

Découvrez plus de documents
accessibles gratuitement dans [Archimer](#)

**SURVEILLANCE ECOLOGIQUE
ET HALIEUTIQUE
DU SITE DE FLAMANVILLE
ANNEE 1994**

RAPPORT SCIENTIFIQUE ANNUEL

Luc DREVES Jean Yves QUINTIN
Evelyne ERARD-LE DENN Michel LUNVEN
Jocelyne MARTIN Dominique MIOSSEC

Convention de marché EDF 95.F.0060

Edition : juin 1995



IFREMER - Centre de Brest
B.P. 70 - 29 280 Plouzané
Tél. 98.22.44.73 - Fax 98.22.45.48

DEL / BREST - 95.09

<p>IFREMER Centre de Brest S.D.P. B.P. 70 29 263 Plouzané Tel : 98.22.40.40 Fax : 98.22.45.45 Telex : 940 627</p>	<p>DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DE L'AMENAGEMENT LITTORAL DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES</p>	
<p>AUTEURS : Luc DREVES - Jean Yves QUINTIN Evelyne ERARD LE DENN - Michel LUNVEN Jocelyne MARTIN - Dominique MIOSSEC</p>	<p>CODE : DEL/BREST - 95.09</p>	
<p>TITRE : SURVEILLANCE ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE DU SITE DE FLAMANVILLE ANNEE 1994</p>	<p>Date : juin 1995 Tirage : 40 Nb pages : 112 + annexes</p>	
<p>Commande EDF 95.F.0060</p>	<p>Rapport scientifique annuel</p>	<p>Diffusion libre : <input checked="" type="checkbox"/> restreinte : confidentielle :</p>
<p>RESUME : L'étude de surveillance n°12 du site électronucléaire de FLAMANVILLE (département de la Manche) concerne l'année 1994. Sont étudiés les domaines pélagique, benthique et halieutique. L'année 1994 est la 9ème année de fonctionnement de la Centrale.</p>		
<p>ABSTRACT : Monitoring n°12 of the FLAMANVILLE nuclear power plant takes into account studies conducted between March and September 1994. Hydrology, microbiology, phytoplankton, zooplankton, intertidal phytobenthos and zoobenthos, and fishing are reported. 1994 is the ninth year of operation for this power plant.</p>		
<p>Mots - clés : Benthos, Centrale nucléaire, Halieutique, Pelagos, Surveillance.</p>		
<p>Key words : Benthos, Fishing, Monitoring, Nuclear power plant, Pelagos.</p>		

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

**SURVEILLANCE ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE
SITE DE FLAMANVILLE**

ANNEE 1994

RAPPORT SCIENTIFIQUE ANNUEL

IFREMER Centre de BREST

B.P. 70
29 280 PLOUZANE
TEL : 98.22.40.40
FAX : 98.22.45.45

IFREMER Centre de NANTES

B.P. 1049
44 037 NANTES CEDEX
TEL : 40.37.40.00
FAX : 40.37.40.01

IFREMER Station de PORT EN BESSIN

Av. du Général DE GAULLE
14520 PORT-EN-BESSIN
TEL : 31.51.13.00
FAX : 31.51.13.01

Laboratoire Départemental et Régional de Biologie et d'Hygiène de CAEN

34, rue FRED SCAMARONI
B.P. 303
14014 CAEN CEDEX

Edition définitive : Juin 1995

Convention générale EDF/IFREMER n° ST 64 T 7001

Convention particulière CNPE FLAMANVILLE/IFREMER n° EDF 95.F.0060

Conformément à la convention générale passée entre E.D.F. et l'IFREMER (document référencé n° 64 T 7001), trois documents contractuels sont établis chaque année par l'IFREMER pour chacun des cinq sites littoraux (Gravelines, Penly, Pahué, Flamanville) et estuarien (Le Blayais).

Ces documents sont :

- un état d'avancement des travaux réalisés au cours du premier semestre de l'année N, document remis au plus tard le 15 juillet suivant ;*
- un rapport préliminaire de synthèse, remis au plus tard le 31 janvier de l'année N+1 ;*
- un rapport final, dont l'édition définitive est remise au plus tard le 15 juin de l'année N+1.*

En ce qui concerne la surveillance du CNPE¹ de Flamanville au cours de l'année 1994, l'état d'avancement a été adressé à EDF le 11 juillet 1994, le rapport préliminaire le 18 janvier 1995. Le rapport scientifique annuel final fait l'objet du présent document, une édition provisoire ayant été soumise à E.D.F. le 11 mai dernier.

¹ Centre Nucléaire de Production d'Electricité

SOMMAIRE

	PAGE
Préambule	1
Partie 1. Les caractéristiques environnementales de l'année 1994	
1.1. Climatologie _____	5
1.2. Fonctionnement de la Centrale _____	7
1.3. Température de l'eau de mer _____	9
1.4. Présentation des travaux réalisés en 1994 _____	9
Partie 2. Le domaine pélagique	
2.1. Méthodologie _____	17
2.2. Hydrobiologie _____	17
2.3. Phytoplancton _____	29
2.4. Zooplancton _____	37
2.5. Microbiologie _____	57
2.6. Trihalométhanes _____	61
Partie 3. Le domaine benthique	
3.1. Phytobenthos intertidal _____	65
3.2. Zoobenthos intertidal - substrats durs _____	77
Partie 4. Le domaine halieutique	
4.1. Larves de crustacés _____	89
4.2. Surveillance de la pêche côtière des crustacés _____	99
Conclusion générale _____	107
BIBLIOGRAPHIE _____	111
ANNEXES _____	...

PREAMBULE

Dans le cadre de l'implantation d'une Centrale électronucléaire sur le littoral de la commune de Flamanville (département de la Manche) et du contexte législatif en vigueur, Electricité de France a confié à l'IFREMER¹ la réalisation des études écologique et halieutique du milieu marin environnant.

Une étude essentiellement bibliographique, dite d'Avant-projet, a été réalisée en 1975 par le CNEXO², pour la partie écologique, et l'ISTPM³, pour la partie halieutique.

L'étude de Projet, menée par ces deux organismes de juillet 1976 à août 1978 (étude écologique) et d'avril 1977 à septembre 1979 (étude halieutique), a eu pour objet d'établir un état de référence avant l'implantation de la centrale électronucléaire. Seule la composante de l'étude halieutique, concernant l'observation de la pêcherie de crustacés du nord-ouest Cotentin, a été maintenue entre les deux phases de Projet et de Surveillance (de 1980 à 1982).

L'étude de Surveillance a commencé en 1983, soit deux années avant la date théorique de mise en fonctionnement de la première tranche de la Centrale (janvier 1985). La mise en route s'étant effectuée progressivement à partir de 1986, le contenu de cette étude est resté inchangé au cours des sept premières années de fonctionnement réel de la Centrale.

Cette étude de Surveillance devait permettre dans un premier temps d'apprécier les fluctuations naturelles pluriannuelles des principaux paramètres

¹ Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la mer (organisme issu de la fusion du CNEXO et de l'ISTPM en 1984)

² Centre National pour l'Exploitation des Océans

³ Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes

retenus à partir de l'étude de Projet. Dans un deuxième temps, elle doit permettre d'analyser l'incidence éventuelle de la Centrale sur le milieu marin et ses ressources.

A compter de l'année 1993, le programme de Surveillance a été allégé. Conformément à la stratégie déjà adoptée sur le site de Paluel, par exemple, l'étude du domaine pélagique est réalisée en trois points au lieu de quatre comme précédemment, le point "contrôle" étant abandonné.

Les résultats présentés dans ce rapport concernent 1994, 9^{ème} année de fonctionnement de la Centrale, et se rapportent à l'étude :

- de l'hydrologie, du phytoplancton, du zooplancton, du phytobenthos, du zoobenthos, études réalisées au Centre IFREMER de Brest par le Laboratoire Ecologie et le Service Qualité du Milieu, dépendants de la Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Littoral (DEL/EC et DEL/QM) ;

- de la microbiologie confiée au Laboratoire Départemental et Régional de Biologie et d'Hygiène de Caen pour les prélèvements et leur dépouillement, l'interprétation des résultats se faisant à Brest (DEL/EC) ;

- halieutique réalisée au Centre IFREMER de Nantes et à la Station IFREMER de Port-en-Bessin par le Département Ressources Halieutiques de la Direction des Ressources Vivantes (DRV/RH).

La coordination de l'étude est assurée au Centre IFREMER de Brest au sein du laboratoire Ecologie (DEL/EC).

**1. LES CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES
DE L'ANNEE 1994**

par **Luc DREVES (DEL-ECOLOGIE)**

1.1. CLIMATOLOGIE.

Les données communiquées par la Direction de METEO-FRANCE proviennent d'enregistrements réalisés au sémaphore de la Hague (température et pluviométrie) et à la station de Valognes (insolation). Elles sont comparées, quand l'acquisition existe, à celles enregistrées sur ces sites depuis 1977.

Au cours des 18 dernières années de mesures, la température moyenne mensuelle de l'air varie de 6,3 °C en février à 16,7 °C en août, soit une amplitude thermique moyenne annuelle de 10,4 °C. Le minimum moyen mensuel a été enregistré en février 1986 (2,2 °C), le maximum en août 1989 (18,3 °C).

La pluviométrie est maximale d'octobre à janvier, le maximum des précipitations étant noté en décembre avec 94 mm de hauteur moyenne d'eau. La période la plus sèche s'étend d'avril à août, les valeurs moyennes mensuelles variant de 41 mm à 46 mm. Sur cette période 1977-1994, le mois de décembre 1993 a été le plus humide avec 162 mm, et mai 1989 le plus sec avec seulement 1,4 mm.

Par rapport aux valeurs enregistrées au cours de ces 18 années, l'année 1994 se caractérise principalement par :

- une température clémente (figure 1.1 ; annexe 1.1) ; les températures moyennes mensuelles sont supérieures aux moyennes saisonnières tout au long de l'année, à l'exception toutefois de septembre et octobre, mois où elles ne sont cependant que légèrement inférieures à la moyenne ; deux nouveaux maxima de température moyenne sont établis en novembre avec 12,6 °C, dépassant de plus de 1 °C la précédente valeur de novembre 1978 (11,5 °C), et en décembre avec 10,1 °C (contre 9,7 °C en 1988) ;

- des précipitations importantes (figure 1.3 ; annexe 1.2) ; à l'exception des mois de mars et juin, la pluviométrie est supérieure à la moyenne saisonnière, avec de nouvelles valeurs maximales enregistrées en mai (98,6 mm) et août (96 mm) ; la pluviométrie totale annuelle (1 001 mm) est la plus forte enregistrée sur la période 1977-1994, les autres années les plus humides étant 1992 (884 mm) et 1993 (854 mm) ; la moyenne calculée sur les 18 années d'observations étant de 725 mm.

Fig. 1.1 : Moyennes mensuelles des températures de l'air au sémaphore de La Hague de 1977 à 1994

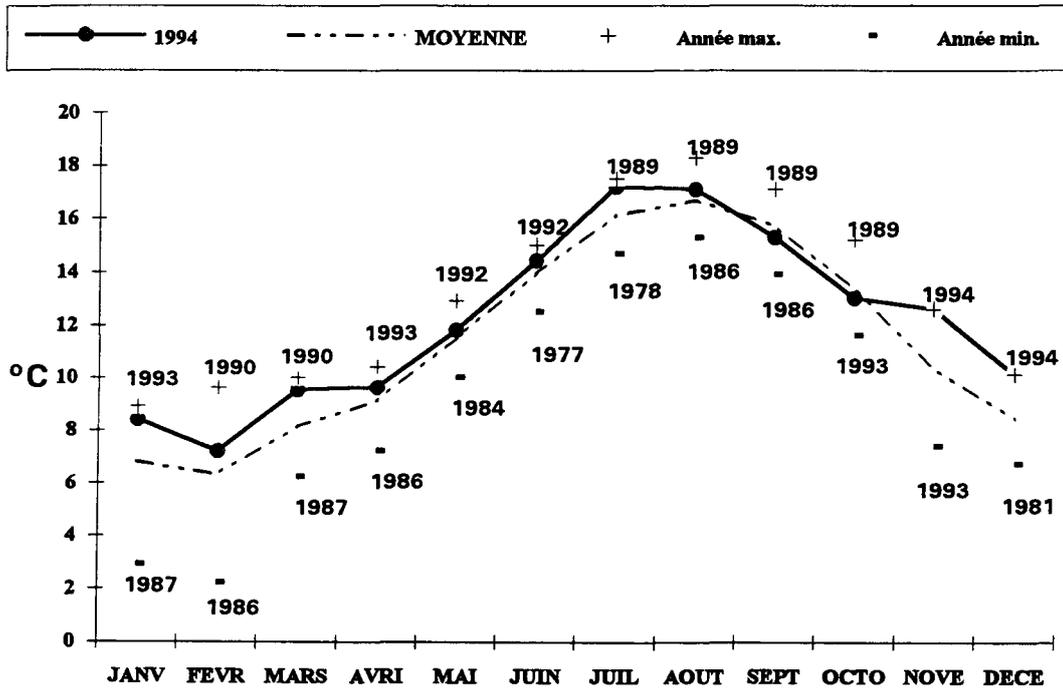
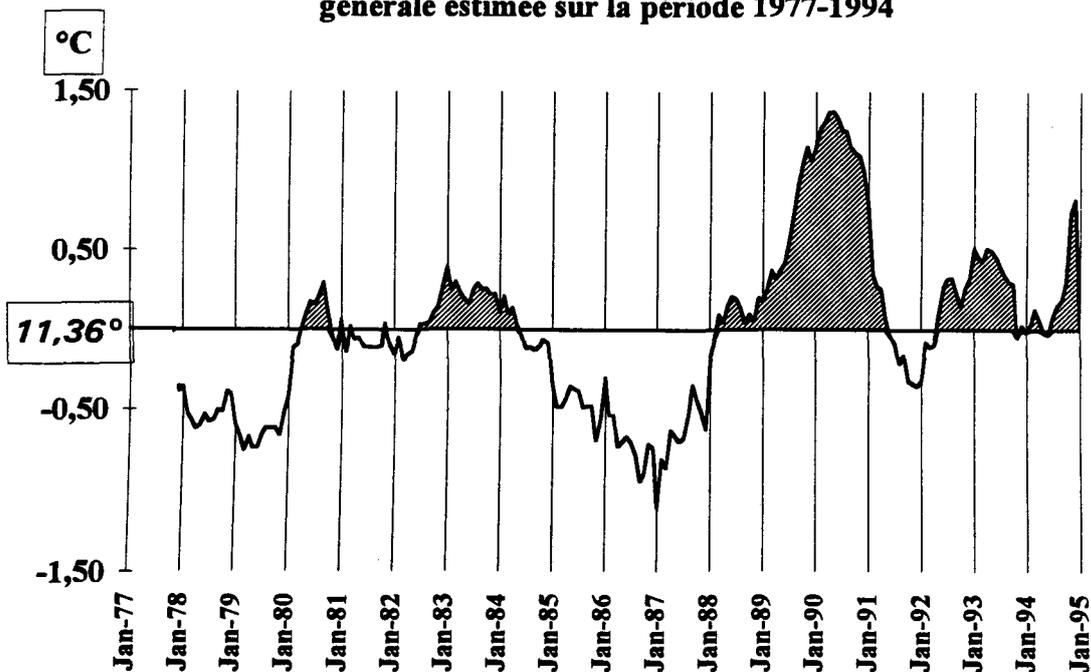


Fig. 1.2 : "Anomalies" mensuelles de la température de l'air au sémaphore de La Hague - Ecarts entre la moyenne glissante (calculée sur les 12 derniers mois) et la moyenne générale estimée sur la période 1977-1994



L'observation graphique des moyennes glissantes (fig. 1.2 et 1.4 ; pour un paramètre météorologique donné, attribution à un mois de la valeur moyenne obtenue sur les 12 derniers mois) permet de constater l'excédent d'humidité des deux dernières années, qui s'accompagne également d'un excédent de chaleur. Le phénomène inverse est observé de 1984 à 1987 (température en dessous de la moyenne coïncidant avec une période de "sécheresse"). Au cours des années 1989 et 1990, les tendances sont opposées : excédent de température et déficit pluviométrique.

Les données concernant l'insolation sont incomplètes en 1994, ce paramètre ayant été estimé en mars et en mai. Les mois les plus ensoleillés sont juin et juillet avec respectivement 267 et 230 heures d'insolation. L'ensoleillement total annuel avoisine 1 454 heures en 1994, valeur moyenne comparée à celles notées en 1989 (2 027 h.) et 1990 (2 034 h.). Sur la période 1986-1994, les minima annuels ont été enregistrés de 1991 à 1993 (~ 1 250 h.).

1.2. FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE.

1994 est la neuvième année de fonctionnement de la Centrale de Flamanville, la douzième année consécutive des études de Surveillance.

Au cours de l'année, les principaux arrêts de tranches ont eu lieu du 29 janvier au 6 avril et du 21 mai au 3 juin pour la tranche 1, du 1^{er} au 21 janvier et du 13 août au 5 octobre pour la tranche 2. A ceux-ci s'ajoutent quelques arrêts de courte durée (1 à 3 jours) et baisses momentanées de puissance.

Le processus antisalissure par électrochloration a fonctionné de mai à décembre, avec une interruption totale en septembre sur la tranche 2 (annexe 1.3). 243 tonnes de chlore ont ainsi été injectées dans le circuit de refroidissement en 1994, la majeure partie par la tranche 2. Un récapitulatif de la quantité annuelle de chlore injecté dans le circuit d'eau de mer de refroidissement est présenté dans le tableau 1.1.

Année	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994
Chlore en T	424	580	570	805	365	191	209	243

Tableau 1.1 : récapitulatif du tonnage annuel de chlore injecté dans le circuit d'eau de refroidissement du CNPE de Flamanville.

Fig. 1.3 : Pluviométrie mensuelle au sémaphore de La Hague de 1977 à 1994

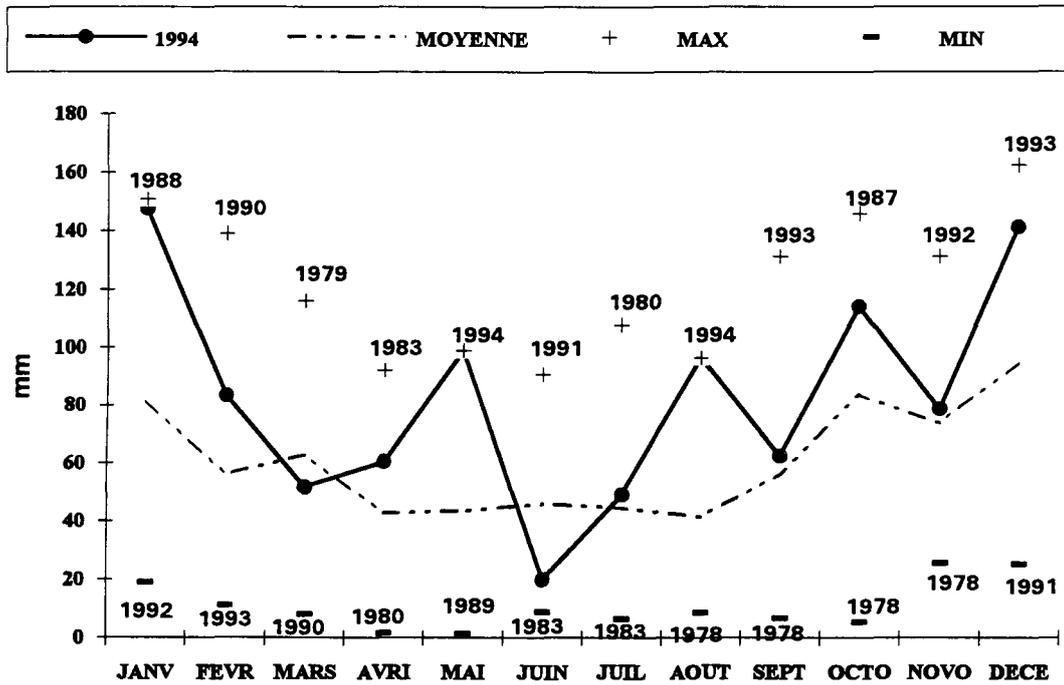
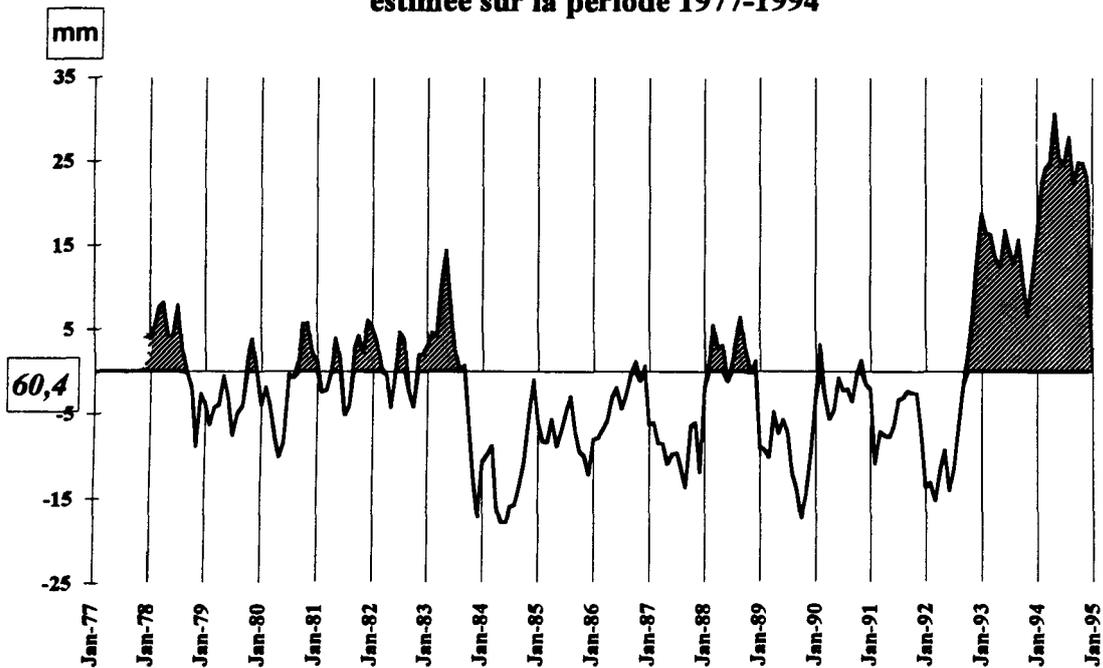


Fig. 1.4 : "Anomalies" mensuelles de la pluviométrie au sémaphore de La Hague - Ecart entre la moyenne glissante (calculée sur les 12 derniers mois) et la moyenne générale estimée sur la période 1977-1994



1.3. TEMPERATURE DE L'EAU DE MER

Un relevé quotidien (à 16 h.) de la température de l'eau de mer est effectué par EDF dans le canal d'amenée. Les moyennes mensuelles obtenues en 1994 (figure 1.5) sont supérieures ou égales aux moyennes saisonnières estimées depuis 1986, à l'exception de septembre. De nouveaux maxima en novembre et décembre sont notés, observations analogues à celles faites sur la température de l'air .

