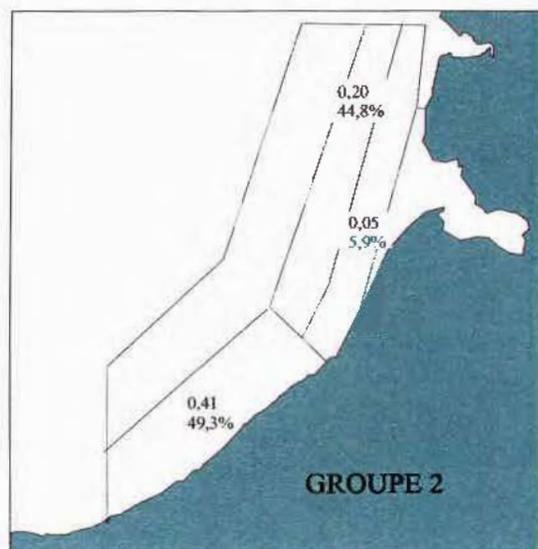
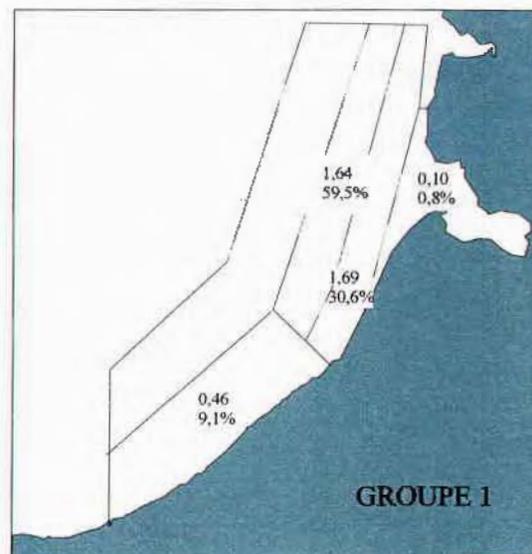
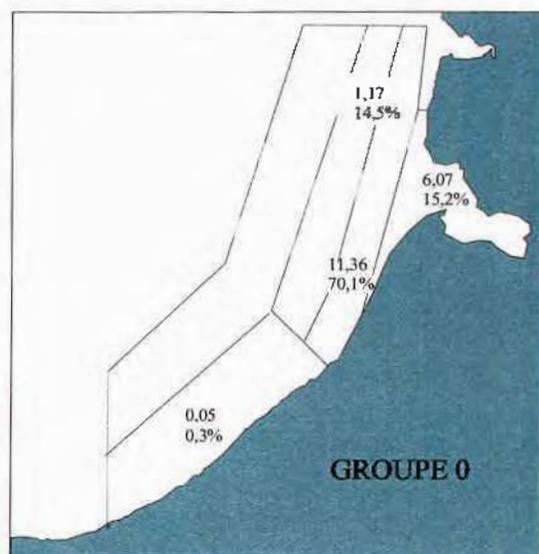
ANNEXES

ANNEXE 3.1

Distributions spatiales des principales espèces et productions par zones

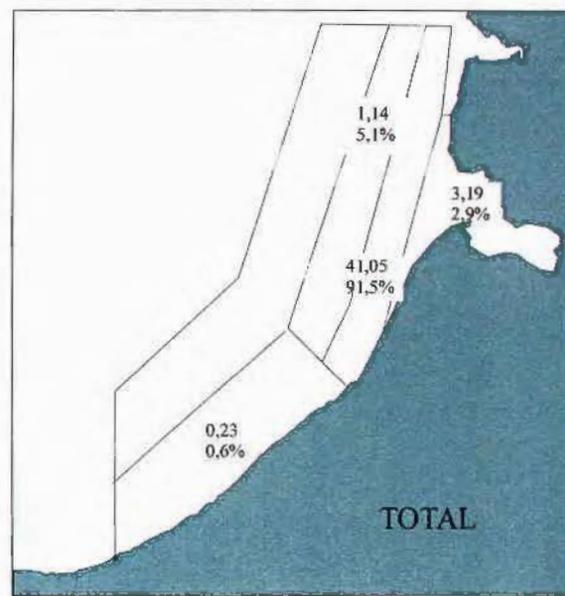
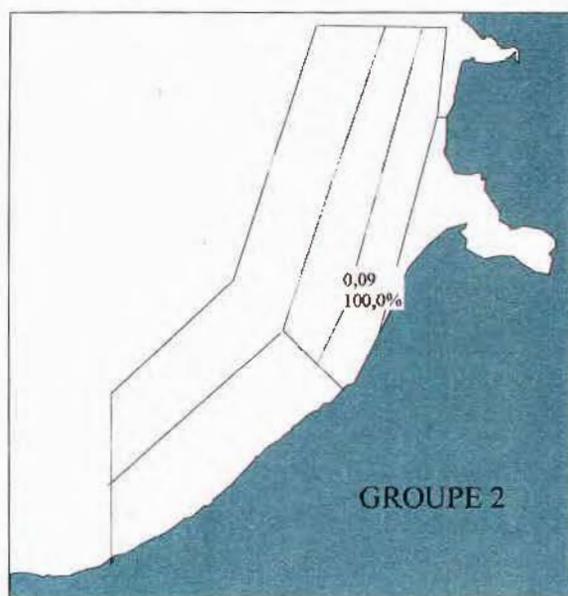
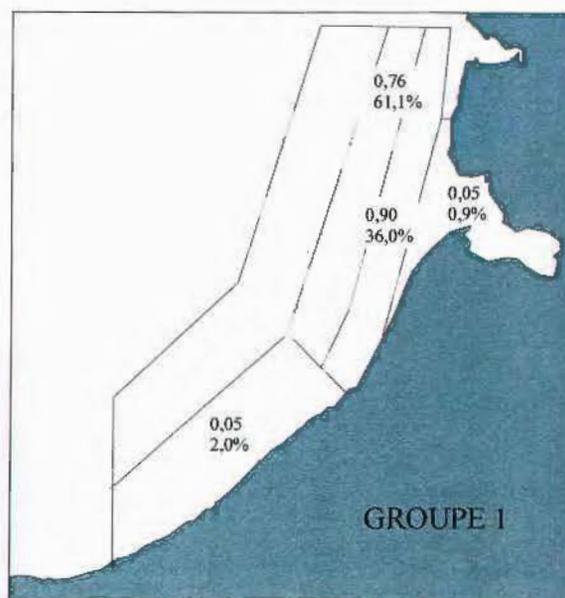
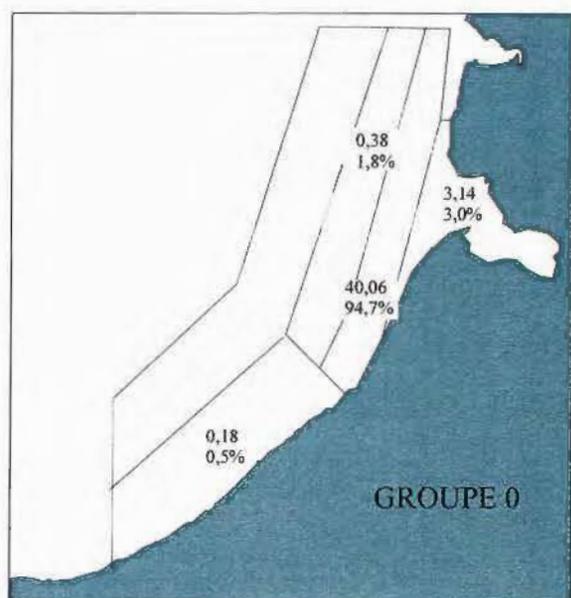


SOLE – septembre 2001
 Densités moyennes par strates (nb/1000 m²) et pourcentages par rapport à l'abondance totale.

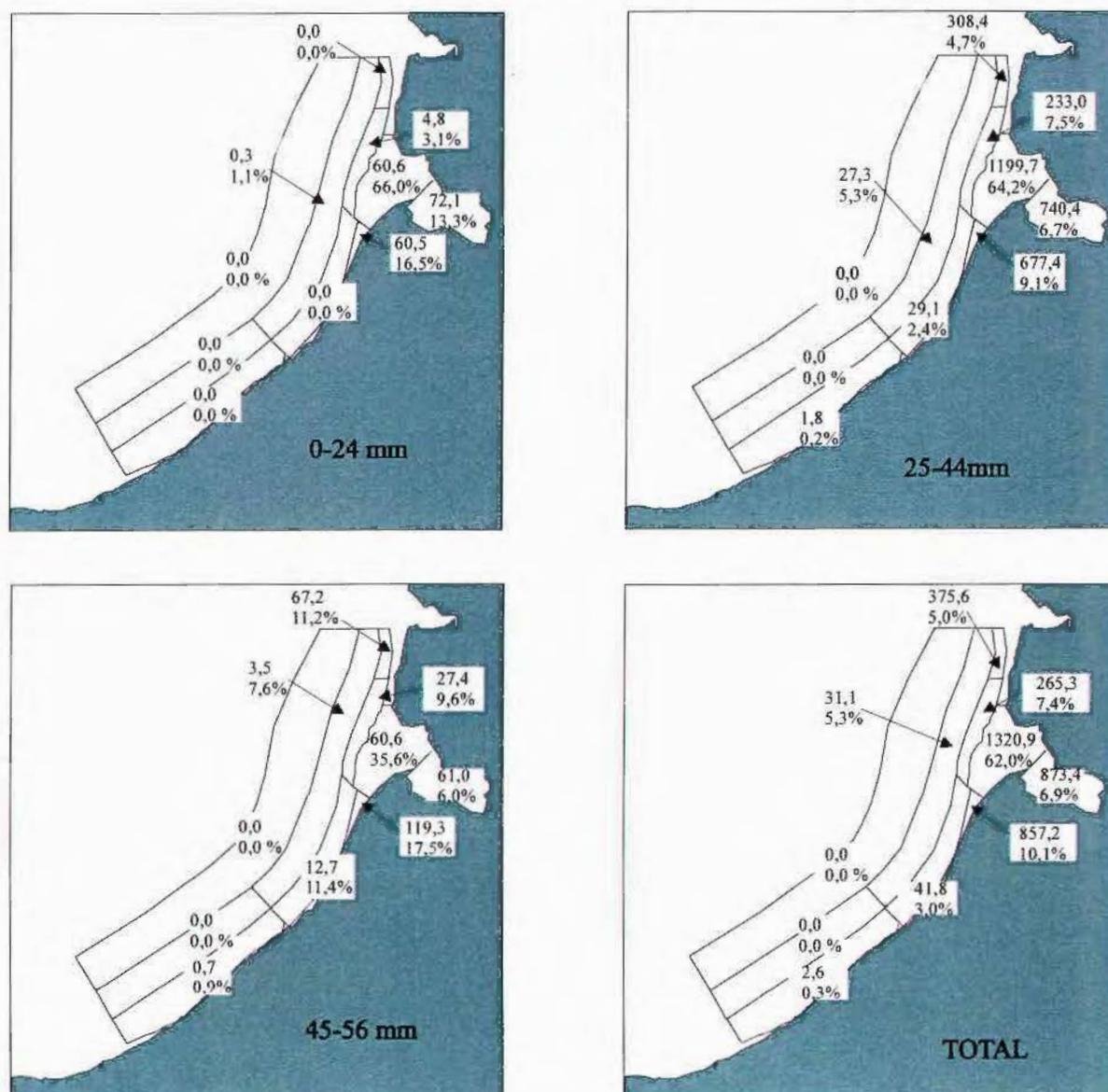


PLIE – septembre 2001

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



LIMANDE – septembre 2001
 Densités moyennes par strates (nb/1000 m²) et pourcentages par rapport à l'abondance totale.



CREVETTE – septembre 2001

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 2001.

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
ANGUANG	<i>Anguilla anguilla</i>	anguille
ARNOSPP	<i>Arnoglossus spp</i>	arnoglosse
ASTERUB	<i>Asterias rubens</i>	étoile de mer
ATHEPRE	<i>Atherina presbyter</i>	prêtre
BUGLLUT	<i>Buglossidium luteum</i>	petite sole jaune
CALLLYR	<i>Callionymus lyra</i>	dragonnet
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
CRANCRA	<i>Crangon crangon</i>	crevette grise
CYCLUM	<i>Cyclopterus lumpus</i>	Lompe
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
ENSISPP	<i>Ensis spp</i>	couteau
EUPABER	<i>Eupagurus bernhardus</i>	bernard-l'ermite
GADUMOR	<i>Gadus morhua</i>	morue
GOBIIDAX	<i>Gobiidae</i>	gobie
HYPELAN	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	lançon
LIMALIM	<i>Limanda limanda</i>	limande
LIOCHOL	<i>Liocarcinus holsatus</i>	"crabe nageur"
LIZASPP	<i>Liza spp</i>	mulet
LOLIGINX	<i>Loliginidae</i>	calmar
MACRLON	<i>Macropodia longirostris</i>	"Macropodia"
MACRPUB	<i>Macropipus puber</i>	étrille
MERLMNG	<i>Merlangius merlangus</i>	merlan
MULLSUR	<i>Mullus surmuletus</i>	rouget barbet
NASSSPP	<i>Nassarius spp</i>	nasse
OPHISPP	<i>Ophiuridae</i>	ophiure
PALASER	<i>Palaemon serratus</i>	bouquet
PLATFLE	<i>Platichthys flesus</i>	flet
PLEUPLA	<i>Pleuronectes platessa</i>	pie
PSAMMIL	<i>Psammechinus miliaris</i>	oursin vert
PSETMAX	<i>Psetta maxima</i>	turbot
RAJACLA	<i>Raja clavata</i>	raie bouclée
RAJASPP	<i>Raja spp</i>	raies
SARDPIL	<i>Sardina pilchardus</i>	sardine
SCOPRHO	<i>Scophthalmus rhombus</i>	barbue
SEPIOFF	<i>Sepia officinalis</i>	seiche
SEPISTP	<i>Sepioida spp</i>	sépiole
SOLEVUL	<i>Solea vulgaris</i>	sole commune
SPISSPP	<i>Spisule spp</i>	Spisule
SPONCAN	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	dorade grise
SPRASPR	<i>Sprattus sprattus</i>	sprat
SYNGSPP	<i>Syngnathus spp</i>	aiguille de mer
TRACTRU	<i>Trachurus trachurus</i>	chinchard
TRIGLUC	<i>Trigla lucerna</i>	grondin perlon
TRISLUS	<i>Trisopterus luscus</i>	tacaud
TRISMIN	<i>Trisopterus minutus</i>	petit tacaud