De 1986 à 1994, le minimum de température moyenne (8,2 °C) est noté en février, les valeurs extrêmes étant enregistrées en 1993 (9,5 °C) et en 1986 (6,8 °C). Le maximum moyen (17,3 °C) est observé en août, oscillant entre 18,2 °C en 1989 et 16,3 °C en 1986. L'amplitude thermique annuelle moyenne de l'eau de mer est donc de 9,1 °C devant le cap de Flamanville.

L'observation graphique des moyennes glissantes, calculées sur les douze derniers mois (figure 1.6), permet de mieux cerner les périodes pluriannuelles "froides" (1986-1987) ou "tièdes" (1990 ; 1992-1994).

La comparaison des moyennes mensuelles des températures de l'air à La Hague et de l'eau à Flamanville (figure 1.7), et celle des "anomalies" mensuelles (figure 1.8) montrent le lien direct entre ces deux éléments, les variations de température de l'eau suivant celles de l'air avec un léger décalage dans le temps.

Les écarts journaliers maxima de la température mesurée à la sortie de chaque condenseur par rapport au canal d'amenée avoisinent les 12 °C quand les tranches fonctionnent à plein régime (figure 1.9).

1.4. TRAVAUX REALISES

Les travaux réalisés en 1994 se sont déroulés conformément au contrat. Ils sont présentés dans le tableau 1.2. Les points de prélèvements sont localisés sur la carte de la figure 1.10.

Fig. 1.5 : Moyennes mensuelles des températures de l'eau de mer dans le canal d'amenée de Flamanville de 1986 à 1994

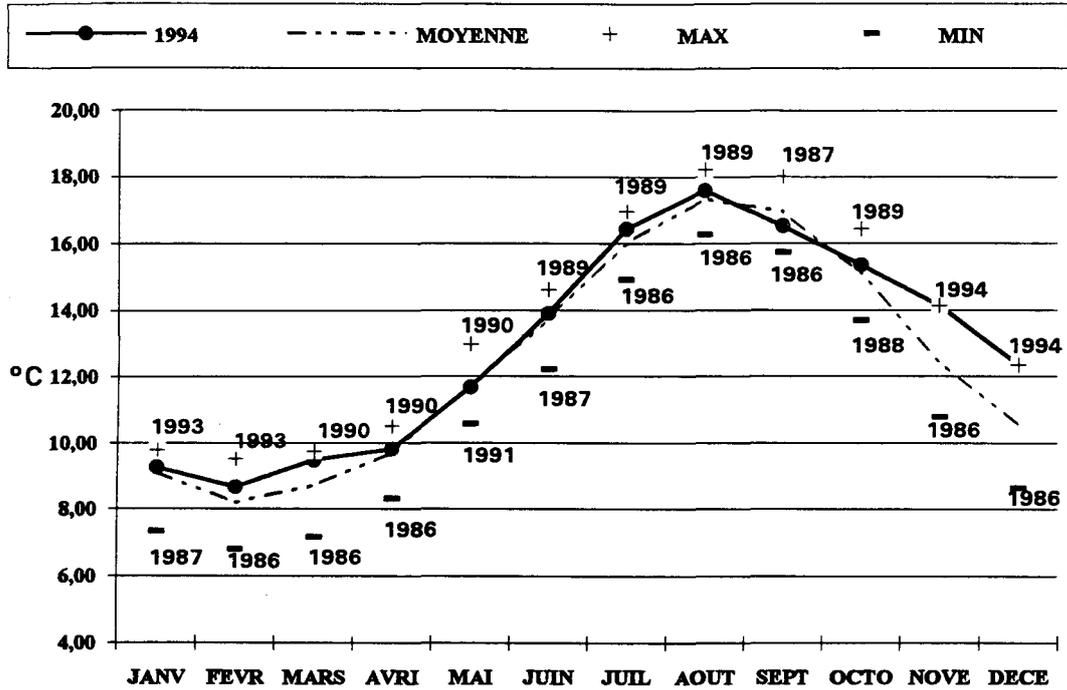


Fig. 1.6 : "Anomalies" mensuelles de la température de l'eau de mer dans le canal d'amenée de la Centrale de Flamanville - Ecart entre la moyenne glissante (calculée sur les 12 derniers mois) et la moyenne générale estimée sur la période 1986-1994

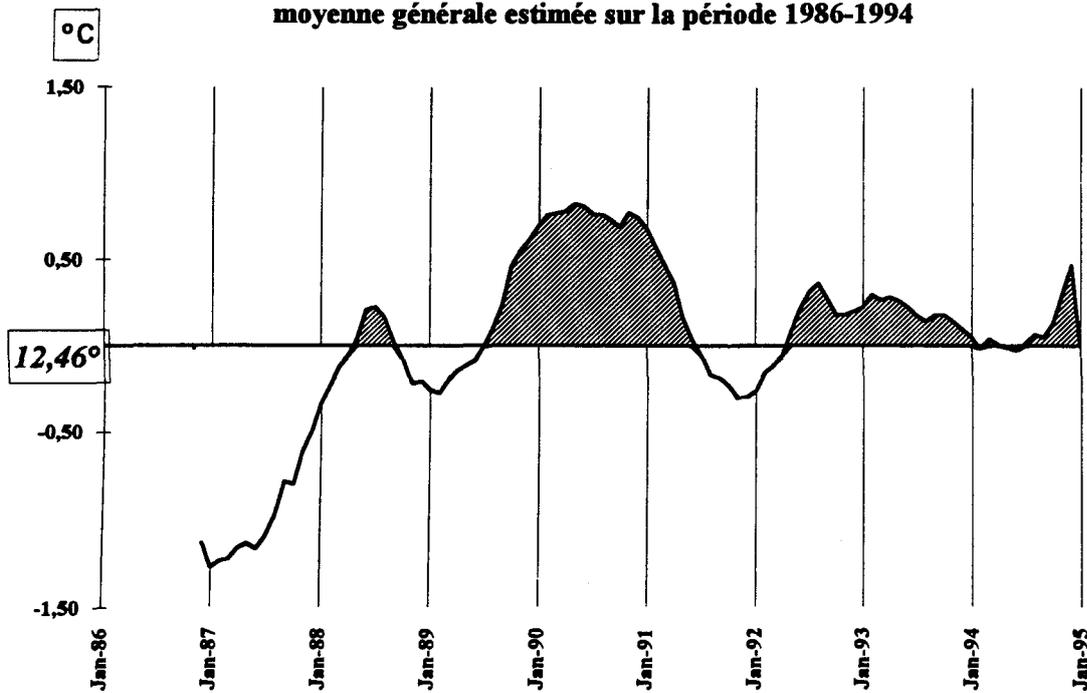


Fig. 1.7 : Comparaison des moyennes mensuelles des températures de l'air au sémaphore de La Hague et de l'eau de mer dans le canal d'amenée de Flamanville

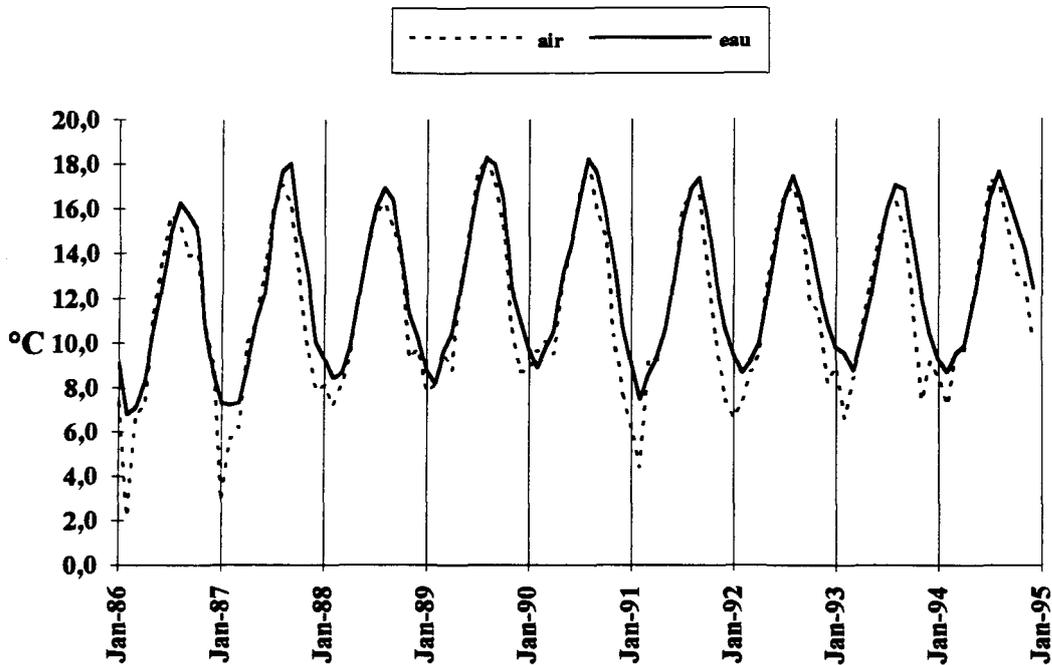


Fig. 1.8 : Comparaison des "anomalies" mensuelles des températures de l'air et de l'eau à Flamanville - Pour chaque paramètre, écarts entre la moyenne glissante (calculée sur les 12 derniers mois) et la moyenne générale estimée sur la période 1986-1994

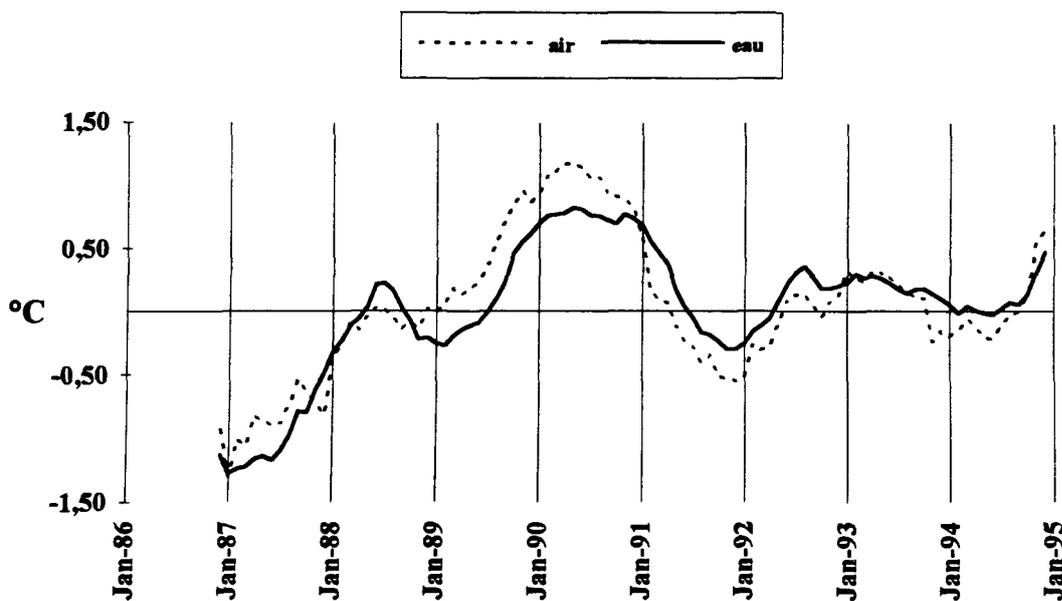
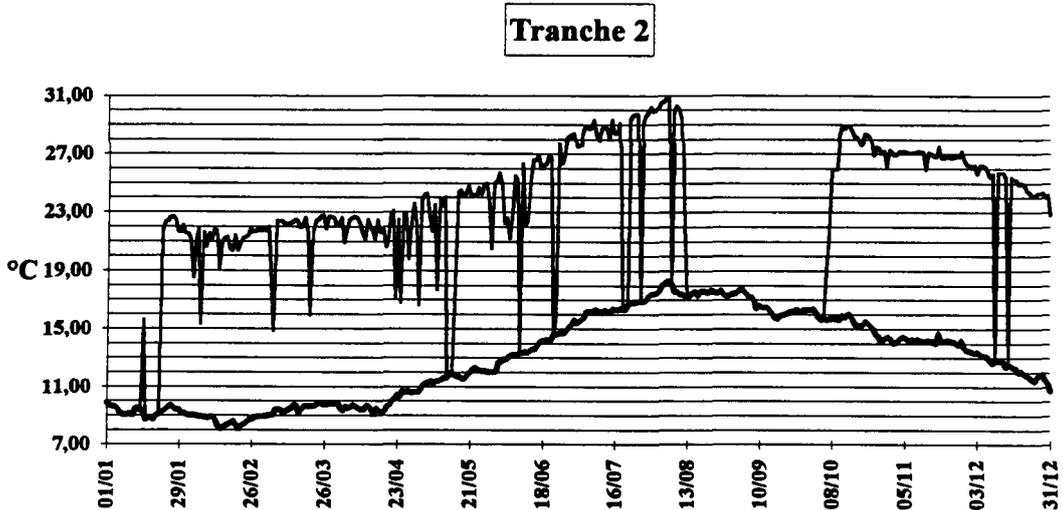
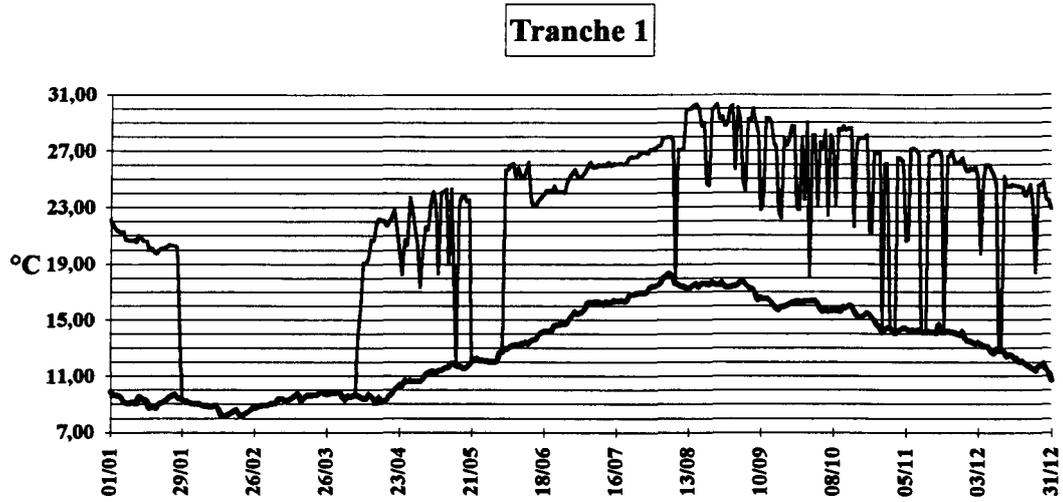


Fig. 1.9 : Comparaison de la température journalière de l'eau de mer entre le canal d'amenée et la sortie des condenseurs, en 1994



Ecarts journaliers moyens entre la sortie des deux condenseurs et le canal d'amenée

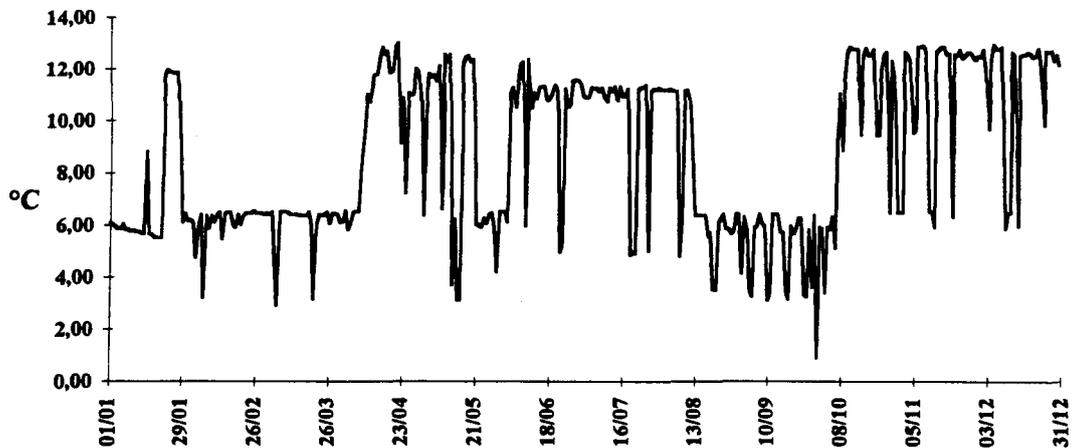
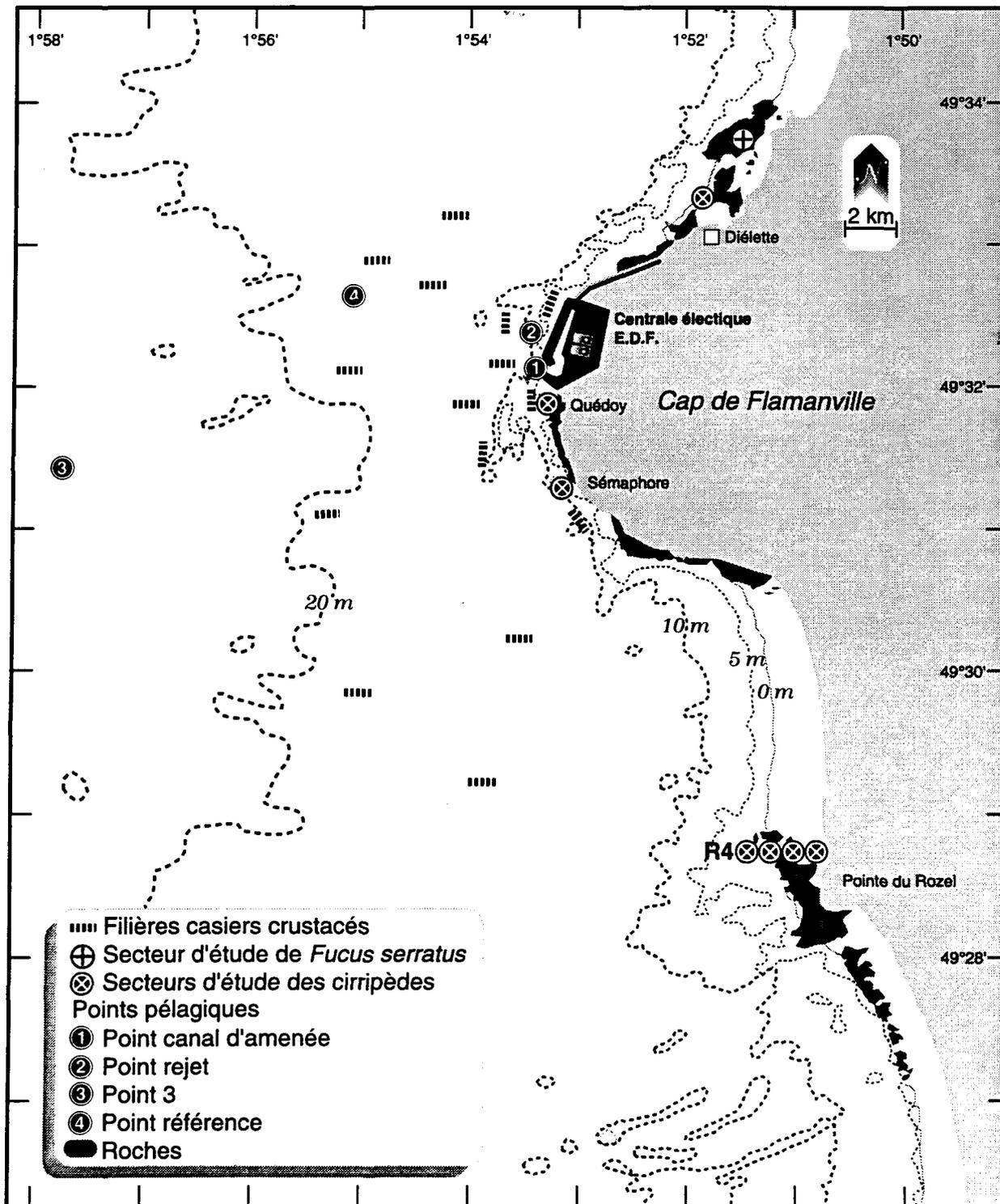


Tableau 1.2 : Récapitulatif de l'activité réalisée par l'IFREMER en 1994 sur le site électronucléaire de Flamanville // * : échantillonnage hors contrat

1994	Paramètres étudiés	Points de prélèvements	Nbre répliqués à chaque point	Dates missions
DOMAINE PELAGIQUE	Température	Référence	Référence 1 à -10m Rejet 1 subsurf. C.amenée 1 subsurf.	20 mars
	Salinité		1 subsurface	
	Haloformes		2 subsurface	
	Sels nutritifs NH4		Référence 2 subsurf. 2 à -10m	
	Chlorophylle Phaeopigments Production primaire Détermination des espèces		Rejet	
Hydrobiologie				
Phytoplancton				
Zooplancton	Biomasse Composition chimique (carbone, azote) Détermination des espèces	Canal d'amenée	6 WP2 congelés (2 triples)	
Microbiologie	Dénombrement des - germes totaux - germes viables Recherche des vibrions halophiles		Référence 4 Rejet 2 C.amenée 2	
DOMAINE BENTHIQUE	<i>Fucus serratus</i> - Biométrie - Longueur - Nbre de dichotomies - Fertilité - Diamètre du thalle	Platier de Diélette 3 Radiales dans la zone à <i>Fucus serratus</i>	10 pieds tous les 10 m. sur chaque radiale	13-14-15 mars
 - Biomasse	Secteurs 1, 2, 3	10 quadrats /secteur	19-22 septembre
Phytobenthos	Substrats durs intertidaux - Densité des différentes espèces de cirripèdes - Faune associée	Radiale R4 (points 1, 2, 3, 4) Point SEM Point QUEDOY Point Diélette	Par point : 8 quadrats 12 comptages 4 grattages	12-13 mars [23-24 juin]*
 - Etude de recolonisation	Points 2, SEM, Quedoy, Diélette	Par point : quadrats (3x25)cm ²	20-21 septembre
Zoobenthos	Densité des larves d'araignée et homard	[Point 3] Référence	2 Bongo 1 Neuston surface 1 Neuston oblique	16 juin 6 juillet 27 juillet
	- température - salinité	Rejet Canal d'amenée		13 septembre
DOMAINE HALIEUTIQUE				
Zooplancton et Hydrologie				
Suivi de l'exploitation et de la biologie des espèces commerciales	Recueil d'informations sur la pêche professionnelle Pêches expérimentales - pour homard, tourteau, araignée, étrille (longueur, sexe-ratio) - autres espèces (présence)	N.O. Cotentin 15 points (1 filière par point)	4 levées des 15 filières d'au moins 20 casiers	30 mai - 4 juin 12 - 16 septembre

Fig. 1.10 : Carte des abords de Flamanville, indiquant l'emplacement des points de prélèvements échantillonnés en 1994



2. LE DOMAINE PELAGIQUE

Etude et rapport réalisés :

- au Centre **IFREMER** de **BREST** par :

Michel	LUNVEN	(Hydrologie)
Evelyne	ERARD-LE DENN	(Phytoplancton)
Jean-Yves	QUINTIN	(Zooplancton)
Luc	DREVES	(Microbiologie, Trihalométhanes)

avec la collaboration de :

Marie-Laure COCHARD, Marie-Pierre CRASSOUS, Agnès YOUENOU,

pour les analyses au laboratoire,

Philippe CANN, pour la maintenance du CHN.