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

Code Rubbin	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E	Totalité
AGONCAT		0,95	0,09	0,42	0,17
ALLOSPP	1,57	1,04	0,32	1,26	0,51
AMMOTOB	0,09	0,07	0,03		0,03
ANGUANG			0,03		0,01
ARNOSPP	0,09		0,23		0,07
ASTERUB	0,14	37,40	52,14	0,42	18,46
ATHEPRE		0,14		0,05	0,02
BUGLUT	2,31	44,49	19,56	3,30	11,36
CALLLYR	46,52	62,95	57,78	2,62	29,90
CARCMAE		12,56	0,93	14,70	2,64
CILIMUS		0,57		0,21	0,09
CLUPHAR		2,08	0,03	2,67	0,42
COTTIDAX		0,02		0,05	0,01
CYCLUM				0,05	0,00
DICELAB	0,14	20,86		16,48	3,59
DONAX		2,15	0,06	0,10	0,30
ECHICOR			0,15		0,04
ECHIVIP	1,89	11,18	4,32	2,09	2,95
ENSISPP		0,02	0,12		0,03
EUPABER		2,31	3,53	0,42	1,24
GADUMOR		0,29		0,05	0,04
GOBIIDAX	8,07	117,90	29,90	9,27	24,69
HYPELAN				0,10	0,01
LIMALIM	0,23	41,05	1,14	3,19	5,82
LIOCHOL	1,84	134,20	20,12	6,85	23,26
LIZASPP				0,05	0,00
LOLIGINX		0,30	0,09	0,21	0,07
MACRLON	0,18			0,05	0,03
MACRPUB	0,92	2,55	4,03	0,05	1,51
MERLMNG	0,05	1,26	0,50	0,78	0,34
MULLSUR			0,12		0,03
NASSSPP	0,74	62,23	32,23		16,56
OPHISPP	0,46	5,45	58,48		15,99
PALASER				1,41	0,07
PLATFLE	0,18	0,41	0,03	0,05	0,09
PLEUPLA	1,06	13,20	3,18	6,17	3,01
PSAMMIL		1,63	10,42		2,92
PSETMAX	0,09	0,02		0,05	0,02
RAJACLA	0,23	3,35			0,47
RAJASPP	0,41	0,43	0,26	0,05	0,19
SARDPIL				0,05	0,00
SCOPRHO	0,09	0,16	0,09	0,26	0,07
SEPIOFF		0,07	1,17		0,31
SEPISTP	0,05	0,30	0,47	0,10	0,17
SOLEVUL	0,23	15,73	0,50	5,49	2,49
SPISSPP		0,22	0,26	0,05	0,10
SPONCAN			1,34		0,35
SPRASPR	3,96	0,29	2,34	0,16	1,21
SYNGSPP			0,03	0,10	0,01
TRACTRU			0,03		0,01
TRIGLUC			0,15	0,05	0,04
TRISLUS	12,22	21,31	13,69	1,46	8,13
TRISMIN		0,29	1,14		0,33

Pourcentage de l'abondance des espèces par strate.

Code Rubbin	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E
AGONCAT		73,35	13,56	13,09
ALLOSPP	43,74	26,68	16,53	13,05
AMMOTOB	43,50	31,10	25,40	
ANGUANG			100,00	
ARNOSPP	17,63		82,37	
ASTERUB	0,11	26,27	73,50	0,12
ATHEPRE		87,12		12,88
BUGLLUT	2,86	50,79	44,82	1,53
CALLLYR	21,95	27,30	50,29	0,46
CARCMAE		61,58	9,20	29,23
CILIMUS		87,12		12,88
CLUPHAR		64,60	1,82	33,58
COTTIDAX		45,82		54,18
CYCLUM				100,00
DICELAB	0,54	75,33		24,13
DONAX		93,10	5,07	1,83
ECHICOR			100,00	
ECHIVIP	9,04	49,12	38,11	3,73
ENSISPP		7,11	92,89	
EUPABER		24,17	74,06	1,77
GADUMOR		93,12		6,88
GOBIIDAX	4,61	61,91	31,51	1,97
HYPELAN				100,00
LIMALIM	0,56	91,47	5,09	2,88
LIOCHOL	1,12	74,82	22,51	1,55
LIZASPP				100,00
LOLIGINX		53,92	31,08	15,00
MACRLON	90,44			9,56
MACRPUB	8,61	21,85	69,36	0,18
MERLMNG	1,91	47,92	38,02	12,14
MULLSUR			100,00	
NASSSPP	0,63	48,72	50,65	
OPHISPP	0,41	4,42	95,17	
PALASER				100,00
PLATFLE	28,96	59,53	8,45	3,06
PLEUPLA	4,96	56,79	27,48	10,77
PSAMMIL		7,24	92,76	
PSETMAX	71,94	12,86		15,20
RAJACLA	6,96	93,04		
RAJASPP	31,56	30,09	36,86	1,48
SARDPIL				100,00
SCOPRHO	18,46	29,70	32,34	19,51
SEPIOFF		2,97	97,03	
SEPISSPP	3,76	22,84	70,22	3,18
SOLEVUL	1,31	81,91	5,19	11,60
SPISSPP		28,18	69,04	2,78
SPONCAN			100,00	
SPRASPR	46,13	3,07	50,12	0,68
SYNGSPP			58,01	41,99
TRACTRU			100,00	
TRIGLUC			93,25	6,75
TRISLUS	21,21	34,00	43,84	0,95
TRISMIN		11,16	88,84	

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+		2,08	0,03	2,67	0,42
DICELAB	groupe 0		20,68		16,48	3,55
DICELAB	groupe 2		0,11			0,01
DICELAB	groupe 3	0,14	0,07			0,03
GADUMOR	groupe 0		0,29		0,05	0,04
LIMALIM	groupe 0	0,18	40,06	0,38	3,14	5,48
LIMALIM	groupe 1	0,05	0,90	0,76	0,05	0,32
LIMALIM	groupe 2		0,09			0,01
LIZASPP	groupe 0				0,05	0,00
MERLMNG	groupe 0	0,05	1,22	0,47	0,78	0,33
MERLMNG	groupe 2		0,02	0,03		0,01
MERLMNG	groupe 3+		0,02			0,00
MULLSUR	groupe 0			0,12		0,03
PLATFLE	groupe 0	0,18	0,07		0,05	0,04
PLATFLE	groupe 1		0,11	0,03		0,02
PLATFLE	groupe 2		0,14			0,02
PLATFLE	groupe 3+	0,00	0,09	0,00	0,00	0,01
PLEUPLA	groupe 0	0,05	11,36	1,17	6,07	2,10
PLEUPLA	groupe 1	0,46	1,69	1,64	0,10	0,71
PLEUPLA	groupe 2	0,41	0,05	0,20		0,12
PLEUPLA	groupe 3+	0,14	0,11	0,18	0,00	0,08
PSETMAX	groupe 0				0,05	0,00
PSETMAX	groupe 1	0,09				0,01
PSETMAX	groupe 3		0,02			0,00
SARDPIL	groupe 1				0,05	0,00
SCOPRHO	groupe 0		0,02	0,06	0,26	0,03
SCOPRHO	groupe 1	0,05	0,14	0,03		0,03
SCOPRHO	groupe 2	0,05				0,01
SOLEVUL	groupe 0		12,38	0,09	5,39	1,91
SOLEVUL	groupe 1	0,23	3,26	0,41	0,10	0,57
SOLEVUL	groupe 2		0,09			0,01
SPONCAN	groupe 0			1,34		0,35
SPRASPR	groupe 0	0,05			0,16	0,01
SPRASPR	groupe 1	3,92	0,29	2,34		1,20
TRACTRU	groupe 0			0,03		0,01
TRIGLUC	groupe 0			0,12	0,05	0,03
TRIGLUC	groupe 1			0,03		0,01
TRISLUS	groupe 0	12,22	21,31	13,69	1,46	8,13

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

Code Rubbin	Groupe	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E
CLUPHAR	groupe 1+		64,60	1,82	33,58
DICELAB	groupe 0		75,58		24,42
DICELAB	groupe 2		100,00		
DICELAB	groupe 3	67,72	32,28		
GADUMOR	groupe 0		93,12		6,88
LIMALIM	groupe 0	0,47	94,72	1,80	3,01
LIMALIM	groupe 1	2,01	35,99	61,14	0,85
LIMALIM	groupe 2		100,00		
LIZASPP	groupe 0				100,00
MERLMNG	groupe 0	1,99	48,30	37,12	12,60
MERLMNG	groupe 2		23,44	76,56	
MERLMNG	groupe 3+		100,00		
MULLSUR	groupe 0			100,00	
PLATFLE	groupe 0	68,34	24,43		7,22
PLATFLE	groupe 1		64,75	35,25	
PLATFLE	groupe 2		100,00		
PLATFLE	groupe 3+		100,00		
PLEUPLA	groupe 0	0,31	70,05	14,46	15,18
PLEUPLA	groupe 1	9,10	30,59	59,53	0,77
PLEUPLA	groupe 2	49,32	5,88	44,80	
PLEUPLA	groupe 3+	24,69	17,65	57,66	
PSETMAX	groupe 0				100,00
PSETMAX	groupe 1	100,00			
PSETMAX	groupe 3		100,00		
SARDPIL	groupe 1				100,00
SCOPRHO	groupe 0		7,44	48,59	43,97
SCOPRHO	groupe 1	19,89	56,88	23,23	
SCOPRHO	groupe 2	100,00			
SOLEVUL	groupe 0		83,98	1,19	14,82
SOLEVUL	groupe 1	5,73	74,57	18,74	0,97
SOLEVUL	groupe 2		100,00		
SPONCAN	groupe 0			100,00	
SPRASPR	groupe 0	44,09			55,91
SPRASPR	groupe 1	46,16	3,11	50,73	
TRACTRU	groupe 0			100,00	
TRIGLUC	groupe 0			91,70	8,30
TRIGLUC	groupe 1			100,00	
TRISLUS	groupe 0	21,21	34,00	43,84	0,95

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	72,1	60,6	60,5	4,8	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2
25-44 mm	740,4	1199,7	677,4	233,0	29,1	27,3	1,8	0,0	0,0	308,4	94,7
45-56 mm	61,0	60,6	119,3	27,4	12,7	3,5	0,7	0,0	0,0	67,2	9,2
>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	873,4	1320,9	857,2	265,3	41,8	31,1	2,6	0,0	0,0	375,6	108,2

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	13,3	66,0	16,5	3,1	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
25-44 mm	6,7	64,2	9,1	7,5	2,4	5,3	0,2	0,0	0,0	4,7
45-56 mm	6,0	35,6	17,5	9,6	11,4	7,6	0,9	0,0	0,0	11,2
>56 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTALITE	6,9	62,0	10,1	7,4	3,0	5,3	0,3	0,0	0,0	5,0

ANNEXE 3.3

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

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

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFS			LARVES
					STADE1	STADE2	TOTAL	
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
2001	110	17	4	1	3.74	0.81	4.55	0.16
	110	17	4	2	1.02	0.56	1.58	0
	110	17	4	3	0.29	0.2	0.49	0
	111	3	5	1	0.64	1.12	1.76	0.33
	111	3	5	2	0.37	0.55	0.92	0.18
	111	3	5	3	0.51	0.42	0.94	0.32
	112	16	5	1	1.68	2.13	3.81	0
	112	16	5	2	0.96	1.3	2.26	0.23
	112	16	5	3	0.91	2.16	3.07	0.06
	113	5	6	1	0	0.36	0.36	0.05
	113	5	6	2	0	0.18	0.18	0.06
	113	5	6	3	0.19	0.19	0.38	2.25

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

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFS TOTAL	LARVES
	94	15	4	1	0	0
	94	15	4	2	0	0
	94	15	4	3	0	0
1997	95	15	5	1	0	0.11
	95	15	5	2	0	0
	95	15	5	3	0	0.04
	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
1998	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
	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
1999	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
	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
2000	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
	110	17	4	1	0	0
	110	17	4	2	0	0
	110	17	4	3	0	0
	111	3	5	1	0	0
	111	3	5	2	0	0
2001	111	3	5	3	0	0
	112	16	5	1	0	0
	112	16	5	2	0	0
	112	16	5	3	0	0
	113	5	6	1	0	0
	113	5	6	2	0	0
	113	5	6	3	0	0

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

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFS			LARVES
					STADE 1	STADE 2	TOTAL	
	94	15	4	1	0	1.17	1.17	0
	94	15	4	2	0.15	1.21	1.35	0
1997	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
	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
1998	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
	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
1999	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
	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
2000	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
	110	17	4	1	0	0	0	0
	110	17	4	2	0	0	0	0
	110	17	4	3	0	0	0	0
	111	3	5	1	0	0	0	0
	111	3	5	2	0	0	0	0
2001	111	3	5	3	0	0	0	0
	112	16	5	1	0	2.94	2.94	0
	112	16	5	2	0	2.38	2.38	0
	112	16	5	3	0.12	2.4	2.52	0
	113	5	6	1	0	0.15	0.15	2.96
	113	5	6	2	0	2.49	2.49	5.22
	113	5	6	3	5.32	28.28	33.59	14.28