- au **Laboratoire Départemental et Régional de Biologie et d'Hygiène de CAEN**

2.1. METHODOLOGIE

De 1987 à 1992, l'étude de Surveillance du domaine pélagique s'est déroulée selon le même processus. Une année dite "lourde" (1987, 1989, 1991) alterne avec une année dite "légère" (1988, 1990, 1992). Dans le premier cas cité, le contrat prévoit l'identification des espèces tant phytoplanctoniques que zooplanctoniques.

Les principales modifications apportées à la stratégie d'échantillonnage à partir de l'année 1993 sont :

- l'abandon du point "contrôle" ; sont donc visités les points côtiers "entrée" (canal d'amenée) et "sortie" (rejet) de la centrale, ainsi qu'un point hors zone, non impacté (référence),

- un renforcement de la détermination des espèces phyto- et zooplanctoniques, paramètre qui sera mesuré chaque année.

La mesure du paramètre production primaire, interrompu en 1993, est réintroduite à compter de 1994.

Le matériel et les méthodes d'analyse utilisés en 1994 sont les mêmes que ceux appliqués les années précédentes.

Le calendrier des missions, les paramètres étudiés et le nombre d'échantillons effectués en chaque point sont donnés dans le tableau 1.2. ; le positionnement des points est mentionné sur la carte de la page 14 (Fig. 1.10).

2.2. HYDROLOGIE

2.2.1. TEMPERATURE

En 1994, la première campagne de prélèvement a eu lieu à la fin de l'hiver (20 mars), ce qui explique les températures basses relevées à cette période par rapport à celles obtenues dans la période 1987 à 1993, où les campagnes se déroulaient en avril ou en mai (tableau 2.1).

Tableau 2.1 : Moyennes et écarts-types des paramètres hydrologiques à Flamanville

20 mars 1994	Température °C	Salinité g/l	NH ₄ μmol/dm ³	NO ₃ μmol/dm ³	NO ₂ μmol/dm ³	PO ₄ μmol/dm ³	Si μmol/dm ³
Canal amenée	9.57 ±0.62	35.11	0.23 ±0.13	9.23 ±0.99	0.41 ±0.27	0.48 ±0.00	2.01 ±0.17
Rejet	10.39 ±1.99	35.15	0.62 ±0.38	9.61 ±0.36	0.16 ±0.00	0.51 ±0.03	2.42 ±0.20
Référence	8.61 ±0.31	35.23 ±0.00	0.11 ±0.07	8.89 ±0.21	0.43 ±0.36	0.51 ±0.05	2.15 ±0.06

2 juillet 1994	Température °C	Salinité g/l	NH ₄ μmol/dm ³	NO ₃ μmol/dm ³	NO ₂ μmol/dm ³	PO ₄ μmol/dm ³	Si μmol/dm ³
Canal amenée	15.58 ±0.01	34.99	0.02 ±0.03	1.08 ±0.95	0.07 ±0.01	0.09 ±0.02	±0.73 0.28
Rejet	18.37 ±0.51	35.02	0.05 ±0.06	0.75 ±0.12	0.08 ±0.01	0.08 ±0.04	0.71 0.11
Référence	16.13 ±1.41	35.14 ±0.21	0.05 ±0.07	0.95 ±0.55	0.10 ±0.01	0.08 ±0.03	0.34 0.03

1 octobre 1994	Température °C	Salinité g/l	NH ₄ μmol/dm ³	NO ₃ μmol/dm ³	NO ₂ μmol/dm ³	PO ₄ μmol/dm ³	Si μmol/dm ³
Canal amenée	16.05 ±0.14	34.90	0.20 ±0.02	5.32 ±1.12	0.36 ±0.02	0.39 ±0.08	3.25 ±0.20
Rejet	18.51 ±0.27	34.96	0.21 ±0.10	4.37 ±0.89	0.31 ±0.03	0.38 ±0.04	3.04 ±0.42
Référence	15.92 ±0.45	35.08 ±0.09	0.20 ±0.01	5.26 ±0.95	0.40 ±0.03	0.39 ±0.02	3.41 ±0.34

Au mois de juillet (figure 2.1), on peut observer des valeurs de température élevées (proches des maxima de 1989) qui sont à relier aux températures moyennes de l'air des 7 premiers mois de l'année, toutes supérieures aux moyennes établies sur 17 ans (données Météo France).

Les températures de l'eau mesurées en octobre sont les plus froides observées depuis 6 ans ; ce phénomène est attribuable à la climatologie de l'été (températures estivales inférieures à la moyenne).

Au point de rejet, le taux de dilution de l'eau issue du canal d'amenée peut être calculé d'après la formule qui donne la proportion d'eau échauffée, en estimant une élévation théorique de 15°C (GENTIEN *et al*, 1986).

$$\pi = \frac{T^{\circ} \text{ Rejet} - T^{\circ} \text{ CA}}{15^{\circ} \text{C}}$$

avec π : proportion d'eau échauffée,

$T^{\circ} \text{ Rejet}$: température moyenne de l'eau mesurée au point rejet (surface)

$T^{\circ} \text{ CA}$: température moyenne de l'eau mesurée au canal d'amenée (surface)

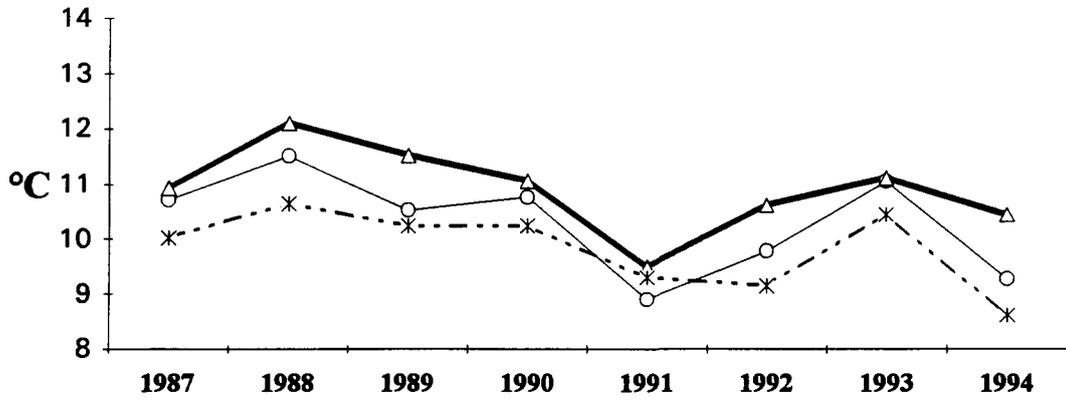
On obtient ainsi :

- en mars $\pi = 0.08$, ce qui correspond à une dilution de 92 %
- en juillet $\pi = 0.19$, ce qui correspond à une dilution de 81 %
- en octobre $\pi = 0.16$, ce qui correspond à une dilution de 84 %.

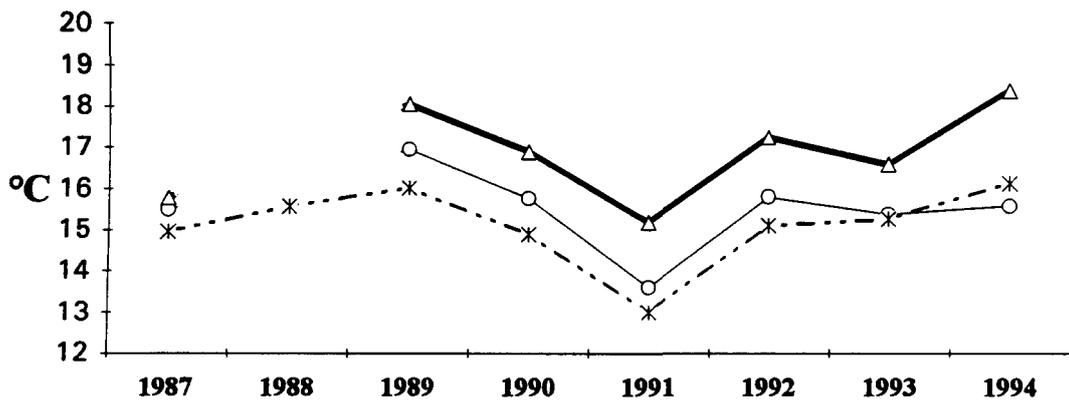
Lors des campagnes de prélèvement, des conditions favorables (météorologie, marée) favorisant un repérage et un positionnement précis sur les rejets ont permis de mesurer des valeurs d'échauffement élevées en juillet (+ 2.79°C) et en octobre (+ 2.46°C). Cependant, si on considère les températures moyennes relevées au point de référence et au canal d'amenée, on ne peut estimer aucun échauffement particulier attribuable au fonctionnement de la centrale en ces points. De même, il n'apparaît pas de recyclage de l'eau du point rejet par échauffement de l'eau du canal d'amenée.

**Fig. 2.1 : Evolution de la température de 1987 à 1994
au droit du CNPE de Flamanville**

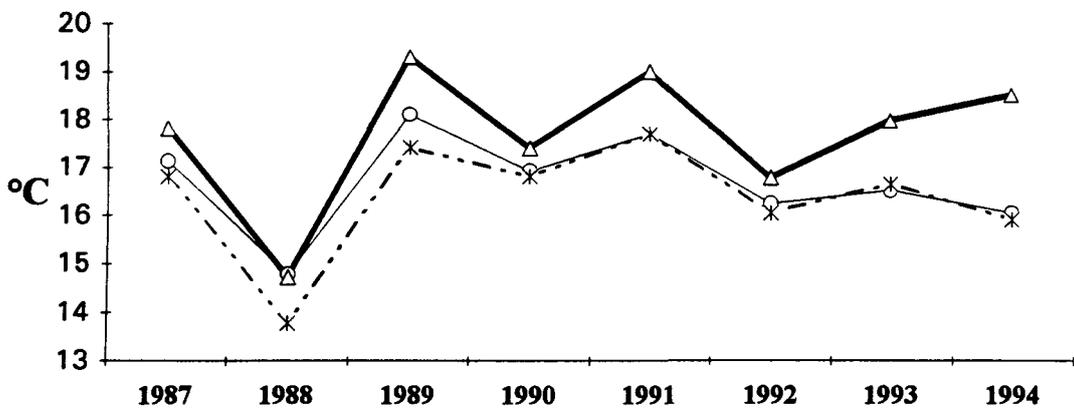
Printemps



Eté



Automne



2.2.2. SALINITE

La variation des valeurs de salinité (figure 2.2), relativement stables entre 34.9 et 35.23 ‰, peuvent être reliées à la climatologie de l'année 1994. La salinité la plus forte, observée à la fin de l'hiver, est attribuable à un mois de mars peu pluvieux. Inversement, une pluviosité abondante en septembre explique la salinité plus faible rencontrée en fin d'été. Lors des 3 campagnes, on observe un gradient côte-large.

2.2.3. AMMONIUM

Les teneurs moyennes en ammonium (figure 2.3) sont les plus faibles observées depuis 1987. La valeur maximale observée est de 0.62 $\mu\text{mole/l}$, au point rejet, en mars 1994.

2.2.4. NITRATES

Les valeurs de nitrates mesurées en 1994 (figure 2.4) sont conformes aux évolutions naturelles de ce sel nutritif en milieu côtier. On peut observer une forte concentration en mars (9.2 $\mu\text{mole/l}$) provenant de la minéralisation de la matière organique azotée durant l'hiver. L'observation de la courbe d'évolution des teneurs en nitrates montre que cette valeur est la plus forte rencontrée depuis 1987. De telles concentrations ont cependant déjà été relevées en période hivernale (ROMANA *et al*, 1986).

En juillet, les valeurs faibles mesurées (1 $\mu\text{mole/l}$), correspondent à la consommation des sels nutritifs par le phytoplancton printanier. Cette concentration va ensuite en croissant et atteint la valeur de 5 $\mu\text{mole/l}$ au début de l'automne.

2.2.5. NITRITES

Tout comme le nitrate, les teneurs moyennes en nitrite (figure 2.5) sont conformes aux normales saisonnières avec un maximum en mars et octobre (0.4 $\mu\text{mole/l}$), attribuable à la minéralisation de la matière organique. La concentration minimale est observée en juillet (0.07 $\mu\text{mole/l}$).

**Fig. 2.2 : Evolution de la salinité de 1987 à 1994
au droit du CNPE de Flamanville**

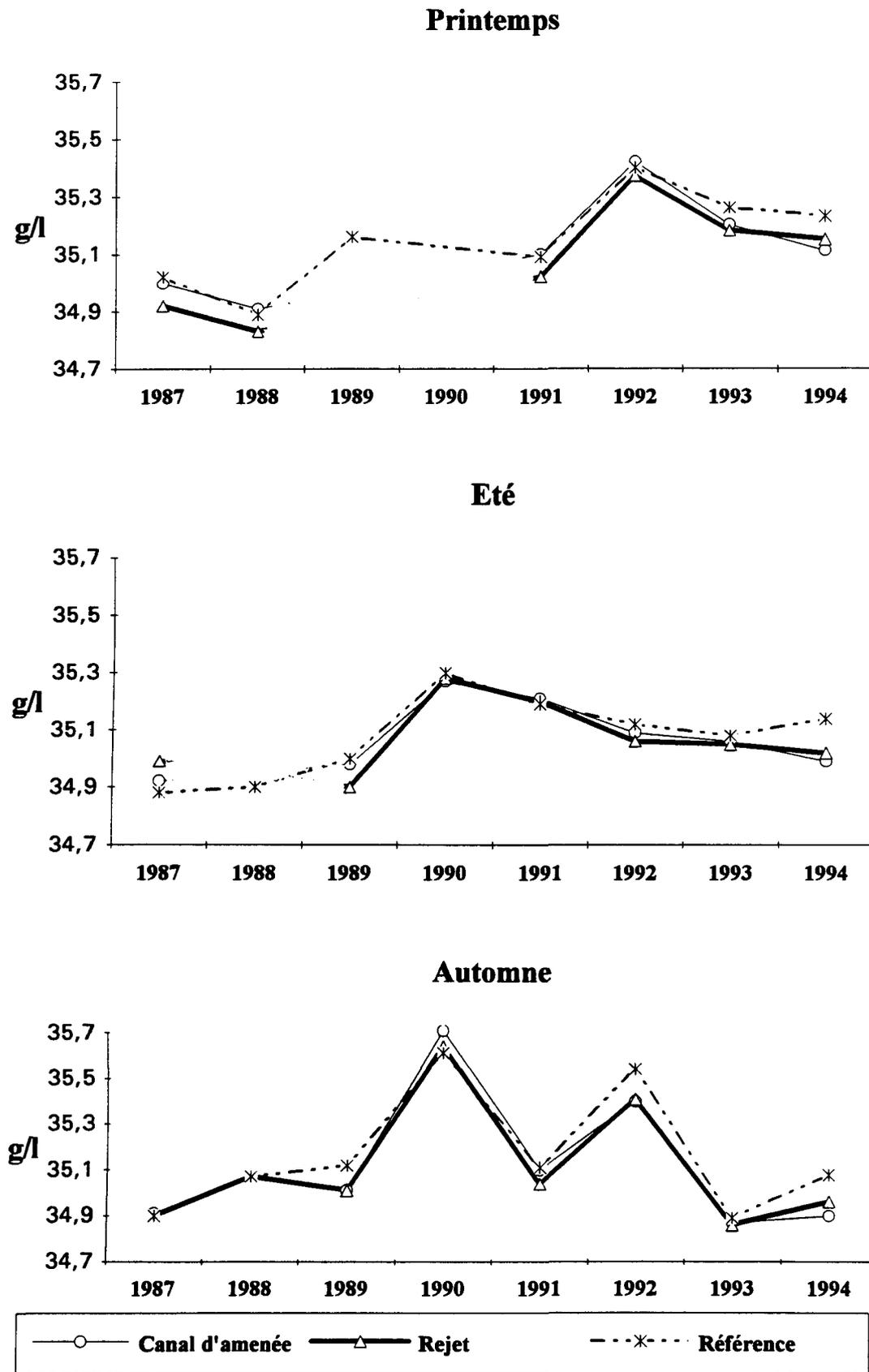
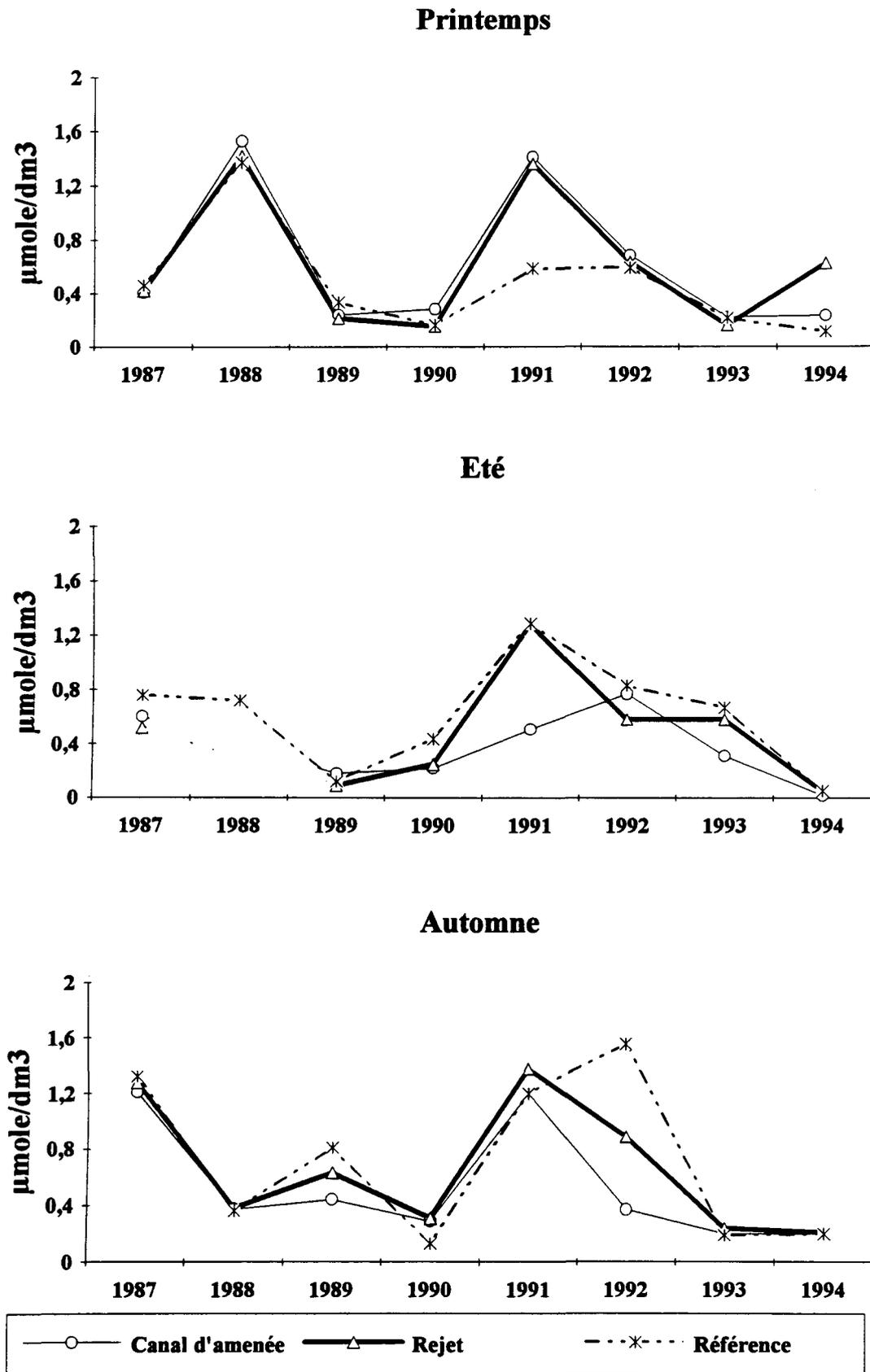
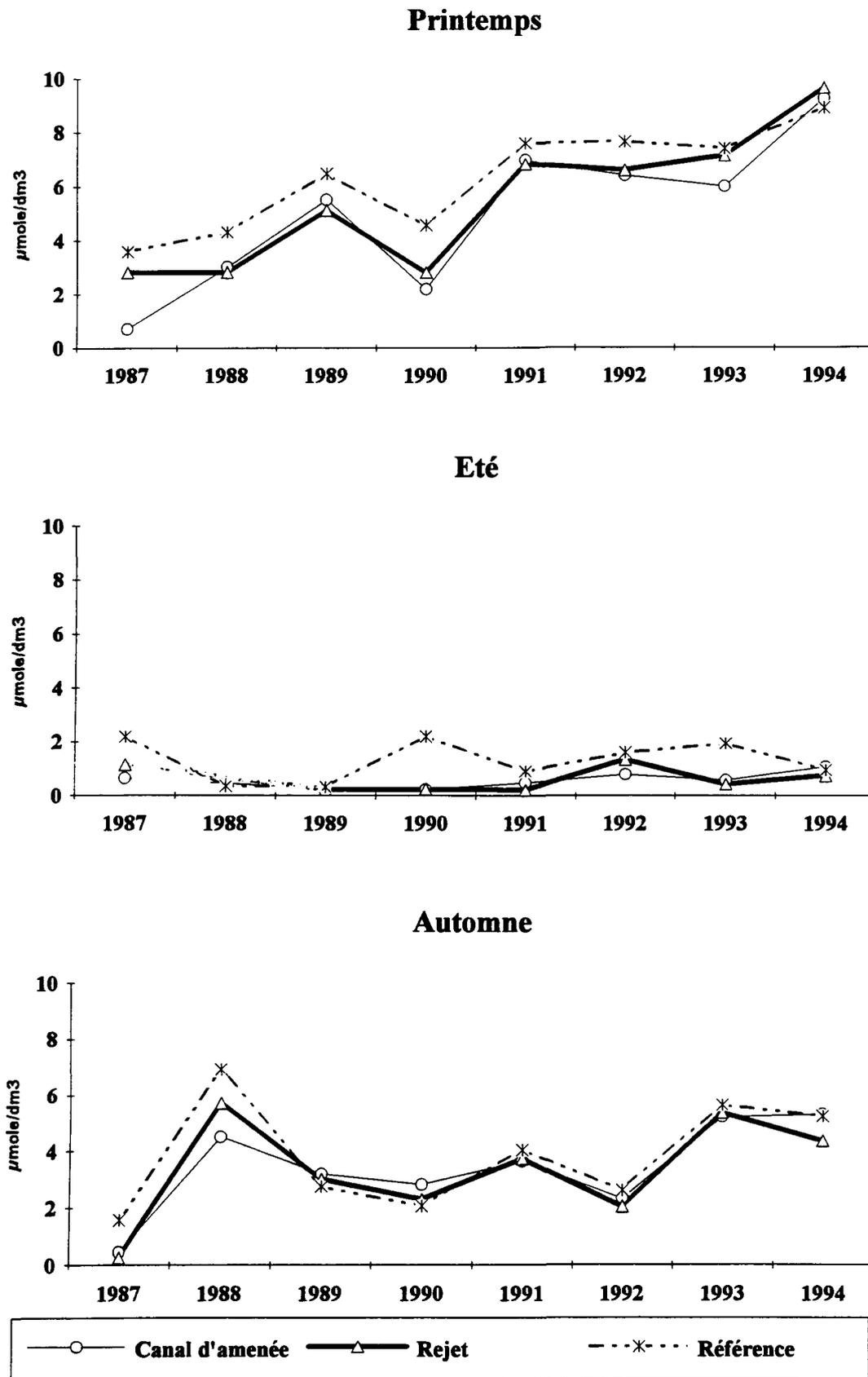