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

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFs			LARVES
					STADE 1	STADE 2	TOTAL	
	94	15	4	1	2.94	7.01	9.94	16
	94	15	4	2	2.59	9.20	11.78	3.2
1997	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
	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
1998	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
	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
1999	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
	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
2000	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
	110	17	4	1	1.14	0.45	1.59	1.95
	110	17	4	2	1.45	1.02	2.47	2.69
	110	17	4	3	1.9	2.64	4.54	3.32
	111	3	5	1	0.24	0.36	0.6	26.84
	111	3	5	2	0.28	0.55	0.83	11.89
2001	111	3	5	3	3.86	2.93	6.79	9.64
	112	16	5	1	0.11	0.32	0.43	4.37
	112	16	5	2	0.32	1.1	1.41	7.76
	112	16	5	3	1.21	1.85	3.06	21.88
	113	5	6	1	0	0	0	1.14
	113	5	6	2	0.06	0.06	0.11	5.57
	113	5	6	3	0.86	4.26	5.13	2.14

Densités (nombre par 10 m3) de groseilles de mer

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	NOMBRE INDIVIDUS
	94	15	4	1	1.07
	94	15	4	2	0.75
1997	94	15	4	3	0.29
	95	15	5	1	40.87
	95	15	5	2	60.64
	95	15	5	3	33.02
	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
1998	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
	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
1999	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
	106	14	4	1	20.88
	106	14	4	2	164.1
	106	14	4	3	420.24
2000	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
	110	17	4	1	1.45
	110	17	4	2	0
	110	17	4	3	0.16
2001	111	3	5	1	5.23
	111	3	5	2	0.37
	111	3	5	3	0
	112	16	5	1	93.4
	112	16	5	2	25.97
	112	16	5	3	0.36
	113	5	6	1	592.5
	113	5	6	2	696.52
	113	5	6	3	89.86

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 2001

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
ANGUANG	<i>Anguilla anguilla</i>	anguille
ARNOSPP	<i>Arnoglossus spp</i>	arnoglosse
ASTERUB	<i>Asterias rubens</i>	étoile de mer
ATHEPRE	<i>Atherina presbyter</i>	prêtre
BUGLLUT	<i>Buglossidium luteum</i>	petite sole jaune
CALLLYR	<i>Callionymus lyra</i>	dragonnet
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
CRANCRA	<i>Crangon crangon</i>	crevette grise
CYCLUM	<i>Cyclopterus lumpus</i>	Lompe
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
ENSISPP	<i>Ensis spp</i>	couteau
EUPABER	<i>Eupagurus bernhardus</i>	bernard-l'ermite
GADUMOR	<i>Gadus morhua</i>	morue
GOBIIDAX	<i>Gobiidae</i>	gobie
HYPELAN	<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	lançon
LIMALIM	<i>Limanda limanda</i>	limande
LIOCHOL	<i>Liocarcinus holsatus</i>	"crabe nageur"
LIZASPP	<i>Liza spp</i>	mulet
LOLIGINX	<i>Loliginidae</i>	calmar
MACRLON	<i>Macropodia longirostris</i>	"Macropodia"
MACRPUB	<i>Macropipus puber</i>	étrille
MERLMNG	<i>Merlangius merlangus</i>	merlan
MULLSUR	<i>Mullus surmuletus</i>	rouget barbet
NASSSPP	<i>Nassarius spp</i>	nasse
OPHISPP	<i>Ophiuridae</i>	ophiure
PALASER	<i>Palaemon serratus</i>	bouquet
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
RAJASPP	<i>Raja spp</i>	raies
SARDPIL	<i>Sardina pilchardus</i>	sardine
SCOPRHO	<i>Scophthalmus rhombus</i>	barbue
SEPIOFF	<i>Sepia officinalis</i>	seiche
SEPISTP	<i>Sepioida spp</i>	sépiole
SOLEVUL	<i>Solea vulgaris</i>	sole commune
SPISSPP	<i>Spisule spp</i>	Spisule
SPONCAN	<i>Spondyliosoma cantharus</i>	dorade grise
SPRASPR	<i>Sprattus sprattus</i>	sprat
SYNGSPP	<i>Syngnathus spp</i>	aiguille de mer
TRACTRU	<i>Trachurus trachurus</i>	chinchard
TRIGLUC	<i>Trigla lucerna</i>	grondin perlon
TRISLUS	<i>Trisopterus luscus</i>	tacaud
TRISMIN	<i>Trisopterus minutus</i>	petit tacaud

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

Code Rubbin	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E	Totalité
AGONCAT		0,95	0,09	0,42	0,17
ALLOSPP	1,57	1,04	0,32	1,26	0,51
AMMOTOB	0,09	0,07	0,03		0,03
ANGUANG			0,03		0,01
ARNOSPP	0,09		0,23		0,07
ASTERUB	0,14	37,40	52,14	0,42	18,46
ATHEPRE		0,14		0,05	0,02
BUGLLUT	2,31	44,49	19,56	3,30	11,36
CALLLYR	46,52	62,95	57,78	2,62	29,90
CARMAE		12,56	0,93	14,70	2,64
CILIMUS		0,57		0,21	0,09
CLUPHAR		2,08	0,03	2,67	0,42
COTTIDAX		0,02		0,05	0,01
CYCLUM				0,05	0,00
DICELAB	0,14	20,86		16,48	3,59
DONAX		2,15	0,06	0,10	0,30
ECHICOR			0,15		0,04
ECHIVIP	1,89	11,18	4,32	2,09	2,95
ENSISPP		0,02	0,12		0,03
EUPABER		2,31	3,53	0,42	1,24
GADUMOR		0,29		0,05	0,04
GOBIIDAX	8,07	117,90	29,90	9,27	24,69
HYPELAN				0,10	0,01
LIMALIM	0,23	41,05	1,14	3,19	5,82
LIOCHOL	1,84	134,20	20,12	6,85	23,26
LIZASPP				0,05	0,00
LOLIGINX		0,30	0,09	0,21	0,07
MACRLON	0,18			0,05	0,03
MACRPUB	0,92	2,55	4,03	0,05	1,51
MERLMNG	0,05	1,26	0,50	0,78	0,34
MULLSUR			0,12		0,03
NASSSPP	0,74	62,23	32,23		16,56
OPHISPP	0,46	5,45	58,48		15,99
PALASER				1,41	0,07
PLATFLE	0,18	0,41	0,03	0,05	0,09
PLEUPLA	1,06	13,20	3,18	6,17	3,01
PSAMMIL		1,63	10,42		2,92
PSETMAX	0,09	0,02		0,05	0,02
RAJACLA	0,23	3,35			0,47
RAJASPP	0,41	0,43	0,26	0,05	0,19
SARDPIL				0,05	0,00
SCOPRHO	0,09	0,16	0,09	0,26	0,07
SEPIOFF		0,07	1,17		0,31
SEPISTP	0,05	0,30	0,47	0,10	0,17
SOLEVUL	0,23	15,73	0,50	5,49	2,49
SPISSPP		0,22	0,26	0,05	0,10
SPONCAN			1,34		0,35
SPRASPR	3,96	0,29	2,34	0,16	1,21
SYNGSPP			0,03	0,10	0,01
TRACTRU			0,03		0,01
TRIGLUC			0,15	0,05	0,04
TRISLUS	12,22	21,31	13,69	1,46	8,13
TRISMIN		0,29	1,14		0,33

Pourcentage de l'abondance des espèces par strate

Code Rubbin	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E
AGONCAT		73,35	13,56	13,09
ALLOSPP	43,74	26,68	16,53	13,05
AMMOTOB	43,50	31,10	25,40	
ANGUANG			100,00	
ARNOSPP	17,63		82,37	
ASTERUB	0,11	26,27	73,50	0,12
ATHEPRE		87,12		12,88
BUGLLUT	2,86	50,79	44,82	1,53
CALLLYR	21,95	27,30	50,29	0,46
CARCMAE		61,58	9,20	29,23
CILIMUS		87,12		12,88
CLUPHAR		64,60	1,82	33,58
COTTIDAX		45,82		54,18
CYCLUM				100,00
DICELAB	0,54	75,33		24,13
DONAX		93,10	5,07	1,83
ECHICOR			100,00	
ECHIVIP	9,04	49,12	38,11	3,73
ENSISPP		7,11	92,89	
EUPABER		24,17	74,06	1,77
GADUMOR		93,12		6,88
GOBIIDAX	4,61	61,91	31,51	1,97
HYPELAN				100,00
LIMALIM	0,56	91,47	5,09	2,88
LIOCHOL	1,12	74,82	22,51	1,55
LIZASPP				100,00
LOLIGINX		53,92	31,08	15,00
MACRLON	90,44			9,56
MACRPUB	8,61	21,85	69,36	0,18
MERLMNG	1,91	47,92	38,02	12,14
MULLSUR			100,00	
NASSSPP	0,63	48,72	50,65	
OPHISPP	0,41	4,42	95,17	
PALASER				100,00
PLATFLE	28,96	59,53	8,45	3,06
PLEUPLA	4,96	56,79	27,48	10,77
PSAMMIL		7,24	92,76	
PSETMAX	71,94	12,86		15,20
RAJACLA	6,96	93,04		
RAJASPP	31,56	30,09	36,86	1,48
SARDPIL				100,00
SCOPRHO	18,46	29,70	32,34	19,51
SEPIOFF		2,97	97,03	
SEPISSPP	3,76	22,84	70,22	3,18
SOLEVUL	1,31	81,91	5,19	11,60
SPISSPP		28,18	69,04	2,78
SPONCAN			100,00	
SPRASPR	46,13	3,07	50,12	0,68
SYNGSPP			58,01	41,99
TRACTRU			100,00	
TRIGLUC			93,25	6,75
TRISLUS	21,21	34,00	43,84	0,95
TRISMIN		11,16	88,84	

**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+		2,08	0,03	2,67	0,42
DICELAB	groupe 0		20,68		16,48	3,55
DICELAB	groupe 2		0,11			0,01
DICELAB	groupe 3	0,14	0,07			0,03
GADUMOR	groupe 0		0,29		0,05	0,04
LIMALIM	groupe 0	0,18	40,06	0,38	3,14	5,48
LIMALIM	groupe 1	0,05	0,90	0,76	0,05	0,32
LIMALIM	groupe 2		0,09			0,01
LIZASPP	groupe 0				0,05	0,00
MERLMNG	groupe 0	0,05	1,22	0,47	0,78	0,33
MERLMNG	groupe 2		0,02	0,03		0,01
MERLMNG	groupe 3+		0,02			0,00
MULLSUR	groupe 0			0,12		0,03
PLATFLE	groupe 0	0,18	0,07		0,05	0,04
PLATFLE	groupe 1		0,11	0,03		0,02
PLATFLE	groupe 2		0,14			0,02
PLATFLE	groupe 3+	0,00	0,09	0,00	0,00	0,01
PLEUPLA	groupe 0	0,05	11,36	1,17	6,07	2,10
PLEUPLA	groupe 1	0,46	1,69	1,64	0,10	0,71
PLEUPLA	groupe 2	0,41	0,05	0,20		0,12
PLEUPLA	groupe 3+	0,14	0,11	0,18	0,00	0,08
PSETMAX	groupe 0				0,05	0,00
PSETMAX	groupe 1	0,09				0,01
PSETMAX	groupe 3		0,02			0,00
SARDPIL	groupe 1				0,05	0,00
SCOPRHO	groupe 0		0,02	0,06	0,26	0,03
SCOPRHO	groupe 1	0,05	0,14	0,03		0,03
SCOPRHO	groupe 2	0,05				0,01
SOLEVUL	groupe 0		12,38	0,09	5,39	1,91
SOLEVUL	groupe 1	0,23	3,26	0,41	0,10	0,57
SOLEVUL	groupe 2		0,09			0,01
SPONCAN	groupe 0			1,34		0,35
SPRASPR	groupe 0	0,05			0,16	0,01
SPRASPR	groupe 1	3,92	0,29	2,34		1,20
TRACTRU	groupe 0			0,03		0,01
TRIGLUC	groupe 0			0,12	0,05	0,03
TRIGLUC	groupe 1			0,03		0,01
TRISLUS	groupe 0	12,22	21,31	13,69	1,46	8,13

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

Code Rubbin	Groupe	Strate A	Strate B	Strate C	Strate E
CLUPHAR	groupe 1+		64,60	1,82	33,58
DICELAB	groupe 0		75,58		24,42
DICELAB	groupe 2		100,00		
DICELAB	groupe 3	67,72	32,28		
GADUMOR	groupe 0		93,12		6,88
LIMALIM	groupe 0	0,47	94,72	1,80	3,01
LIMALIM	groupe 1	2,01	35,99	61,14	0,85
LIMALIM	groupe 2		100,00		
LIZASPP	groupe 0				100,00
MERLMNG	groupe 0	1,99	48,30	37,12	12,60
MERLMNG	groupe 2		23,44	76,56	
MERLMNG	groupe 3+		100,00		
MULLSUR	groupe 0			100,00	
PLATFLE	groupe 0	68,34	24,43		7,22
PLATFLE	groupe 1		64,75	35,25	
PLATFLE	groupe 2		100,00		
PLATFLE	groupe 3+		100,00		
PLEUPLA	groupe 0	0,31	70,05	14,46	15,18
PLEUPLA	groupe 1	9,10	30,59	59,53	0,77
PLEUPLA	groupe 2	49,32	5,88	44,80	
PLEUPLA	groupe 3+	24,69	17,65	57,66	
PSETMAX	groupe 0				100,00
PSETMAX	groupe 1	100,00			
PSETMAX	groupe 3		100,00		
SARDPIL	groupe 1				100,00
SCOPRHO	groupe 0		7,44	48,59	43,97
SCOPRHO	groupe 1	19,89	56,88	23,23	
SCOPRHO	groupe 2	100,00			
SOLEVUL	groupe 0		83,98	1,19	14,82
SOLEVUL	groupe 1	5,73	74,57	18,74	0,97
SOLEVUL	groupe 2		100,00		
SPONCAN	groupe 0			100,00	
SPRASPR	groupe 0	44,09			55,91
SPRASPR	groupe 1	46,16	3,11	50,73	
TRACTRU	groupe 0			100,00	
TRIGLUC	groupe 0			91,70	8,30
TRIGLUC	groupe 1			100,00	
TRISLUS	groupe 0	21,21	34,00	43,84	0,95