Fig.2.3 : Evolution de la teneur en ammonium de 1987 à 1994 au droit du CNPE de Flamanville



**Fig. 2.4 : Evolution de la teneur en nitrate de 1987 à 1994
au droit du CNPE de Flamanville**



**Fig. 2.5 : Evolution de la teneur en nitrite de 1987 à 1994
au droit du CNPE de Flamanville**

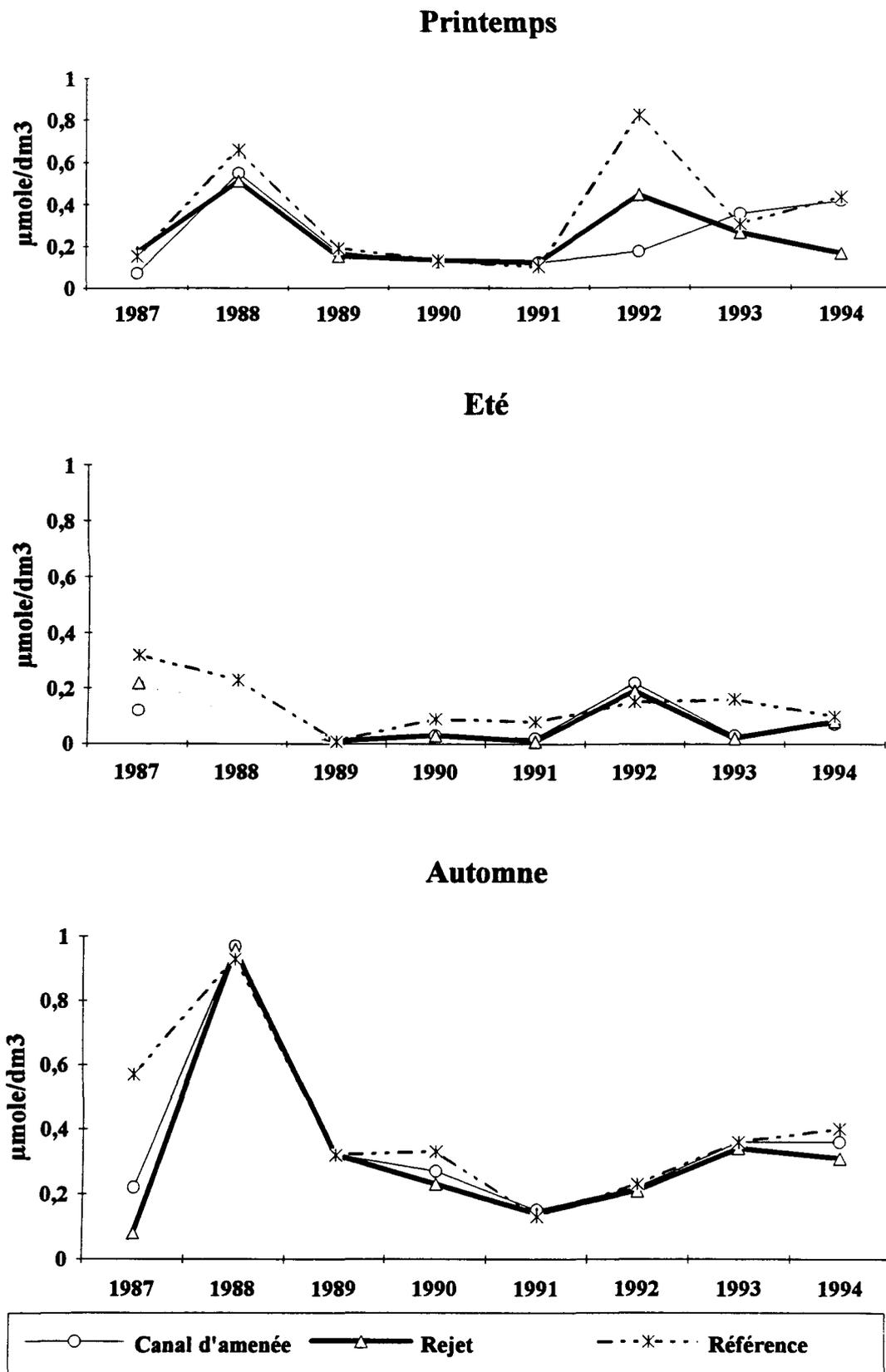
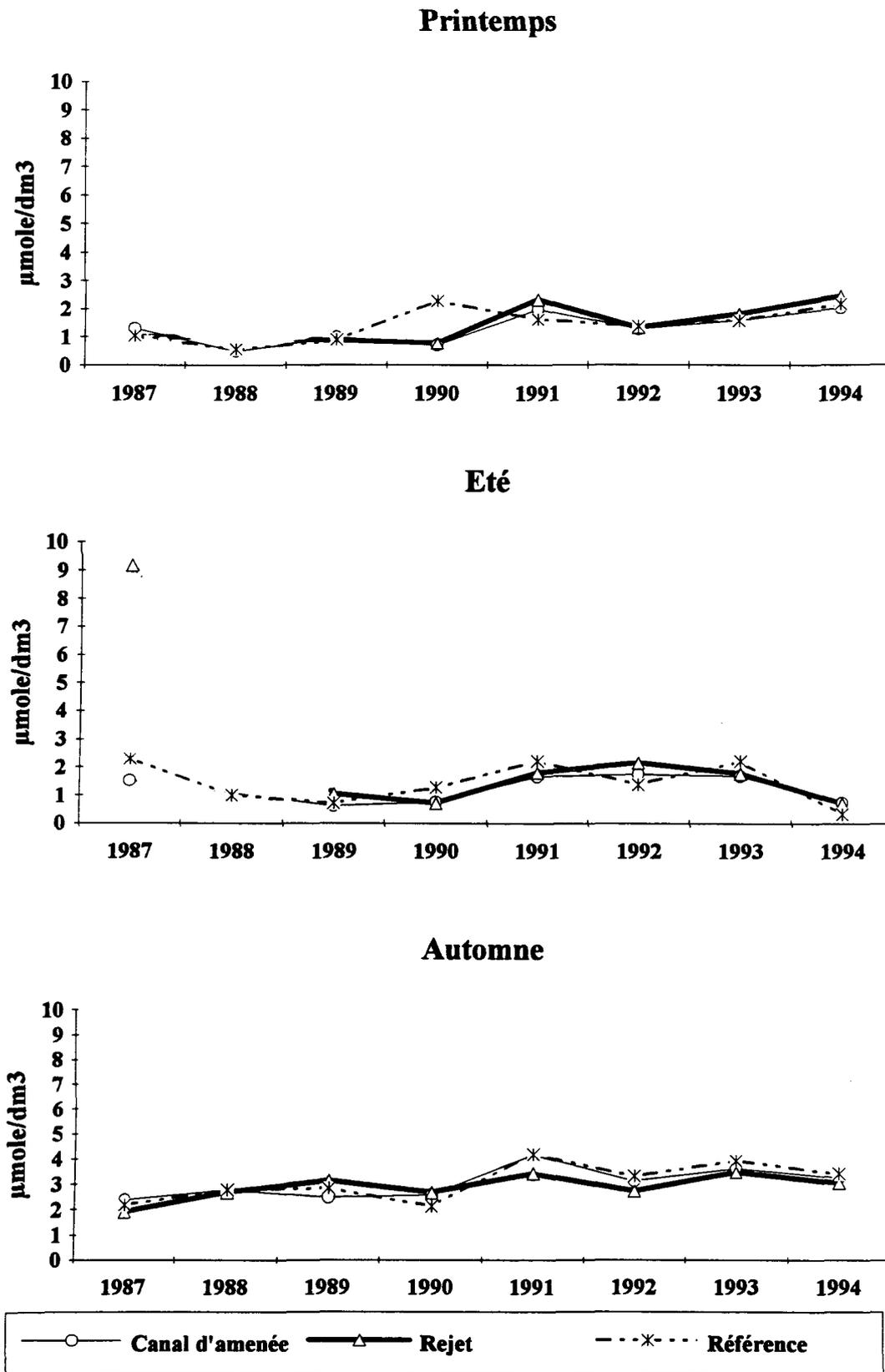


Fig. 2.6 : Evolution de la teneur en silicate de 1987 à 1994 au droit du CNPE de Flamanville



**Fig. 2.7 : Evolution de la teneur en phosphates de 1987 à 1994
au droit du CNPE de Flamanville**

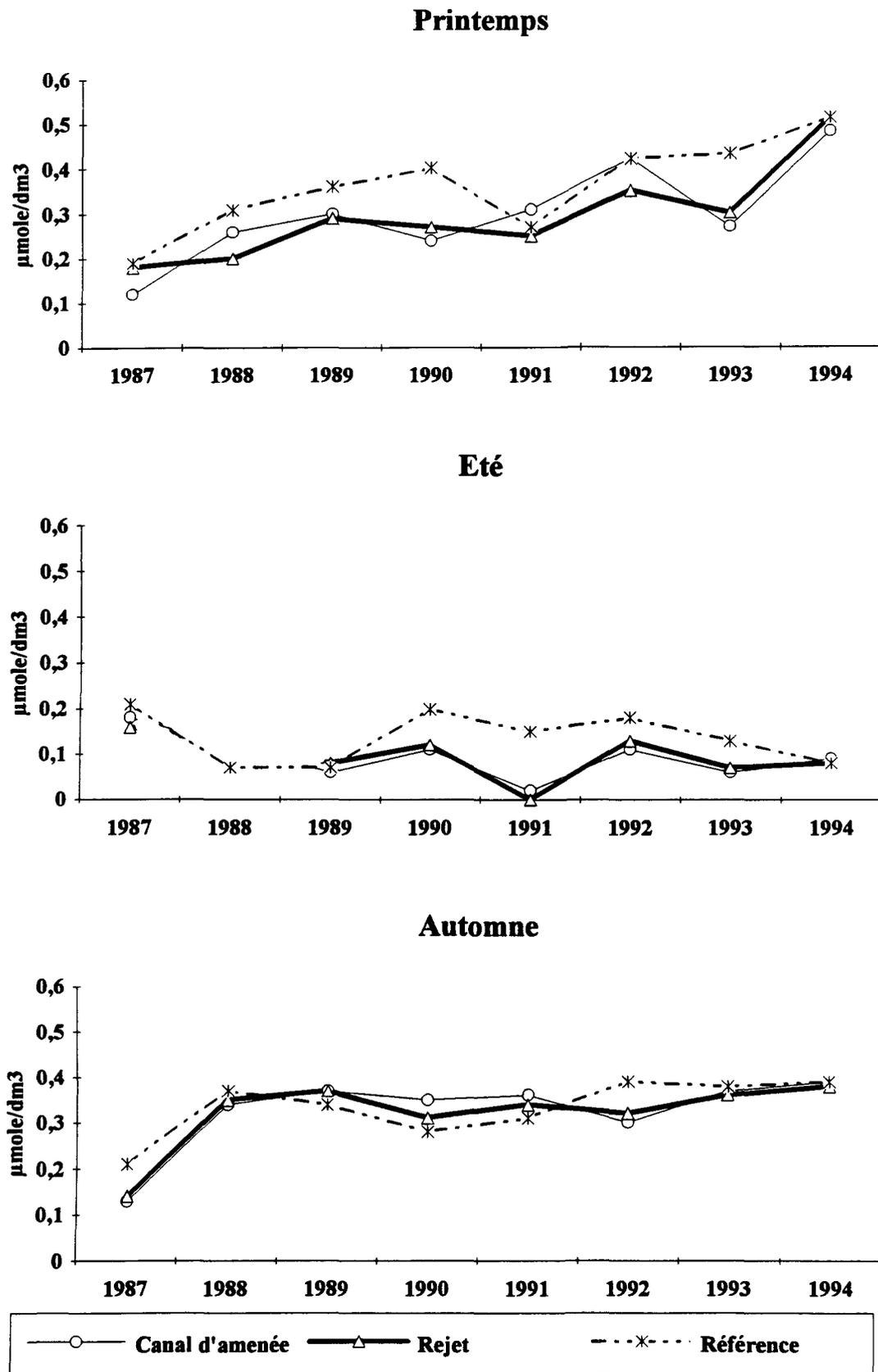


Tableau 2.2 : Moyennes et écarts-types des paramètres phytoplanctoniques

20 mars 1994	Chlorophylle	Phaeopigments	Production primaire	Microplancton	Nanoplancton
	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	$\text{mg C}/\text{m}^3/\text{h}$	nbre/cm^3	nbre/cm^3
Canal amenée	0.82 ± 0.14	0.22 ± 0.06	2.81 ± 0.63	56.00	166.00
Rejet	0.82 ± 0.24	0.34 ± 0.10	2.81 ± 0.86	45.00	188.00
Référence	0.74 ± 0.28	0.24 ± 0.07	3.31 ± 0.60	90.00 ± 19.80	288.50 ± 3.54

2 juillet 1994	Chlorophylle	Phaeopigments	Production primaire	Microplancton	Nanoplancton
	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	$\text{mg C}/\text{m}^3/\text{h}$	nbre/cm^3	nbre/cm^3
Canal amenée	1.20 ± 0.15	0.18 ± 0.15	3.04 ± 0.95	58.00	1135.00
Rejet	1.72 ± 0.25	0.14 ± 0.16	3.42 ± 1.03	60.00	576.00
Référence	2.37 ± 0.63	0.38 ± 0.34	5.23 ± 2.71	78.00 ± 14.14	938.50 ± 263.75

1 octobre 1994	Chlorophylle	Phaeopigments	Production primaire	Microplancton	Nanoplancton
	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	$\mu\text{g}/\text{dm}^3$	$\text{mg C}/\text{m}^3/\text{h}$	nbre/cm^3	nbre/cm^3
Canal amenée	1.10 ± 0.13	0.19 ± 0.08	3.36 ± 0.59	34.00	682.00
Rejet	0.71 ± 0.14	0.71 ± 0.24	2.92 ± 0.41	25.00	679.00
Référence	0.75 ± 0.27	0.21 ± 0.17	2.38 ± 0.75	19.50 ± 4.95	461.00 ± 110.31

2.2.6. SILICATES

La même interprétation peut être faite à propos des variations des teneurs moyennes en silicates (figure 2.6), élément nutritif indispensable au développement du phytoplancton marin. Les silicates présentent une teneur maximale en fin de période hivernale (environ 2.2 $\mu\text{mole/l}$) et au début de l'automne (environ 3.2 $\mu\text{mole/l}$). Le minimum (0.34 $\mu\text{mole/l}$) est observé au mois de juillet après le bloom phytoplanctonique.

2.2.7. PHOSPHATES

La concentration moyenne en phosphates (figure 2.7) est particulièrement élevée en mars 1994 : 0.5 $\mu\text{mole/l}$ (maximum observé depuis 1987). Les valeurs observées en juillet et octobre restent dans l'intervalle de celles mesurées lors des années précédentes.

2.3. PHYTOPLANCTON

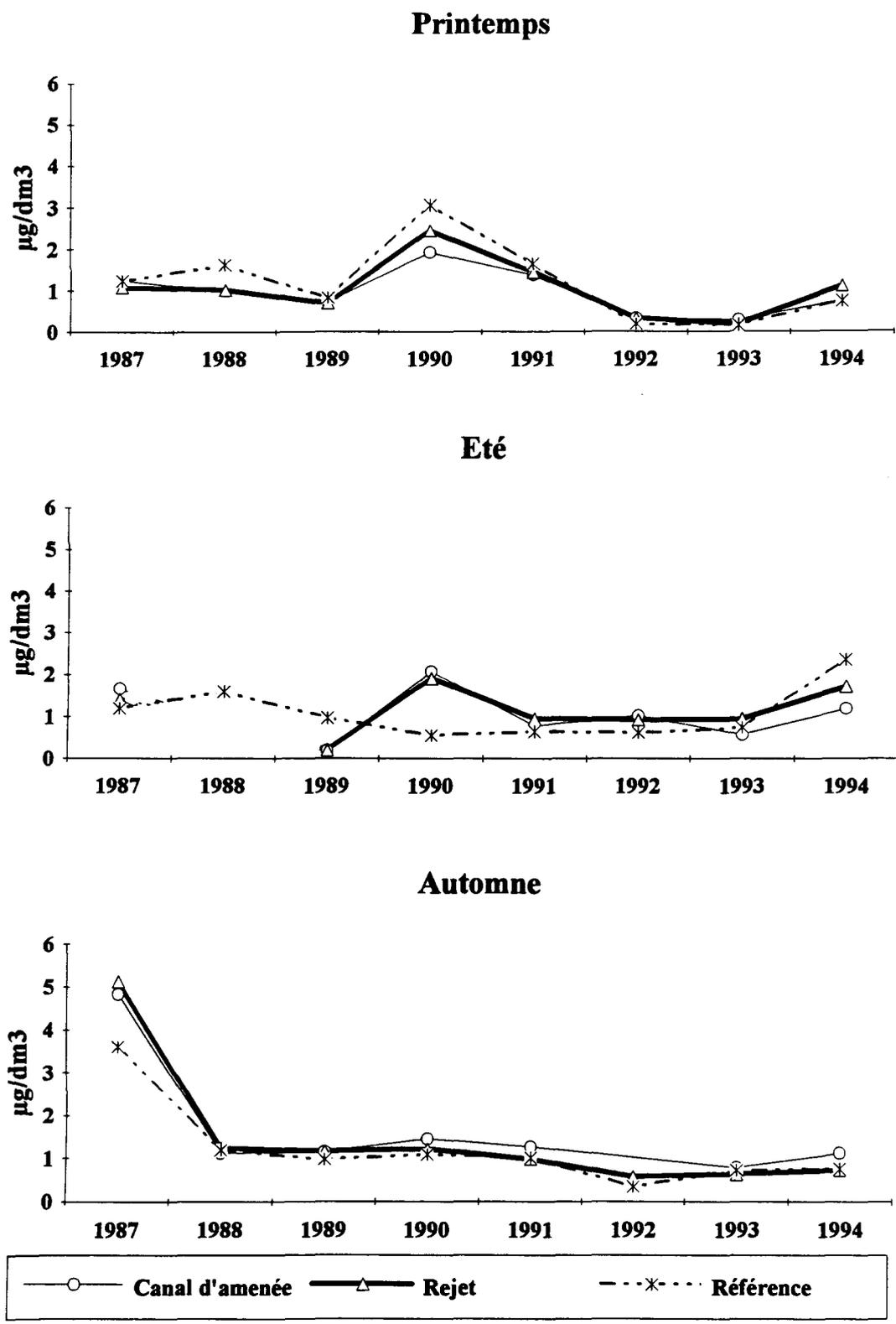
Au cours de l'année de surveillance 1994, l'ensemble des paramètres globaux (chlorophylle, phaeopigments, production primaire et micro plancton) a été considéré pour estimer "l'impact" de l'effluent thermique. En 1994, comme pour les années précédentes, la dilution de la masse d'eau est élevée, de 81 % à 92 % (cf. 2.2.1) et entraîne de faibles variations de la biomasse phytoplanctonique.