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	72,1	60,6	60,5	4,8	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	4,2
25-44 mm	740,4	1199,7	677,4	233,0	29,1	27,3	1,8	0,0	0,0	308,4	94,7
45-56 mm	61,0	60,6	119,3	27,4	12,7	3,5	0,7	0,0	0,0	67,2	9,2
>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	873,4	1320,9	857,2	265,3	41,8	31,1	2,6	0,0	0,0	375,6	108,2

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	13,3	66,0	16,5	3,1	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,0
25-44 mm	6,7	64,2	9,1	7,5	2,4	5,3	0,2	0,0	0,0	4,7
45-56 mm	6,0	35,6	17,5	9,6	11,4	7,6	0,9	0,0	0,0	11,2
>56 mm	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TOTALITE	6,9	62,0	10,1	7,4	3,0	5,3	0,3	0,0	0,0	5,0

ANNEXE 3.3

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

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

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFs			LARVES
					STADE1	STADE2	TOTAL	
	94	15	4	1	5.79	12.84	18.63	0.42
1997	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
	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
1998	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
	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
1999	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
	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
2000	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
	109	8	6	3	0	0	0	0.15
	110	17	4	1	3.74	0.81	4.55	0.16
	110	17	4	2	1.02	0.56	1.58	0
	110	17	4	3	0.29	0.2	0.49	0
2001	111	3	5	1	0.64	1.12	1.76	0.33
	111	3	5	2	0.37	0.55	0.92	0.18
	111	3	5	3	0.51	0.42	0.94	0.32
	112	16	5	1	1.68	2.13	3.81	0
	112	16	5	2	0.96	1.3	2.26	0.23
	112	16	5	3	0.91	2.16	3.07	0.06
	113	5	6	1	0	0.36	0.36	0.05
		113	5	6	2	0	0.18	0.18
	113	5	6	3	0.19	0.19	0.38	2.25

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

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFS TOTAL	LARVES
	94	15	4	1	0	0
	94	15	4	2	0	0
	94	15	4	3	0	0
1997	95	15	5	1	0	0.11
	95	15	5	2	0	0
	95	15	5	3	0	0.04
	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
1998	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
	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
1999	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
	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
2000	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
	110	17	4	1	0	0
	110	17	4	2	0	0
	110	17	4	3	0	0
	111	3	5	1	0	0
	111	3	5	2	0	0
2001	111	3	5	3	0	0
	112	16	5	1	0	0
	112	16	5	2	0	0
	112	16	5	3	0	0
	113	5	6	1	0	0
	113	5	6	2	0	0
	113	5	6	3	0	0

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

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFs		TOTAL	LARVES
					STADE 1	STADE 2		
	94	15	4	1	0	1.17	1.17	0
	94	15	4	2	0.15	1.21	1.35	0
1997	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
	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
1998	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
	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
1999	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
	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
2000	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
	110	17	4	1	0	0	0	0
	110	17	4	2	0	0	0	0
	110	17	4	3	0	0	0	0
	111	3	5	1	0	0	0	0
	111	3	5	2	0	0	0	0
2001	111	3	5	3	0	0	0	0
	112	16	5	1	0	2.94	2.94	0
	112	16	5	2	0	2.38	2.38	0
	112	16	5	3	0.12	2.4	2.52	0
	113	5	6	1	0	0.15	0.15	2.96
	113	5	6	2	0	2.49	2.49	5.22
	113	5	6	3	5.32	28.28	33.59	14.28

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

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	OEUFs			LARVES
					STADE 1	STADE 2	TOTAL	
	94	15	4	1	2.94	7.01	9.94	16
	94	15	4	2	2.59	9.20	11.78	3.2
1997	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
	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
1998	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
	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
1999	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
	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
2000	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
	110	17	4	1	1.14	0.45	1.59	1.95
	110	17	4	2	1.45	1.02	2.47	2.69
	110	17	4	3	1.9	2.64	4.54	3.32
	111	3	5	1	0.24	0.36	0.6	26.84
	111	3	5	2	0.28	0.55	0.83	11.89
2001	111	3	5	3	3.86	2.93	6.79	9.64
	112	16	5	1	0.11	0.32	0.43	4.37
	112	16	5	2	0.32	1.1	1.41	7.76
	112	16	5	3	1.21	1.85	3.06	21.88
	113	5	6	1	0	0	0	1.14
	113	5	6	2	0.06	0.06	0.11	5.57
	113	5	6	3	0.86	4.26	5.13	2.14

Densités (nombre par 10 m³) de goseilles de mer

ANNEE	MISSION	JOUR	MOIS	N° POINT	NOMBRE INDIVIDUS
	94	15	4	1	1.07
	94	15	4	2	0.75
1997	94	15	4	3	0.29
	95	15	5	1	40.87
	95	15	5	2	60.64
	95	15	5	3	33.02
		98	20	4	1
	98	20	4	2	6.19
	98	20	4	3	0
	99	4	5	1	508.29
	99	4	5	2	781.72
1998	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
	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
1999	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
	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
2000	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
	110	17	4	1	1.45
	110	17	4	2	0
	110	17	4	3	0.16
	111	3	5	1	5.23
	111	3	5	2	0.37
2001	111	3	5	3	0
	112	16	5	1	93.4
	112	16	5	2	25.97
	112	16	5	3	0.36
	113	5	6	1	592.5
	113	5	6	2	696.52
	113	5	6	3	89.86

4. Résumé

En 2001, les températures ont été généralement plus élevées (en moyenne 1,1°C) que la moyenne établie depuis 1972.

Les hauteurs de précipitations ont également été régulièrement supérieures à la moyenne établie sur les 29 dernières années.