Pour chaque paramètre, et à chaque point de prélèvement, les mesures des répliqués sont moyennées et représentées sous forme de tableau (2.2) et de figures (2.8 à 2.11).

2.3.1. BIOMASSE CHLOROPHYLLIENNE

Durant les trois campagnes réalisées en 1994, les moyennes des biomasses algales évoluent de $0.71 \pm 0.14 \mu\text{g dm}^{-3}$ au point de rejet en octobre à $2.37 \pm 0.63 \mu\text{g dm}^{-3}$ au point de référence en juillet. L'amplitude annuelle est relativement faible ($2.02 \mu\text{g dm}^{-3}$), bien que supérieure à celle de 1992 et 1993. Elle reflète l'homogénéité temporelle des valeurs relevées en 1994.

Fig. 2.8 : Evolution de la chlorophylle de 1987 à 1994 au droit du CNPE de Flamanville



Depuis 1987 (figure 2.8) aucun impact significatif au point rejet n'est décelé. Les variations côte-large observées, comme celles de juillet 1994 par exemple, correspondent plus à des variations naturelles qu'à des variations dues à l'effet de la centrale.

2.3.2. PHAEOPIGMENTS

Les phaeopigments, pigments de dégradation de la chlorophylle, sont recherchés comme indicateur de l'état physiologique du phytoplancton. Depuis 1987 certaines valeurs plus élevées (figure 2.9) sont observées au point de rejet et pourraient refléter une légère influence de la centrale. Cette observation est cependant soumise à controverse puisque la productivité algale ne présente aucune variation similaire.

2.3.3. PRODUCTION PRIMAIRE

Les valeurs et les fluctuations de la production primaire en 1994 (figure 2.10) sont nettement liées à celles observées en chlorophylle et présentent peu de variations inter campagnes. Les valeurs fluctuent autour de $3 \text{ mg.C/m}^3/\text{h}$, excepté en juillet où la valeur maximale de l'année ($5.23 \text{ mg.C/m}^3/\text{h}$) est observée au point référence.

Comparées aux valeurs relevées depuis 1987, les valeurs de productivité de 1994 se situent dans la fourchette des fluctuations naturelles du milieu.

2.3.4. MICRO PLANCTON

Dans l'ensemble de l'année les valeurs sont peu élevées et varient de 19.5 cell./cm^3 en octobre à $90 \pm 19 \text{ cell./cm}^3$ en mars au point de référence. Ces valeurs s'insèrent également dans l'intervalle des valeurs observées durant les études précédentes (figure 2.11).

Fig. 2.9 : Evolution des phaeopigments de 1987 à 1994 au droit du CNPE de Flamanville

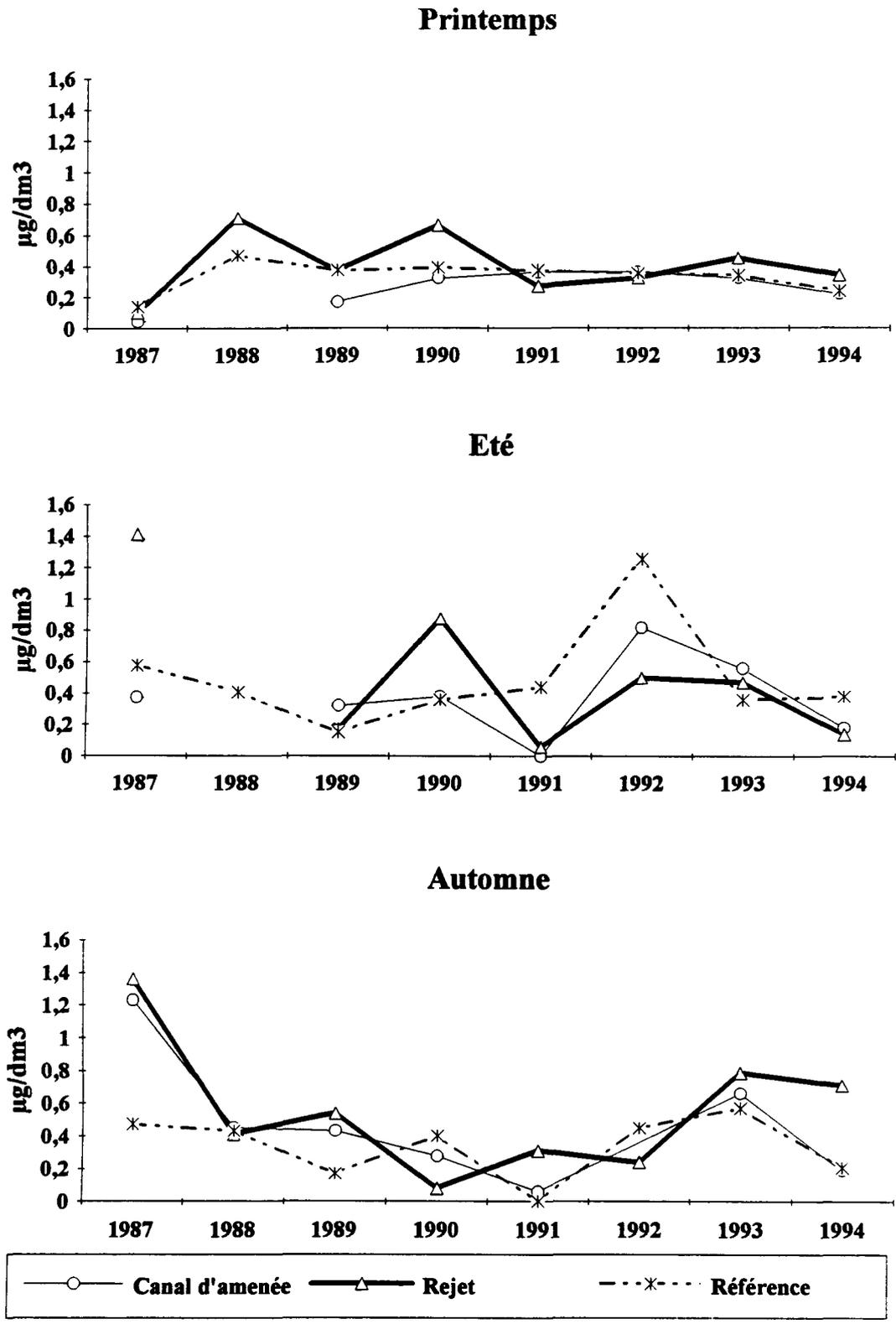


Fig. 2.10 : Evolution de la production primaire de 1987 à 1994 au droit du CNPE de Flamanville

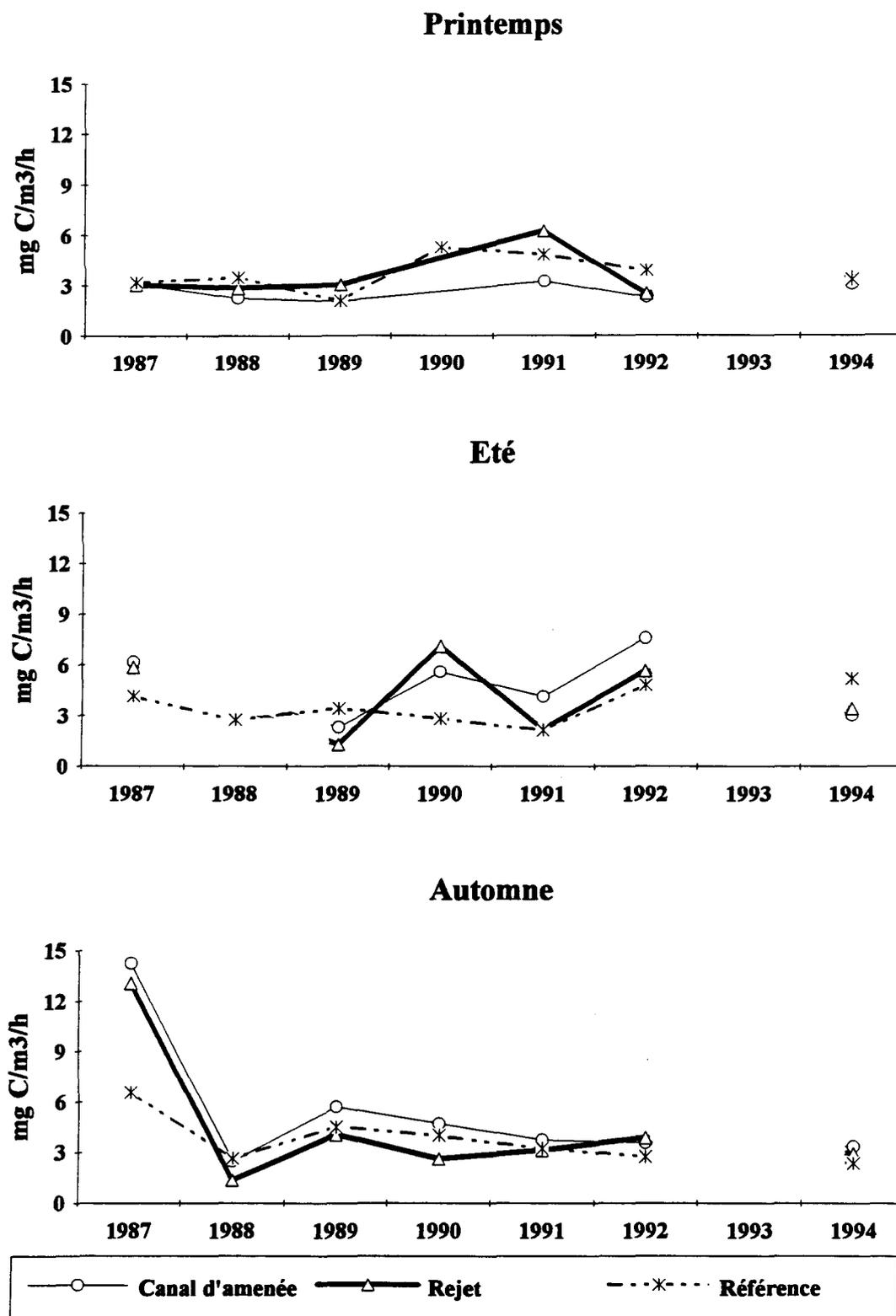
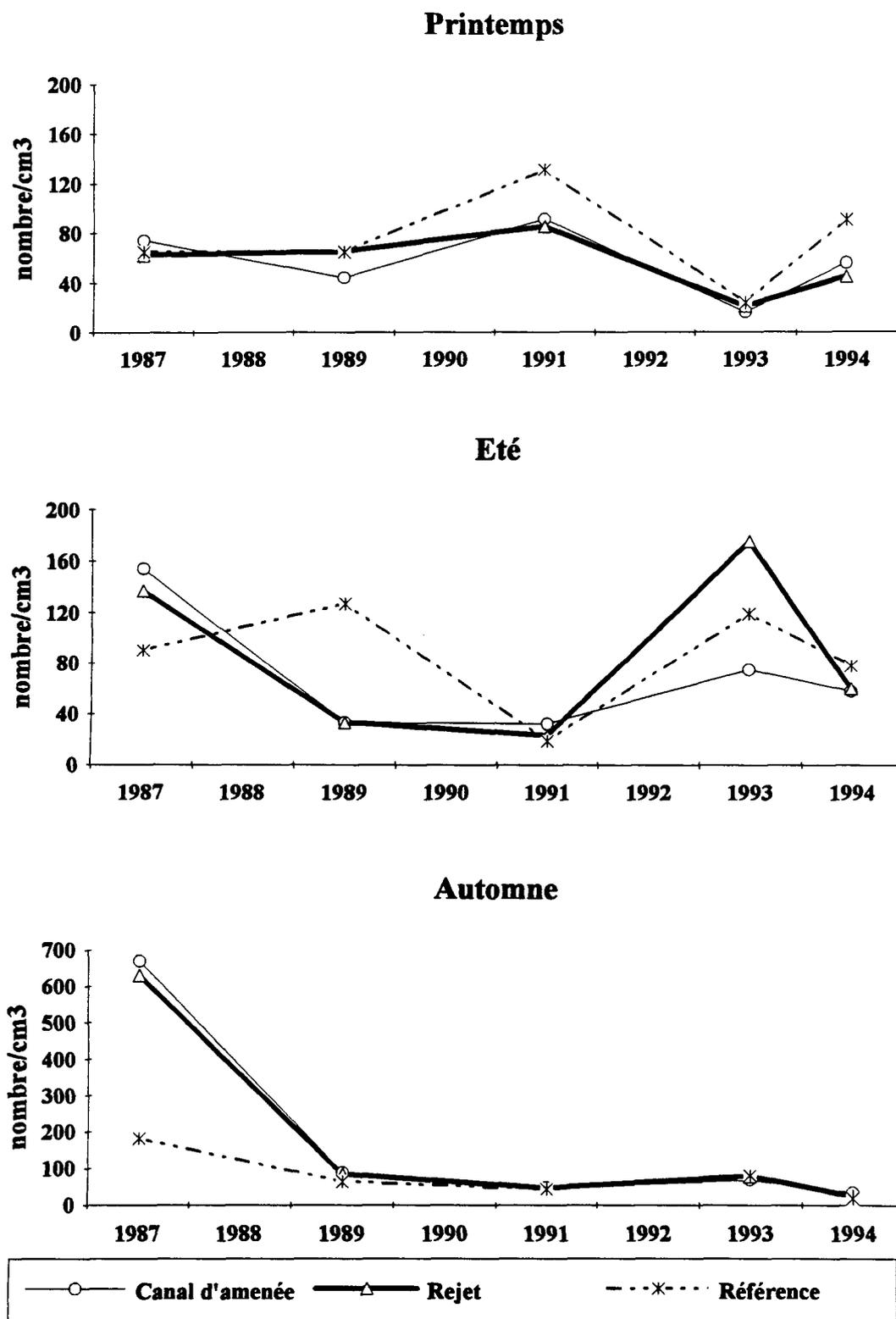


Fig. 2.11 : Evolution du microplancton de 1987 à 1994 au droit du CNPE de Flamanville



2.3.5. POPULATIONS PHYTOPLANCTONIQUES

Comme les années précédentes tous les taxons sont dénombrés, mais ne sont représentés sous forme de tableau que les espèces ou genres dominants (tableau 2.3). Les diatomées représentent toujours plus de 98 % de la population, et les différentes espèces sont le reflet des valeurs observées en chlorophylle et en production primaire.

- En mars, l'ensemble de la population est composée à 40 % de diatomées pennées, espèces à *preferendum* hivernal (*Navicula* spp., *Nitzschia* spp.) et de *Thalassiosira* spp. (*T. decipiens*, *gravid*a, *levanderi* et *rotula*), espèces annonciatrices du printemps. Cette dernière observation se confirme au vu des fortes productivités observées lors de cette campagne (rapport production sur biomasse égal à 4).
- En juillet la population est plus diversifiée, bien que la concentration algale soit peu élevée (max. de 78 ± 14 cell./cm³). Dans l'ensemble la population est composée du genre estival : *Rhizosolenia*, jusqu'à 67 % au point de référence. Les espèces les plus "estivales" du genre (*R. stolterfortii* et *R. shrubsolei*) sont les mieux représentées aux points canal d'amenée et de rejet.
- En octobre, un gradient côte-large est observé pour le genre *Chaetoceros* (*C. perpusillum*), qui représente jusqu'à 56 % de la population au canal d'amenée.

Aucun éventuel effet thermique de la centrale ne s'est traduit par un déséquilibre dans la composition floristique du site de Flamanville. Depuis 1987, la succession des populations phytoplanctoniques se caractérise toujours par la même variabilité algale.

Tableau 2.3 : Nombre et pourcentage de dominance des espèces et genres dominants.

	Mars 1994						Juillet 1994						Octobre 1994					
	Canal amenée		Rejet		Référence		Canal amenée		Rejet		Référence		Canal amenée		Rejet		Référence	
	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%	Nbre	%
<i>Chaetoceros</i> spp.	0.2	0.4			0.1	0.2	8.6	14.8			1.2	1.6	19.2	56.4	9.6	38.4	6.2	31.7
<i>Navicula</i> spp.	18.2	32.5	12.3	27.4	29.1	32.3			0.4	0.7			0.2	0.7	1.2	4.8	1.4	7.4
<i>Nitzschia</i> spp.	5.5	9.8	7.0	15.6	8.0	8.9	0.4	0.7	0.4	0.7	2.2	2.9	0.6	1.9	1.1	4.4	0.6	3.3
<i>Paralia sulcata</i>	3.0	5.4			1.1	1.2	1.8	3.2	1.2	2.0			1.8	5.3	2.1	8.2	1.3	6.6
<i>Rhizosolenia delicatula</i>							3.5	6.0	11.7	19.5	24.9	31.9	3.9	11.4	3.3	13.4	1.6	8.1
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>							2.7	4.6	1.6	2.7	7.1	9.0					0.1	0.2
<i>Rhizosolenia setigera</i>	0.2	0.4	0.4	0.9	0.1	0.2	0.2	0.3	0.4	0.7	0.8	1.0	0.4	1.2	0.1	0.3	0.1	0.6
<i>Rhizosolenia shrubsolei</i>							1.4	2.5	2.9	4.8	3.7	4.7						
<i>Rhizosolenia stolterfortii</i>							11.5	19.8	12.9	21.5	15.9	20.5	0.1	0.1	0.4	1.8	0.1	0.7
<i>Rhizosolenia</i> spp.	0.2	0.4	0.4	0.9	0.1	0.2	19.3	33.2	29.5	49.1	52.4	67.2	4.3	12.7	3.9	15.5	1.9	9.6
<i>Skeletonema costatum</i>	1.3	2.4	1.6	3.6	9.0	10.0							0.4	1.3	0.5	1.9	1.3	6.5
<i>Thalassionema nitzschoïdes</i>	4.0	7.1	6.0	13.3	7.4	8.2	2.9	4.9	2.2	3.7	1.7	2.2			0.4	1.6	0.1	0.2
<i>Thalassiosira</i> spp.	20.9	37.3	11.8	26.2	29.3	32.6	6.9	12.0	9.6	16.0	9.9	12.7	1.1	3.2	0.9	3.6	2.9	14.9

2.4. ZOOPLANCTON

Les études de projet et celles de la première phase de surveillance ont mis en évidence une assez bonne homogénéité spatiale due au brassage intense du milieu. La mise en fonctionnement de la centrale peut-elle rompre cette homogénéité ? Si oui, les échantillons de quels points sont responsables de l'hétérogénéité ?

Dès 1993, le nombre de points de prélèvements passe de quatre à trois (CANAL, REJET, REFERENCE) et la détermination des principales espèces est désormais annuelle au lieu de bisannuelle. Le point contrôle a été abandonné, sous réserve que l'écart thermique entre le point rejet et le milieu naturel ne dépasse pas 2 à 3 °C de façon redondante.

Le mode de prélèvement au filet triple WP2, à vide de maille de 200 µm, reste inchangé : six échantillons pour la mesure de la biomasse, du carbone total et de l'azote, un échantillon pour la détermination et la numération des principales espèces zooplanctoniques.

La méthodologie analytique est identique à celle de l'année antérieure. L'étuve MEMMERT UL40 et la balance METTLER MK160 sont utilisés pour la mesure de la biomasse zooplanctonique. L'analyseur LECO-CHN 800 et sa balance LECO-350 sont utilisés pour la mesure du carbone total et de l'azote. La détermination des espèces zooplanctoniques est effectuée à la loupe binoculaire.

2.4.1. Méthodologie de traitement.

La méthode statistique va nous permettre d'étudier les variations spatiales sur le site de Flamanville. Pour tester l'homogénéité spatiale, l'utilisation de l'analyse de variance à un critère de classification suivie d'un test de comparaisons multiples, pour identifier au niveau des valeurs de chaque paramètre les moyennes qui diffèrent les unes des autres, suppose des échantillons de grande taille, des populations normales et une égalité des variances. Nous avons donc préféré utiliser le test non paramétrique de Kruskal-Wallis suivi d'un test de comparaisons multiples appliqué au rang qui ne nécessite aucune condition particulière (QUINTIN, 1990).

Planche 2.1

FLAMANVILLE 20 mars 1994

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

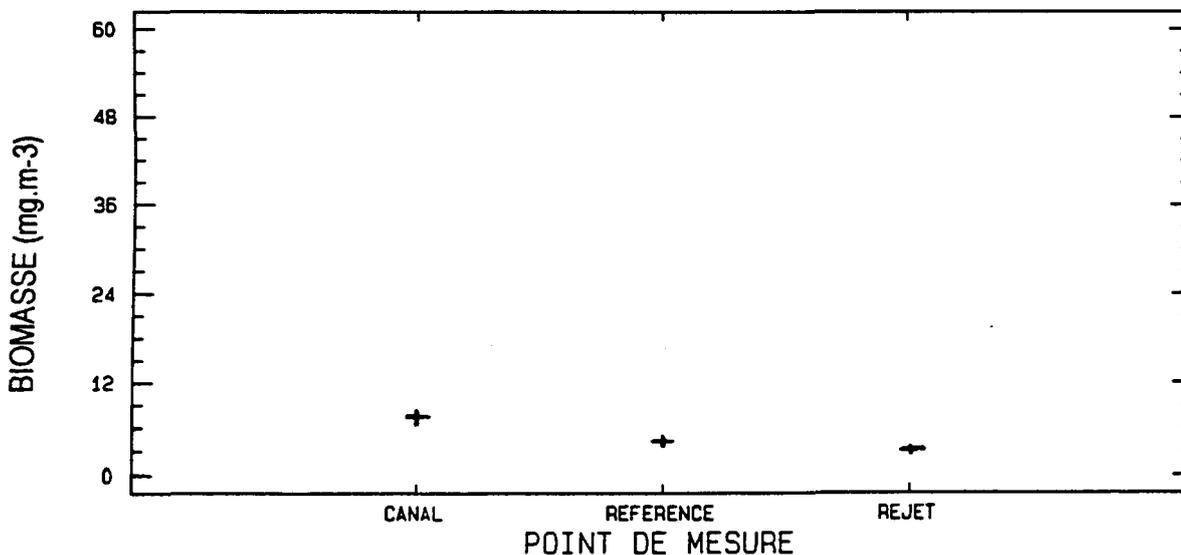
Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	7,44	1,04	14,8
REFERENCE	6	4,28	0,50	9,0
REJET	6	3,16	0,30	4,7
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 10,96				
Niveau de signification = 4,17 E-3				

Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	qkw	p'	q0,05; α; p'	Hypothèse d'égalité	Station	Groupes homogènes
1	CANAL - REJET	4,66	3	3,314	REJETEE	CANAL	*
2	CANAL - REFERENCE	3,96	2	2,772	REJETEE	REJET	*
3	REFERENCE - REJET	2,94	2	2,772	REJETEE	REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

20 MARS 1994 : POINTS SEPARES



Le traitement suivant est appliqué pour chaque paramètre (biomasse, carbone total, azote) pour l'année 1994, entre les points Canal, Rejet, Référence :

- un test non paramétrique de Kruskal-Wallis ou test H utilisé dans les cas de liaison entre un caractère quantitatif et un caractère qualitatif à k classes ($k > 2$) permet de déterminer si les k rangs moyens se révèlent trop disparates pour retenir l'hypothèse H_0 d'unicité de la population d'origine des échantillons, c'est-à-dire d'homogénéité spatiale⁽¹⁾.

- un tracé des moyennes (barre horizontale) des effectifs de chacune des k classes correspondant aux points de prélèvements et l'intervalle de deux erreurs-standards (barre verticale) pour chacune de ces moyennes⁽¹⁾.

- dans le cas où le test H indique une hétérogénéité au sein du groupe d'échantillons, l'hypothèse H_1 est acceptée. Un test non paramétrique de comparaison multiple de Student-Newman-Keuls (SNK), appliqué au rang, permet d'identifier quel groupe d'échantillons se révèle significativement différent des autres et cause l'hétérogénéité.

Les k sommes des rangs sont ordonnées par ordre croissant de valeurs. Nous effectuons la série des comparaisons pas à pas des différences entre les sommes de rangs prises deux à deux en commençant par la plus grande. Nous calculons la variable auxiliaire :

$$q_{kw} = \frac{R_{\max} - R_{\min}}{SR} \quad \text{avec} \quad SR = \sqrt{\frac{n_j (n_j \cdot p') (n_j \cdot p' + 1)}{12}}$$

(NEMENYI, 1964 ; WILCOXON et WILCOX, 1964 cités dans SCHERRER, 1984).

$R_{\max} - R_{\min}$ = différence entre les sommes de rang

SR = erreur type

n_j = effectif du j^{ème} échantillon (constant d'un échantillon à l'autre)

p' = k (au premier pas), k-1 (au deuxième pas).

Si la valeur q_{kw} est supérieure à celle critique $q_{\alpha, \infty, p'}$ de l'étendue de Student avec $\alpha = 0,05$ alors l'hypothèse d'égalité est rejetée pour les échantillons considérés.

⁽¹⁾ Subroutine ANOVA de STATGRAPHICS R, PLUS * WARETM, STSC inc (USA).

Planche 2.2

FLAMANVILLE 20 mars 1994

CARBONE TOTAL

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

Station	N	Moyenne (mg.m ⁻³)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	1,84	0,13	13,5
REFERENCE	6	1,56	0,17	10,7
REJET	6	1,03	0,12	4,3
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 9,27				
Niveau de signification = 9.6 E-3				

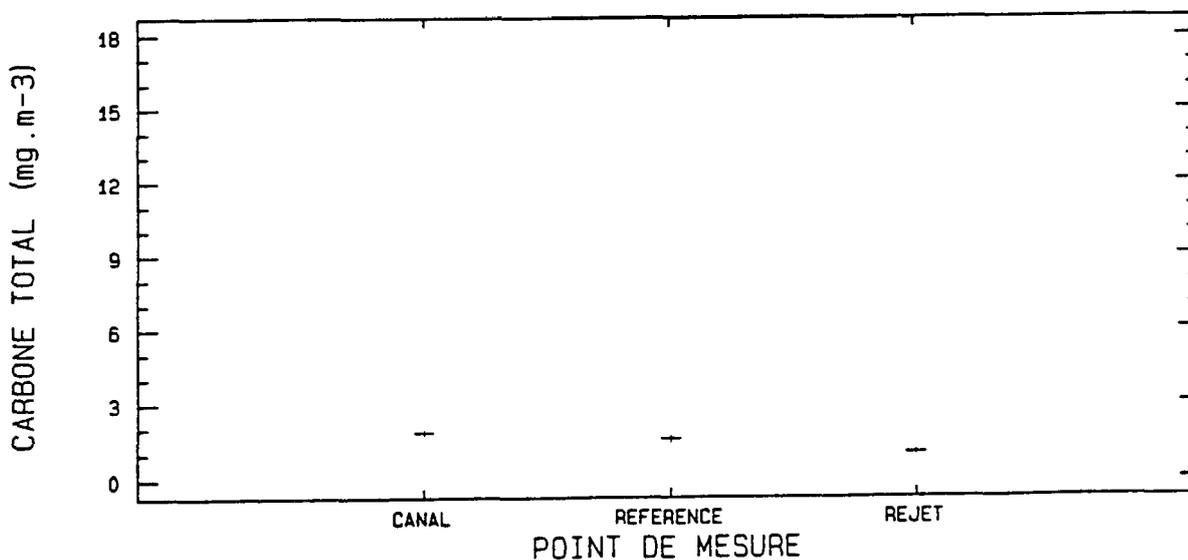
Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	q _{kw}	p'	q _{0,05;cc} ; p'	Hypothèse d'égalité
1	CANAL - REJET	4,20	3	3,314	REJETEE
2	REFERENCE - REJET	4,30	2	2,772	REJETEE
3	CANAL - REFERENCE	1,93	2	2,772	ACCEPTEE

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

20 MARS 1994 : POINTS SEPARES



Cas particulier : quand les effectifs des échantillons sont inégaux, nous comparons les échantillons deux à deux en utilisant la valeur calculée

$$Z_{Hj1} = \frac{\bar{R}_j - \bar{R}_1}{\sigma_{j1}} \text{ avec } \sigma_{j1} = \sqrt{\frac{n(n+1)}{12} \left(\frac{1}{n_j} + \frac{1}{n_1} \right)}$$

\bar{R}_j et \bar{R}_1 sont les rangs moyens des échantillons j et 1 ,
 n_j et n_1 sont les effectifs des échantillons j et 1 .

Si Z_{Hj1} est supérieur à $Z_{\alpha'/2}$ avec $\alpha' = \alpha/k (k-1)$ l'hypothèse d'égalité est rejetée au seuil de signification qui correspond à α_e ("experimentwise error rate") de NOETHER (1976) et qui assure la probabilité qu'au moins une erreur de décision de type 1 se soit glissée dans le traitement ne dépasse pas α quand l'hypothèse H_0 d'égalité est vraie (SCHERRER, 1984). La valeur critique de Z est déduite de la table des aires limitées par la courbe normale centrée réduite.

2.4.2. VARIATION SPATIALE EN MARS

2.4.2.1. Biomasse (pl.2.1)

Les tests Kruskal-Wallis dépassent la valeur critique $\chi^2_{0,05(2)} = 5,99$ pour la biomasse ($H = 10,96$). L'hypothèse (H_0) d'homogénéité spatiale est rejetée.

Les moyennes des mesures de biomasse sont de $7,4 \text{ mg.m}^{-3}$ au canal, $4,3 \text{ mg.m}^{-3}$ au point référence, et légèrement plus faible au point rejet avec $3,2 \text{ mg.m}^{-3}$. A titre comparatif, la moyenne des mesures en mars 1977 était de l'ordre de $7,3 \text{ mg.m}^{-3}$ pour le milieu naturel avant fonctionnement de la centrale.

2.4.2.2. Carbone total et azote (pl. 2.2 à pl. 2.3)

Le test de Kruskal-Wallis dépasse également la valeur critique $\chi^2_{0,05(2)} = 5,99$ pour le carbone total ($H = 9,27$) et l'azote ($H = 7,40$), ce qui conduit au rejet de l'hypothèse H_0 d'unicité des échantillons aux différents points et à l'acceptation de l'hypothèse H_1 , indiquant une hétérogénéité spatiale, au risque $\alpha = 0,05$.

Planche 2.3

FLAMANVILLE 20 mars 1994

AZOTE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

Station	N	Moyenne (mg.m ⁻³)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	0,34	0,03	11,7
REFERENCE	6	0,32	0,04	12,2
REJET	6	0,20	0,03	4,7
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 7,40				
Niveau de signification = 0,03				

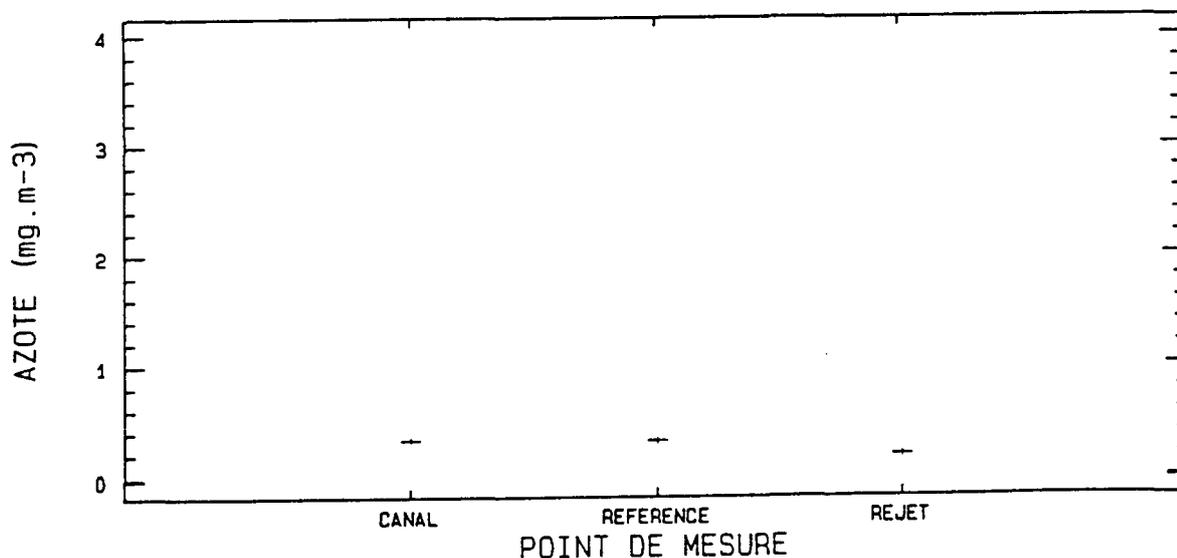
Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	q _{kw}	p'	q _{0,05;} α; p'	Hypothèse d'égalité
1	REFERENCE - REJET	3,44	3	3,314	REJETEE
2	CANAL - REJET	4,76	2	2,772	REJETEE
3	REFERENCE - CANAL	0,34	2	2,772	ACCEPTEE

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

20 MARS 1994 : POINTS SEPARES



Le point rejet présente une moyenne de $1,0 \text{ mg.m}^{-3}$ pour le carbone total, et $0,2 \text{ mg m}^{-3}$ pour l'azote, inférieures à celles des autres points ; le test de comparaison multiple confirme que seul le point rejet se différencie bien des autres points où les moyennes sont les plus basses enregistrées depuis le début des études pour le milieu naturel en mars.

2.4.3. VARIATION SPATIALE EN JUILLET

2.4.3.1. Biomasse, carbone total et azote (pl. 2.4 à pl. 2.6)

La valeur critique de 5,99 n'étant pas dépassée pour la biomasse, nous ne pouvons pas rejeter l'hypothèse H_0 d'homogénéité spatiale pour ce paramètre ($H = 5,72$). Dépassée pour les paramètres carbone ($H = 9,58$) et azote ($H = 9,58$), l'hypothèse d'hétérogénéité spatiale est retenue pour ceux-ci.

Le point référence se distingue des autres points pour le carbone et l'azote avec les valeurs les plus fortes. Les résultats du point rejet tiennent une place intermédiaire entre ceux du point référence et du point canal.

2.4.4. VARIATION SPATIALE EN OCTOBRE

2.4.4.1. Biomasse, carbone total et azote (pl.2.7 à 2.9)

La situation d'octobre est semblable à celle de juillet, avec un dépassement de la valeur critique du test H pour le carbone total ($H=8,9$) et l'azote ($H=8,6$), qui conduit à retenir l'hypothèse d'une hétérogénéité spatiale au risque $\alpha = 0,05$ uniquement pour ces deux paramètres.

Seul, le point référence se distingue des autres points par des valeurs moyennes plus élevées. Les valeurs faibles du point rejet sont assez proches de celles du point canal.

Planche 2.4

FLAMANVILLE 2 juillet 1994

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	20,58	1,83	5,3
REFERENCE	6	27,36	0,64	12,3
REJET	6	26,58	3,50	10,8
Test statistique de Kruskal-Wallis : $H = 5,72$				
Niveau de signification = 0,06				

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

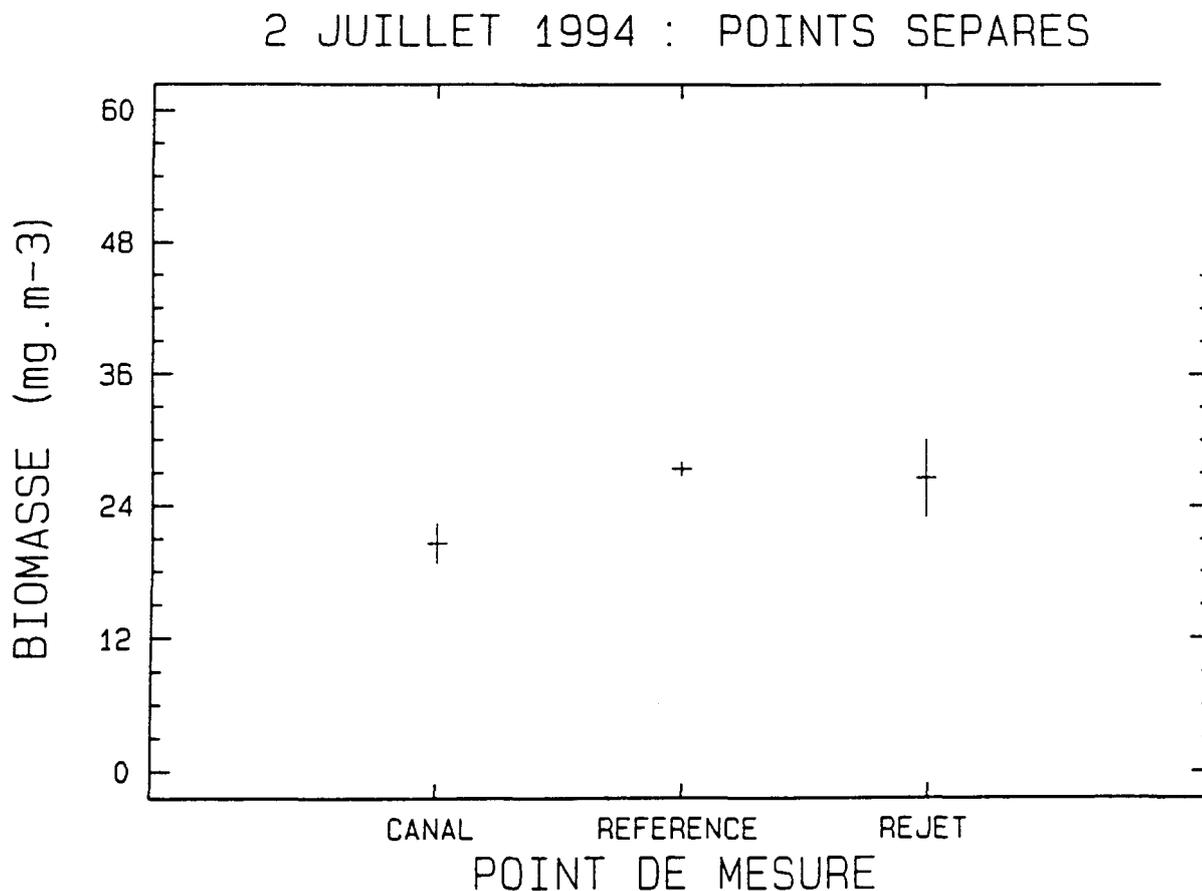


Planche 2.5

FLAMANVILLE 2 juillet 1994

CARBONE TOTAL

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

Station	N	Moyenne (mg.m-3)	Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	7,00	0,60	5,0
REFERENCE	6	11,36	0,28	14,5
REJET	6	8,96	1,12	9,0
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 9,58				
Niveau de signification = 8,3 E - 3				

Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	q _{kw}	p'	q _{0,05; α; p'}	Hypothèse d'égalité
1	REFERENCE - CANAL	4,36	3	3,314	REJETEE
2	REFERENCE - REJET	3,74	2	2,772	REJETEE
3	REJET - CANAL	2,72	2	2,772	ACCEPTEE

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

2 JUILLET 1994 : POINTS SEPARES

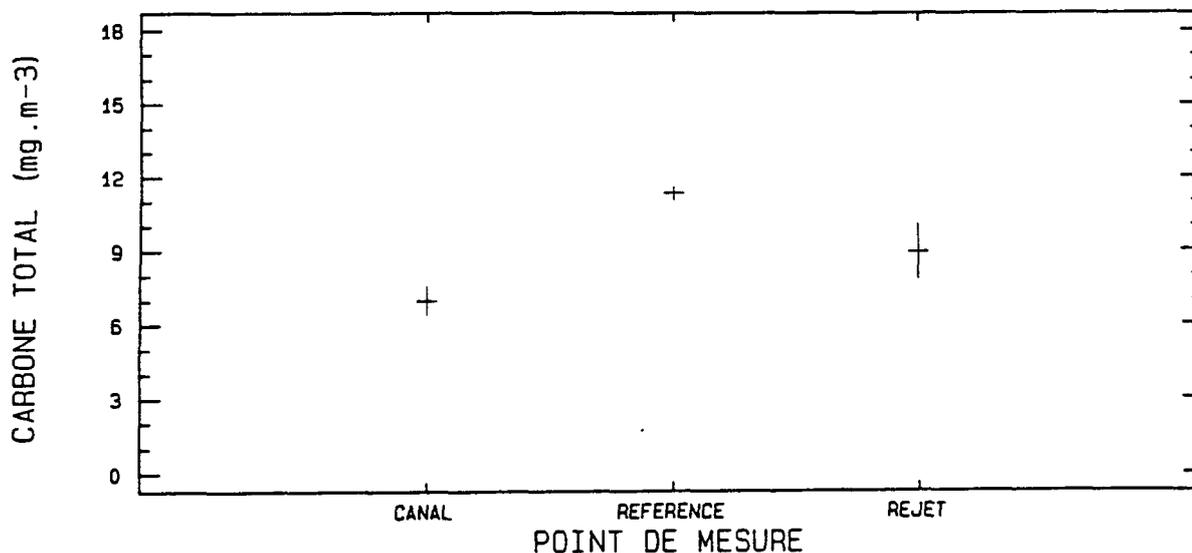


Planche 2.6

FLAMANVILLE 2 juillet 1994

AZOTE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	1,65	0,14	5,0
REFERENCE	6	2,80	0,07	14,5
REJET	6	2,04	0,25	9,0

Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 9,58
Niveau de signification = 8,32 E - 3

Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	qkw	p'	q0,05; α; p'	Hypothèse d'égalité
1	REFERENCE - CANAL	4,36	3	3,314	REJETEE
2	REFERENCE - REJET	3,74	2	2,772	REJETEE
3	REJET - CANAL	2,72	2	2,772	ACCEPTEE