Les résultats du programme de surveillance 2001 du site de Penly indiquent que les caractéristiques hydrologiques de la colonne d'eau étaient atypiques cette année sur deux points en raison des conditions climatiques exceptionnelles. Premièrement, en raison de précipitations élevées qui ont engendré des débits de rivières exceptionnels, les plus faibles salinités ont été observées depuis 1989. Il en a résulté des teneurs en sels nutritifs relativement élevées par rapport aux données acquises précédemment dans le cadre du programme IGA. En outre dans ce secteur de la Manche orientale, les courants de marée parallèles à la côte constituent une entrave au mélange de ces eaux douces avec les eaux océaniques. Cela crée une masse d'eau côtière permanente (« fleuve côtier ») dont la dessalure est sans cesse entretenue par les apports fluviaux qui s'échelonnent de la Baie de Seine au Pas de Calais.

Deuxièmement, le réchauffement estival de la colonne d'eau a été important, conduisant à des températures parmi les plus fortes enregistrées depuis 1989. Malgré ces conditions climatiques exceptionnelles, les paramètres hydrologiques mesurés lors des campagnes 2001 semblent avoir suivi un cycle saisonnier que l'on peut qualifier de classique : consommation par le phytoplancton des sels nutritifs entre le printemps et l'été suite à l'augmentation de la température de l'eau et de l'insolation, suivi durant l'automne de processus de régénération.

Un récapitulatif des paramètres présentant des différences significatives identifiées à partir de l'étude statistique réalisée sur les données acquises depuis 1989 est présenté dans le tableau ci-après.

<i>COMPARAISON</i>	<i>PRINTEMPS</i>	<i>ETE</i>	<i>AUTOMNE</i>
CANAL / REJET	Température Salinité --- --- --- Silicate	Température Salinité --- Nitrite --- Silicate	Température Salinité Ammonium Nitrite Phosphate Silicate
REFERENCE / REJET	Température Salinité --- Nitrate MES	Température Salinité Ammonium --- Silicate MES	Température Salinité Ammonium --- --- MES
CANAL / REFERENCE	Température Salinité --- --- MES	Température Salinité Ammonium Silicate MES	--- Salinité --- --- MES
CONTROLE / REFERENCE	Température ---	Température ---	Température Nitrate
CONTROLE / CANAL	Salinité --- --- --- --- ---	Salinité --- --- Phosphate Silicate MES	--- Ammonium Nitrite Phosphate Silicate ---
CONTROLE / REJET	Température --- --- --- --- ---	Température --- Ammonium --- --- --- MES	Température Salinité Ammonium Nitrite Phosphate Silicate ---

Récapitulatif des paramètres présentant des différences significatives

Cette étude a révélé que la température présente toujours des valeurs significativement plus élevées au « rejet » qu'aux autres stations. Les mesures indiquent que l'impact thermique est relativement réduit. En effet, les échantillons prélevés aux abords des rejets (environ 20 m) présentent des taux de dilution importants (plus de 90% en moyenne depuis 1989). Par ailleurs, la modélisation du rejet d'eau échauffée montre que d'une part l'évolution de la tâche thermique dépend faiblement des courants de marée et que d'autre part cette tâche reste localisée autour de la centrale.

Les autres paramètres (salinité, sels nutritifs et MES) présentent quelques différences significatives entre les stations. Cependant, celles-ci s'expliquent principalement par les différences de salinité observées aux différentes stations qui reflètent par ailleurs les caractéristiques hydrodynamiques particulières et complexes de ce secteur de la Manche Orientale. Les données de surveillance n'ont pas permis de déceler d'anomalie dans le cycle saisonnier de ces paramètres hydrologiques.

Finalement, hormis l'échauffement de l'eau aux abords proches du site qui représente le principal impact sur l'écosystème, la centrale via ses rejets ne semble pas modifier les caractéristiques hydrologiques intrinsèques du milieu (teneurs et variations saisonnières).

Les dénombrements microphytoplanctoniques du site de Penly, mise à part la campagne de septembre, montrent la régularité du phénomène au cours duquel la population de la période "hivernale", peu développée, est remplacée en été par une population dense monospécifique constituée pour l'essentiel par des diatomées du genre *Rhizosolenia*. C'est en général la multiplication active des espèces de ce genre qui représente les poussées phytoplanctoniques du site. Nous ne pouvons donc pas conclure à l'existence d'un déséquilibre dans la composition floristique du site de Penly en 2001.

En 2001, les valeurs obtenues pour les paramètres globaux (poids sec, carbone et azote) varient de manière aléatoire. L'examen détaillé du zooplancton présent permet cependant de faire le lien entre ces variations et la distribution hétérogène de la population. Tous les paramètres pris en compte se situent dans les limites habituelles de variations observées depuis la mise en place de la surveillance sur ce site, et rien ne permet de conclure à un impact sur le milieu proche des eaux chaudes rejetées par la centrale de Penly.

La surveillance microbiologique du site de la centrale de Penly pendant l'année 2001 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 2000.
- 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 2000, il y a diminution 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 2001 ainsi qu'au point référence en septembre 2001. Il y a peu d'évolution par rapport à la campagne 2000.

Au cours de cette étude de surveillance 2^{ème} phase (12^{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 ichthyoplanctoniques, on note pour la sole que l'année 2001 (de 3.1 œufs/10 m³ à 4.55 œufs/10 m³) est comparable à l'année 1999 (3.3 œufs/10 m³ en avril) et qu'elle est inférieure aux années 2000 (6.4 œufs/10 m³), 1998 (8.7 œufs/10 m³) et 1997 (18.6 œufs/10 m³).

En 2001, on note une forte diminution du frai du sprat, qui présente des effectifs de (1.59 à 6.79 œufs/10 m³), nettement inférieur à ceux observés les années précédentes (de 11 à 108 œufs/10 m³).

Pour l'autre poisson pélagique, les œufs de sardine (de 24 à 33.59 œufs/10 m³) sont également nettement inférieurs à ceux rencontrés en 2000 (de 13.43 à 269.33 œufs/10 m³).

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

Enfin, on note que les groseilles de mer présentent une densité qui s'insère dans l'intervalle des valeurs observées durant les études (696,52 individus /10m³ le 5 juin 2001). Depuis 1992, les densités maximales ont varié de 57 à 782 individus/10m³.

Pour ce qui concerne la macrofaune halieutique, 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 rencontrées pendant la campagne 2001, le plan d'échantillonnage prévu, a pu être réalisé.

En 2001, les indices d'abondance des juvéniles groupe 0 de soles sont bons et ceux de limande moyens, avec cependant une augmentation par rapport à 2000. Pour la plie, au contraire, l'abondance est en baisse, mais reste dans la moyenne des valeurs constatées les années précédentes.

La répartition géographique des groupes d'âge est un peu différente de celle des années antérieures. Elle se caractérise par la dominance des groupes 0 de plie, limande et sole en bordure extérieure de la baie de Somme (strate B). Cette légère translation vers le large est sans doute due aux fortes intempéries ayant affecté le bassin versant pendant l'hiver et le printemps.

Nous constatons une densité globale de crevettes grises en baisse par rapport à celle de 2000 (108,2 ind./1000 m²), l'indice est faible comparé à ceux observés depuis le début de l'étude. La répartition géographique reste, par contre, comparable aux années antérieures.