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

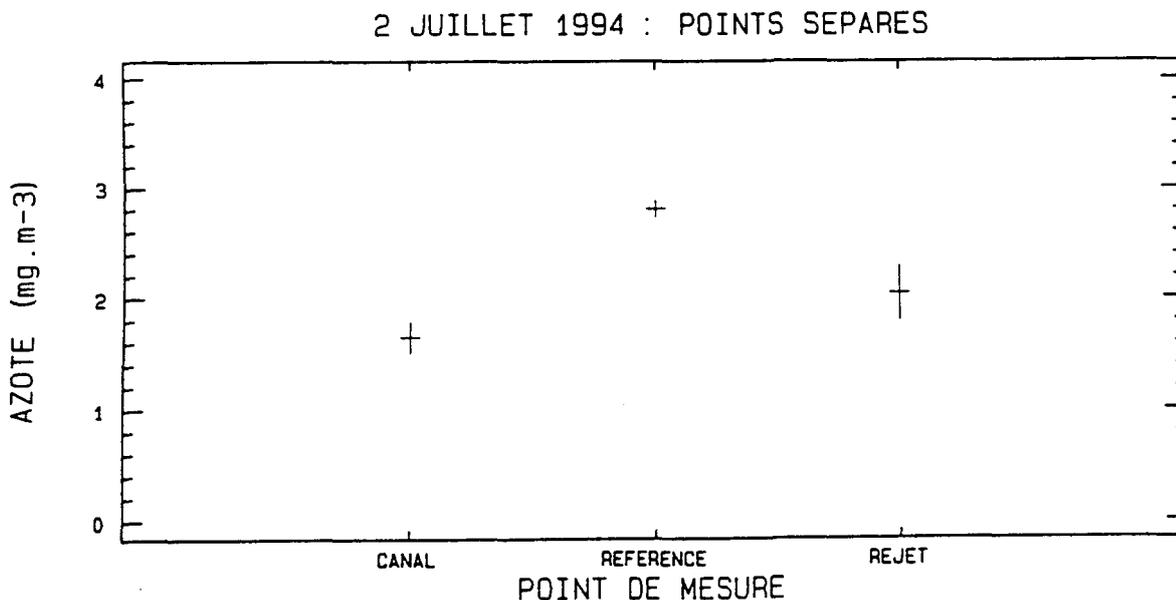


Planche 2.7

FLAMANVILLE 1er octobre 1994

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	7,49	1,15	9,3
REFERENCE	6	10,47	2,46	13,0
REJET	6	5,19	0,98	6,2
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 4,92				
Niveau de signification = 0,09				

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

1 OCTOBRE 1994 : POINTS SEPARES

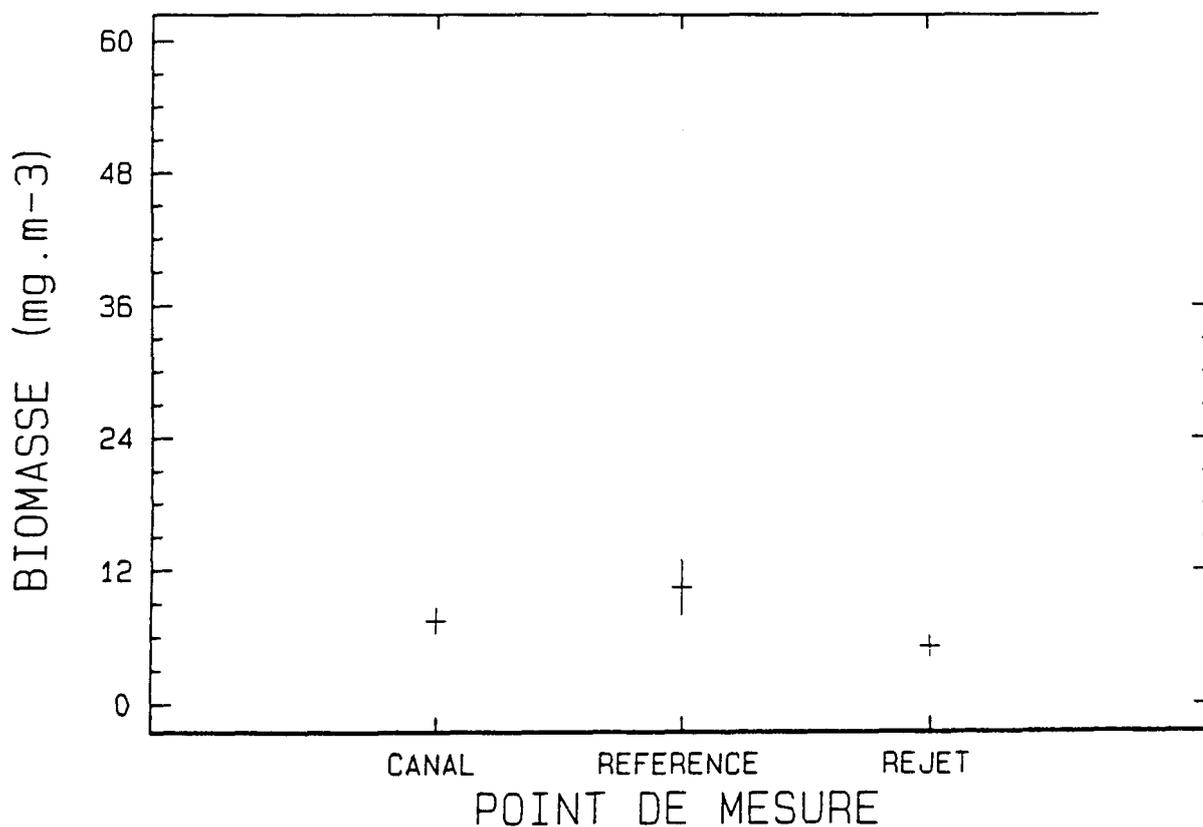


Planche 2.8

FLAMANVILLE 1er octobre 1994

CARBONE TOTAL

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	2,45	0,36	6,8
REFERENCE	5	4,70	0,80	12,6
REJET	4	1,97	0,17	4,0
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 8,90				
Niveau de signification = 0,01				

Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	z_{Hj}	Hypothèse d'égalité
1	CANAL - REJET	1,43	ACCEPTEE
2	REFERENCE - REJET	4,68	REJETEE
3	REFERENCE - CANAL	2,9	REJETEE
Valeur critique de Z = 2,39 (k = 2, $\alpha = 0,05$)			

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

1 OCTOBRE 1994 : POINTS SEPARES

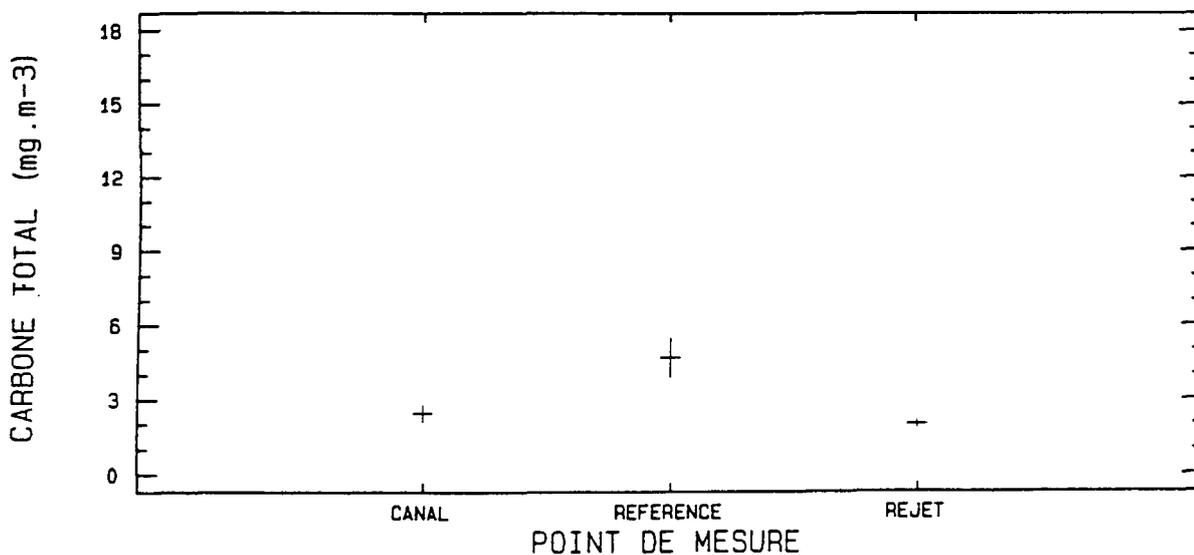


Planche 2.9

FLAMANVILLE 1er octobre 1994

AZOTE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

Station	N	Moyenne (mg.m-3)	Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	0,39	0,09	5,7
REFERENCE	5	1,13	0,21	12,8
REJET	4	0,34	0,02	5,5
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 8,64				
Niveau de signification = 0,01				

Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	$Z H_j $	Hypothèse d'égalité
1	CANAL - REJET	0,10	ACCEPTEE
2	REFERENCE - REJET	3,96	REJETEE
3	REFERENCE - CANAL	3,54	REJETEE
Valeur critique de Z = 2,39 (k = 2, $\alpha = 0,05$)			

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

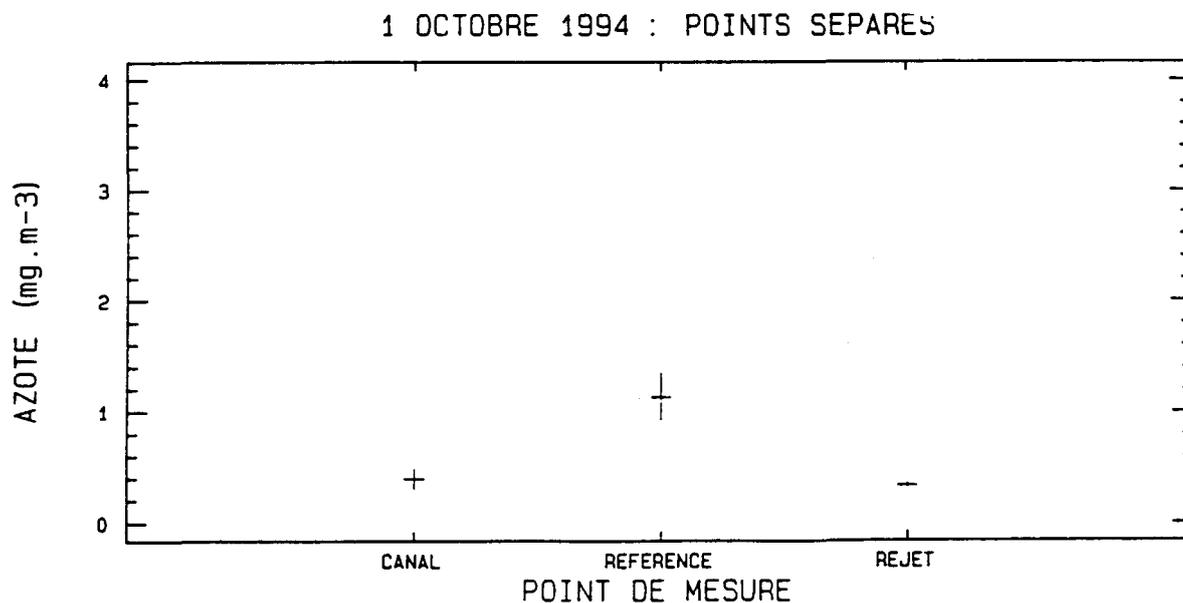
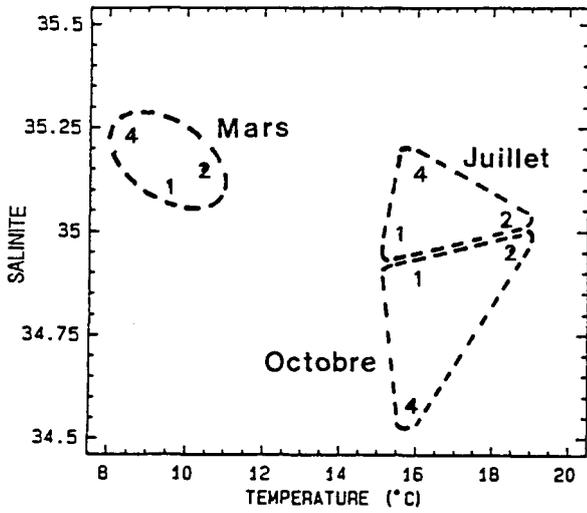


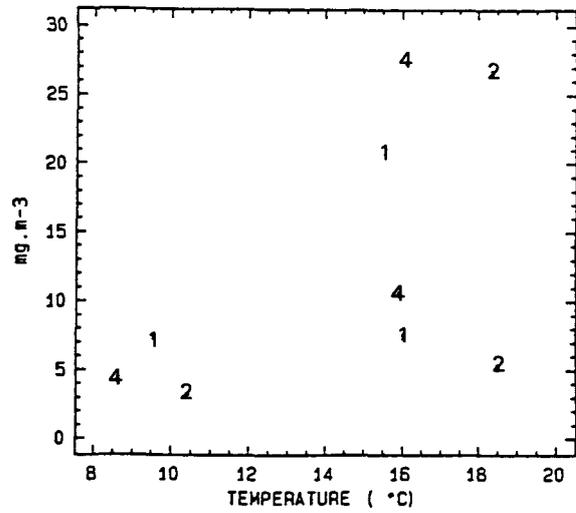
Planche 2.10

DIAGRAMMES DES DIFFERENTS PARAMETRES EN FONCTION DE LA TEMPERATURE - FLAMANVILLE 1994 -

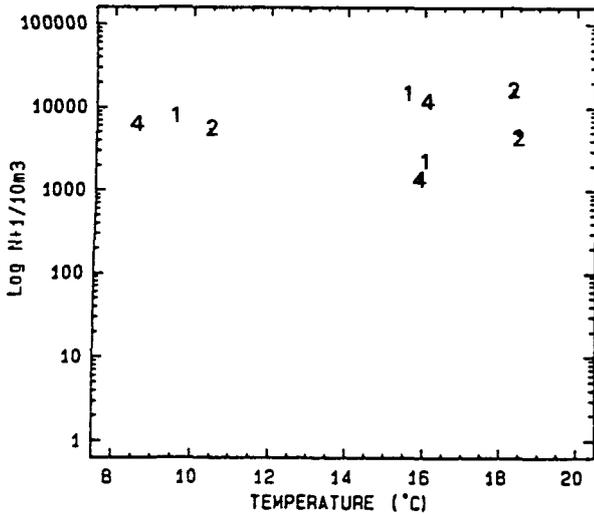
SALINITE



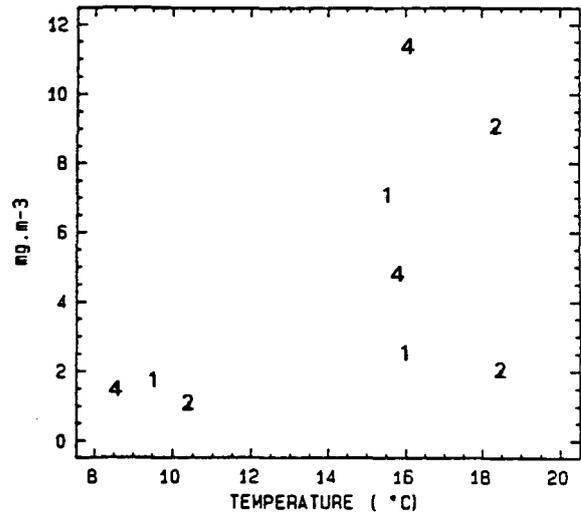
BIOMASSE



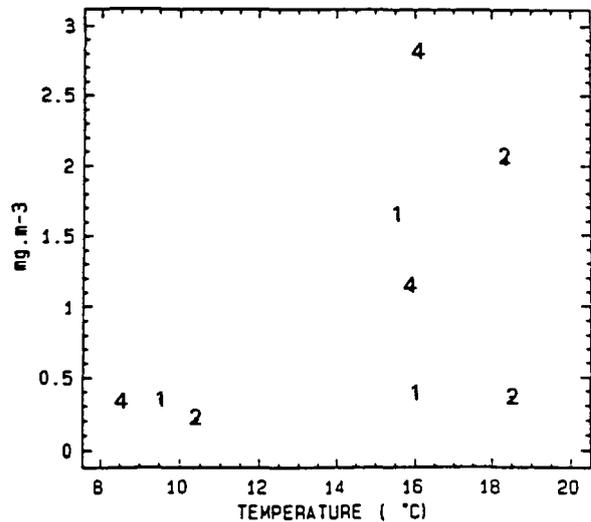
ZOOPLANCTON TOTAL



CARBONE TOTAL



AZOTE



1 - CANAL
2 - REJET
4 - REFERENCE

2.4.5. INTERPRETATION BIOLOGIQUE DES VARIATIONS SPATIALES EN 1994

L'INFLUENCE DU FACTEUR THERMIQUE (PL. 2.10 A 2.12)

Le diagramme température-salinité par colonne d'eau, codé pour les points canal (1), rejet (2), référence (4), groupés pour les mois de mars, juillet et octobre 1994 montre un rassemblement des données dans les gammes de température respective de 8,5-10,5 °C, 15,5-18,5 °C, 16-18,5 °C. Pour chaque période de temps considérée, le point rejet présente l'écart thermique (dT) le plus grand par rapport aux autres points (canal, référence). Ce dT ne dépasse pas 1,9 °C en mars, 2,8 °C en juillet, et 2,6 °C en octobre.

Du point de vue des paramètres pondéraux globaux nous avons constaté que :

- En mars, le point rejet se distingue des autres points par des valeurs plus faibles en biomasse, carbone et azote.

- En juillet, le point référence se distingue des autres points par des valeurs de carbone et d'azote supérieures. Le point rejet présente des résultats en position intermédiaire.

- En octobre, le point référence se distingue des autres points par des valeurs de carbone et d'azote moins faibles. Les résultats du point rejet présente une position proche de ceux du point canal.

Pour émettre l'hypothèse d'un effet avéré de la centrale sur le milieu récepteur, les plus grands écarts pondéraux ou quantitatifs devraient, à priori, coïncider avec les plus grands écarts thermiques entre le point impacté (point rejet soumis à l'échauffement dû à la centrale et non uniquement aux variations climatiques naturelles du milieu) et les points non impactés. Or, les résultats des paramètres pondéraux globaux du point rejet ne diffèrent de ceux des autres points que pour le mois de mars (dT le plus bas).

Pour ces différentes périodes, la plus grande variation d'abondance zooplanctonique totale concerne les points suivants :

- En mars, le point rejet avec 5 100 individus par 10 m³ (ind.10 m⁻³) et le point canal avec 8 900 ind.10 m⁻³. Le point référence présente une valeur intermédiaire de 5 800 ind. par 10 m³, plus proche de celle du point rejet.

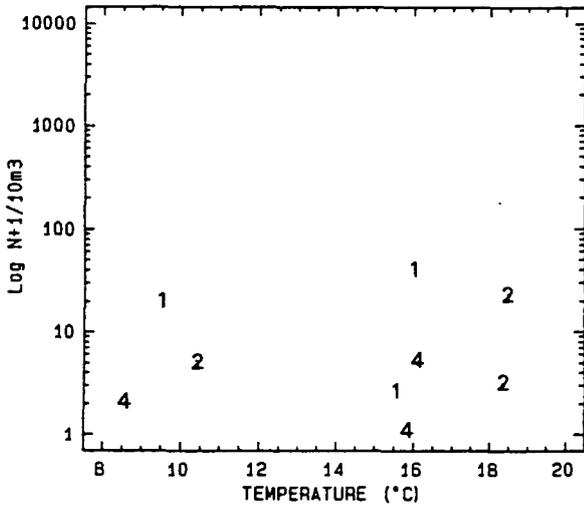
- En juillet, le point de référence avec 10 700 ind.10 m⁻³ et le point canal avec 16 100 ind.10 m⁻³. Le point de rejet présente un résultat intermédiaire avec 15 700 ind.10 m⁻³.

Planche 2.11

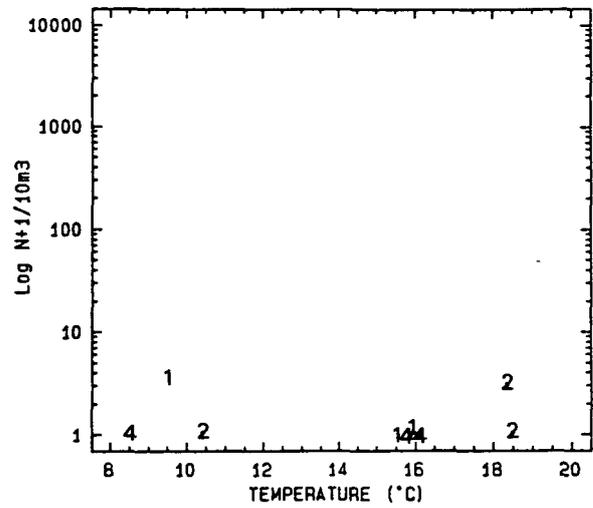
DIAGRAMMES DES DIFFERENTS PARAMETRES EN FONCTION DE LA TEMPERATURE - FLAMANVILLE 1994

1 - CANAL 2 - REJET 4 - REFERENCE

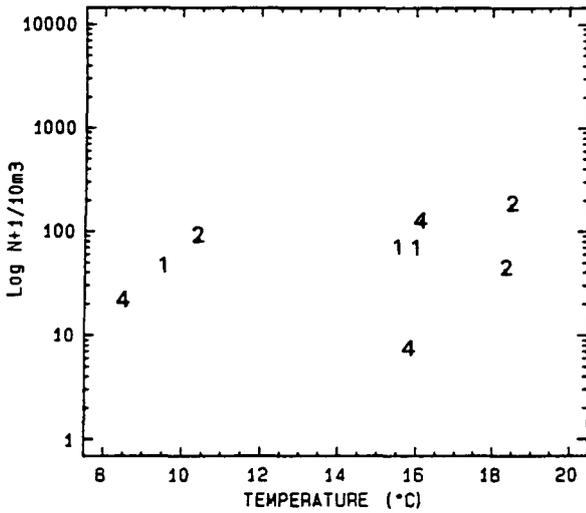
CNIDAIRES



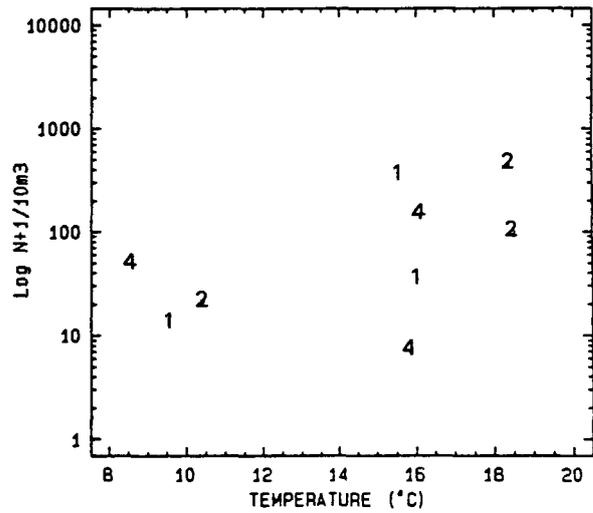
CTENAIRES



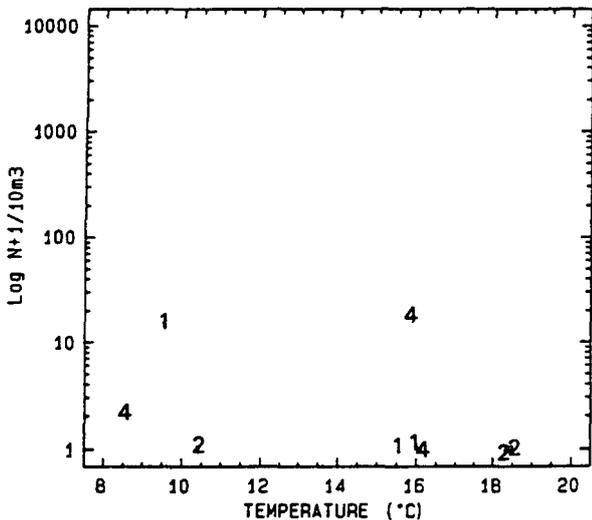
ANNELIDES



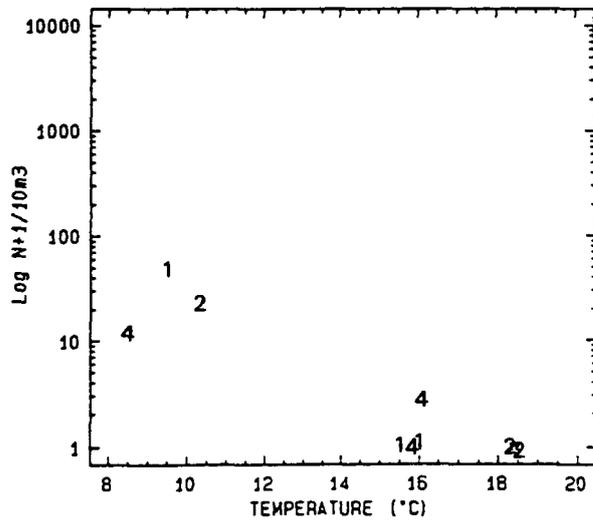
MOLLUSQUES



CHAETOGNATHES



OEUF DE POISSONS



- En octobre, le point de rejet avec 5 100 ind.10 m⁻³ et le point de référence avec 1 400 ind.10 m⁻³. Le point canal présente une valeur intermédiaire avec 2 300 ind.10 m⁻³. Le point rejet présente un résultat globalement supérieur aux autres points.

La quantification du zooplancton total montre que le rejet présente des abondances inférieures aux autres points uniquement en mars. L'observation des espèces du zooplancton montre que quantitativement les trois principaux groupes, que sont les Copépodes, les Cirripèdes et les Appendiculaires, représentent plus de 90 % de la faune planctonique totale sur chacune des périodes étudiées.

2.4.5.1. Mars 1994

En considérant l'évolution naturelle du milieu (non impacté), le niveau des paramètres pondéraux globaux de mars 1994 correspond à une situation basse pour ce mois par rapport aux années antérieures. La structure zooplanctonique globale est conservée avec 95 à 98 % de la population totale constituée des trois taxons précédemment cités. Cette dernière remarque est également vraie pour le point de rejet.

Le zooplancton est essentiellement composé de *nauplii* de Cirripèdes à tous les points. Ils sont deux fois plus nombreux à la côte avec 8 300 ind.10m⁻³ au canal et 4 400 ind.10m⁻³ aux points de référence et de rejet.

Le point de rejet se distingue des autres par un nombre d'Appendiculaires et de Décapodes plus faible avec respectivement 90 et 20 ind.10m⁻³ au rejet, 180 et 60 ind.10m⁻³ au canal, 340 et 40 ind.10 m⁻³ au point de référence.

La structure zooplanctonique globale est conservée avec 95% à 98% de la population totale constituée de *nauplii* de Cirripèdes, Copépodes (730 ind.10m⁻³ au point de référence, 190 ind.10m⁻³ au canal, 200 ind.10 m⁻³ au rejet), et Appendiculaires.

2.4.5.2. Juillet 1994

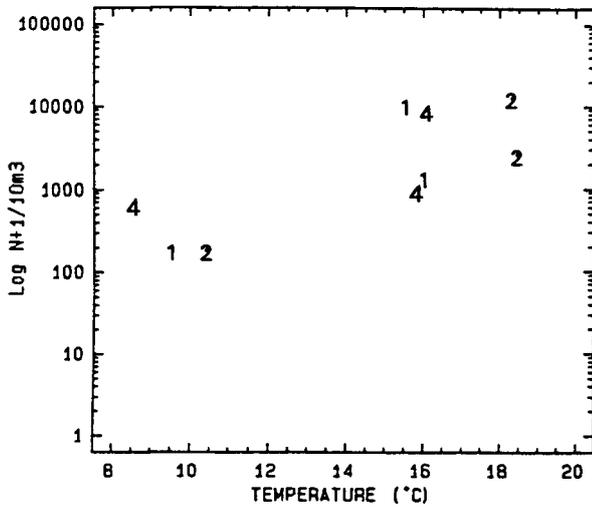
Le point de référence se distingue par un nombre inférieur de Copépodes (9 000 ind.10 m⁻³ au point référence, pour 11 000 ind.10 m⁻³ au canal, et 13 000 ind.10 m⁻³ au rejet), d'*Oikopleura dioïca* (950 ind.10 m⁻³ au point référence, 4 100 ind.10 m⁻³ au canal, 1 750 ind.10 m⁻³ au rejet), et de mollusques (point référence : 140 ind.10 m⁻³ ; point canal : 360 ind.10 m⁻³ ; point rejet : 440 ind.10 m⁻³). Les Cténaïres très peu nombreux, n'ont été observés qu'au point rejet (2 ind. 10 m⁻³).

Planche 2.12

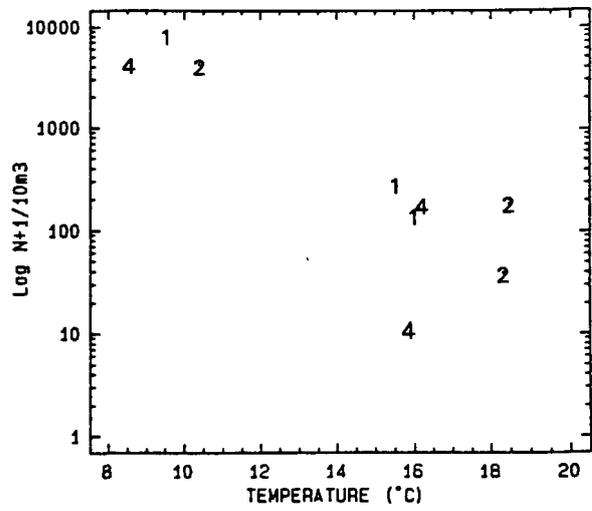
DIAGRAMMES DES DIFFERENTS PARAMETRES EN FONCTION DE LA TEMPERATURE - FLAMANVILLE 1994

1 - CANAL 2 - REJET 4 - REFERENCE

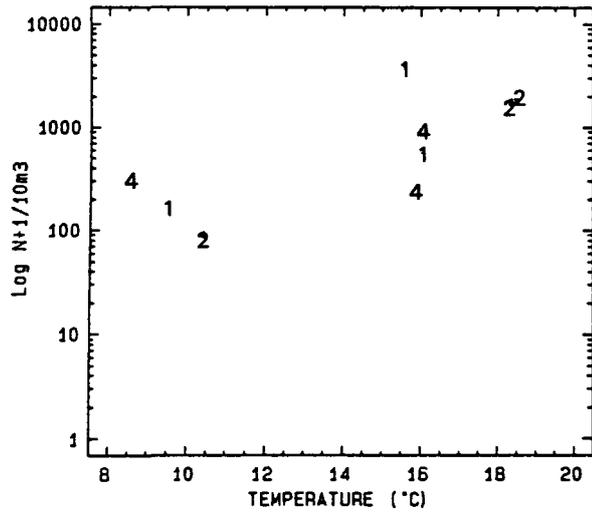
COPEPODES



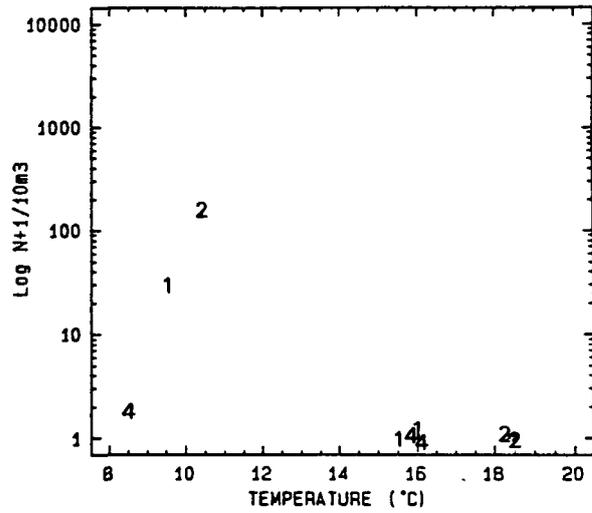
NAUPLII DE CIRRIPEDES



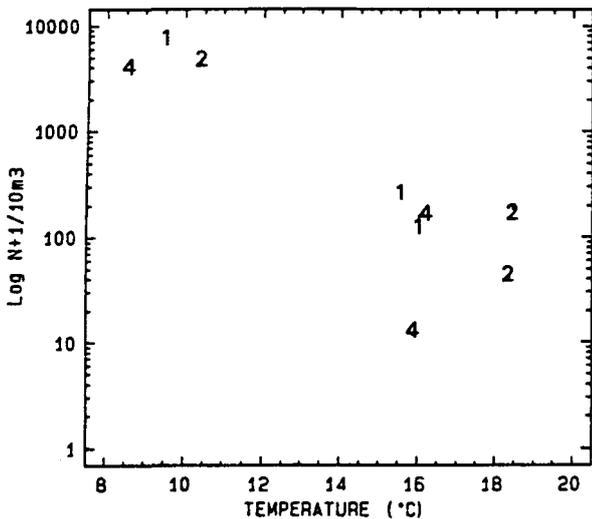
DIKOPLEURA DIOICA



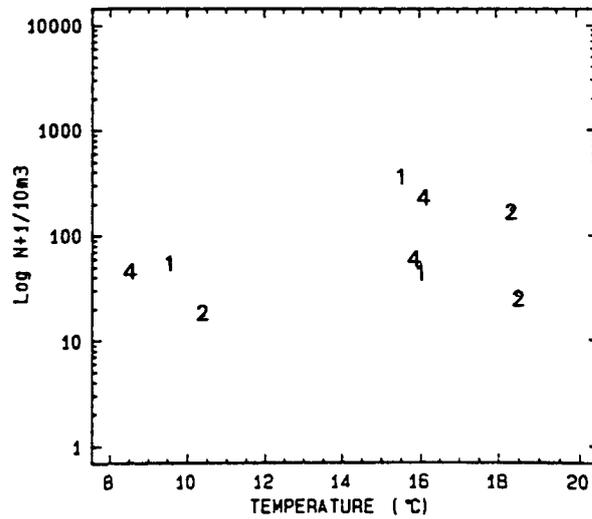
CYPRIS DE CIRRIPEDES



CIRRIPEDES



DECAPODES



2.4.5.3. Octobre 1994

En octobre, le point de référence présente une faune planctonique moins abondante qu'aux autres points, alors que nous y avons noté les paramètres pondéraux globaux plus élevés : les décapodes y sont plus nombreux avec 70 ind.10 m⁻³, pour 30 ind.10 m⁻³ au rejet et 50 ind.10 m⁻³ au canal. Ce sont des individus de plus grande taille que les autres groupes représentés. Les principaux taxons sont les Copépodes (1 000 ind.10 m⁻³ au point référence, 1 400 ind.10 m⁻³ au canal, 2 700 ind.10 m⁻³ au rejet), les Appendiculaires (270 ind.10 m⁻³ au point référence, 600 ind.10 m⁻³ au canal, 1 800 ind.10 m⁻³ au rejet), et les *nauplii* de Cirripèdes (12 ind.10 m⁻³ au point référence, 150 ind.10 m⁻³ au canal, 200 ind.10 m⁻³ au rejet).

2.4.6. En résumé

L'étude statistique des variations spatiales en 1994 pour les paramètres pondéraux globaux du zooplancton a montré :

- une hétérogénéité spatiale en mars, juillet et octobre 1994 pour le carbone et l'azote, et uniquement en mars pour la biomasse.
- ces hétérogénéités spatiales sont dues essentiellement au point de rejet en mars, au point de référence en juillet et octobre.

En ce qui concerne les populations zooplanctoniques, nous pouvons noter une chute des effectifs d'*Oikopleura dioïca* et de décapodes en mars, aucun effet néfaste avéré de la centrale sur le milieu en juillet et octobre, et une structure cohérente des populations zooplanctoniques avec maintien de la dominance des trois principaux taxons pour les trois périodes considérées.

		Dénombrement dans 1 ml d'eau des germes totaux en Zobell 9 jours à 25 °C			Vibrions halophiles dans 1 litre d'eau			Dénombrement en épifluorescence des germes colorés à l'acridine dans 1 ml d'eau		
1994		20-Mar	02-Jul	01-Oct	20-Mar	02-Jul	01-Oct	20-Mar	02-Jul	01-Oct
Canal d'aménée	I	992	300	1066	Abs	Abs	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	1 181 250	803 125	1 028 125
	J	782	316	1090	<i>Vibrio alginolyticus</i>	-	<i>Vibrio parahaemolyticus</i>	1 178 125	1 106 250	1 196 875
	Moyenne	887	308	1078	+	+	+	1 179 688	954 688	1 112 500
	Ecart type	148	11	17				2 210	214 342	119 324

	T eau °C	9.5	15.4	16.5						
	H prélèvt	10h10	12h50	10h20						
Point Rejet	K	612	240	332	Abs	Abs	Abs	921 875	831 250	1 125 500
	L	506	186	412	-	-	-	1 150 000	568 750	1 243 750
	Moyenne	559	213	372	0	0	0	1 035 938	700 000	1 184 625
	Ecart type	75	38	57				161 309	185 616	83 615

	T eau °C	10.2	16.5	19,5						
	H prélèvt	9h50	12h40	10h40						
Point Référence	E	174	48	214	Abs	Abs	<i>Vibrio damsela</i>	646 875	281 250	453 125
	F	188	68	218	-	-	<i>Vibrio damsela</i>	615 625	490 625	503 125
	G	190	72	212	-	-	<i>Vibrio damsela</i>	487 500	450 000	543 750
	H	224	62	210	-	-	-	503 125	490 625	509 375
	Moyenne	194	63	214	0	0	+	563 281	428 125	502 344
	Ecart type	21	11	3				79 769	99 772	37 359

	T eau °C	9.4	15.0	16.3						
	H prélèvt	10h45	13h50	11h00						

Tableau 2.4: Analyses microbiologiques réalisées en 1994 sur le site de Flamanville

2.5. MICROBIOLOGIE.

2.5.1. MATERIEL ET METHODE.

2.5.1.1. Moyens à la mer.

Les campagnes sont effectuées avec le zodiac de la S.N.S.M. de Diélette depuis 1985. Les trois points de prélèvements étant identiques à ceux de l'étude du domaine pélagique, les campagnes se font au même moment que celles du navire océanographique THALIA depuis 1987.

2.5.1.2. Analyses.

Les méthodes d'analyse sont les mêmes que celles employées antérieurement.

Le milieu de Zobell-Oppenheimer est préparé avec de la bactopeptone Difco, de l'agar Pasteur A et de l'eau vieillie durant deux semaines (3/4 du mélange).

Le milieu TCBS de Akiyama est également fabriqué au laboratoire en utilisant de la bactopeptone Difco. Une partie est gélosée au moyen d'agar Difco (15 g/dm³).

L'enrichissement, l'isolement, le tri et l'identification des colonies suspectes sont réalisés comme les années précédentes.

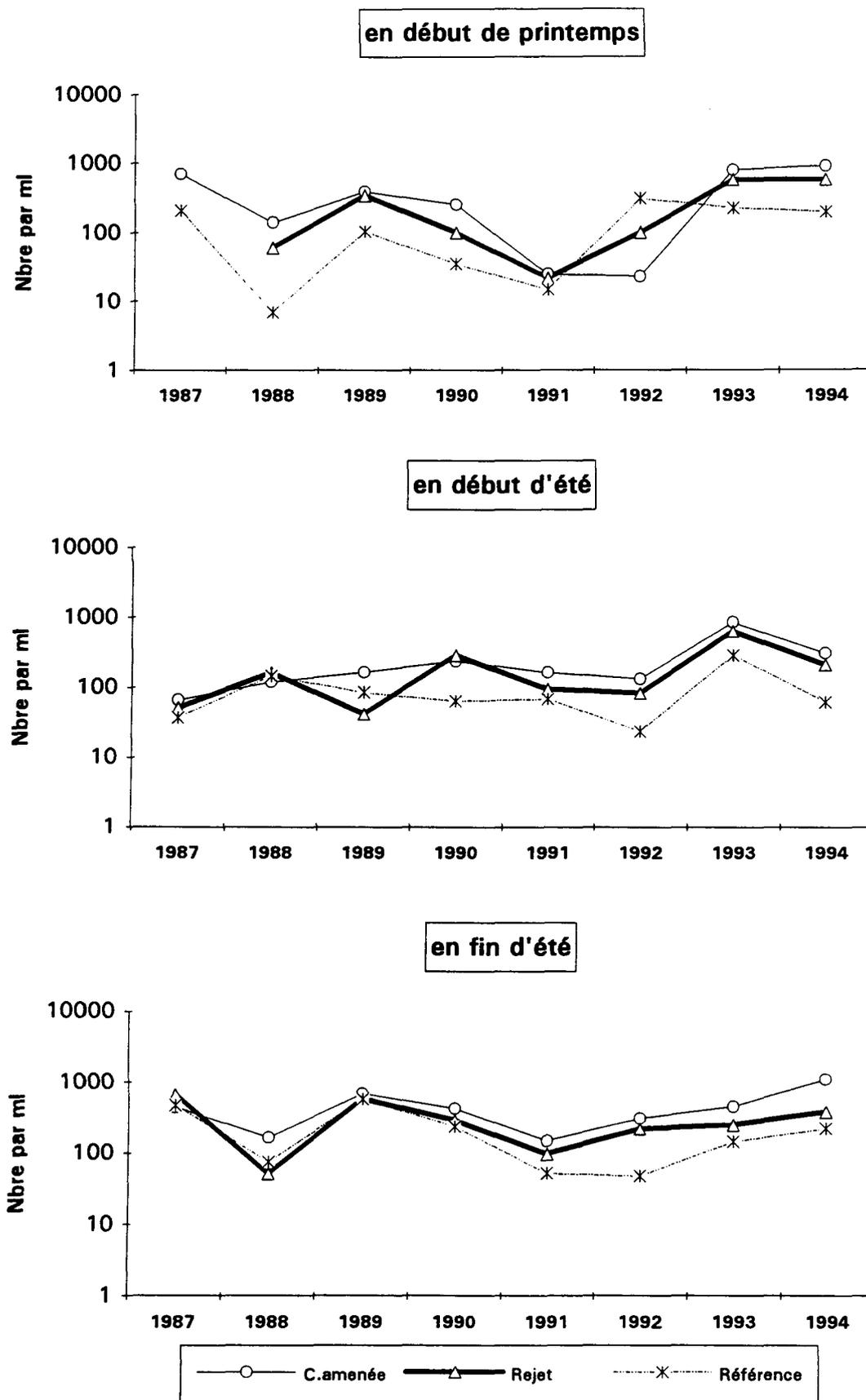
2.5.2. RESULTATS (TABLEAU 2.4)

2.5.2.1. Bactéries hétérotrophes.

Le dénombrement des germes revivifiables en milieu de Zobell fournit des valeurs moyennes par cm³ comprises entre 63 germes au point de référence en juillet et 1 078 au point canal d'aménée le 1^{er} octobre.

Sur la période 1987-1993 (Fig. 2.12), le principal constat effectué sur l'abondance des bactéries hétérotrophes porte sur la présence d'un gradient numérique croissant large-côte (à l'exception d'avril 1992), généralement plus évident en début de printemps et en fin d'été.

FIG. 2.12 : Evolution des germes totaux de 1987 à 1994 au droit du CNPE de Flamanville



Les valeurs observées au-dessus des rejets s'intègrent dans l'intervalle des mesures côte-large. La plus grande richesse du canal d'aménée en toute saison pourrait être attribuée à la position de ce point dans une zone d'influence du fond et des berges.

Une évolution significative de ce paramètre sur le site n'est pas observée.

2.5.2.2. Germes totaux.

Le dénombrement microscopique des germes colorés à l'acridine orange donne des valeurs moyennes par cm^3 de 926 000 en mars, 694 000 en juillet et 933 000 en octobre sur l'ensemble des trois points visités en 1994. Les valeurs, quoique du même ordre de grandeur, sont plus fortes à la côte qu'au large aux trois périodes.

L'examen de l'évolution de ce paramètre de 1987 à 1993 (fig. 2.13) met en évidence :

- la particularité de l'année 1991, où de très faibles densités ($< 10^5 \cdot \text{cm}^{-3}$) sont notées aux trois points et aux trois périodes ;

- une certaine uniformité dans le temps et dans l'espace de la masse d'eau devant le cap de Flamanville, un gradient côte-large n'étant pas nettement détectable.

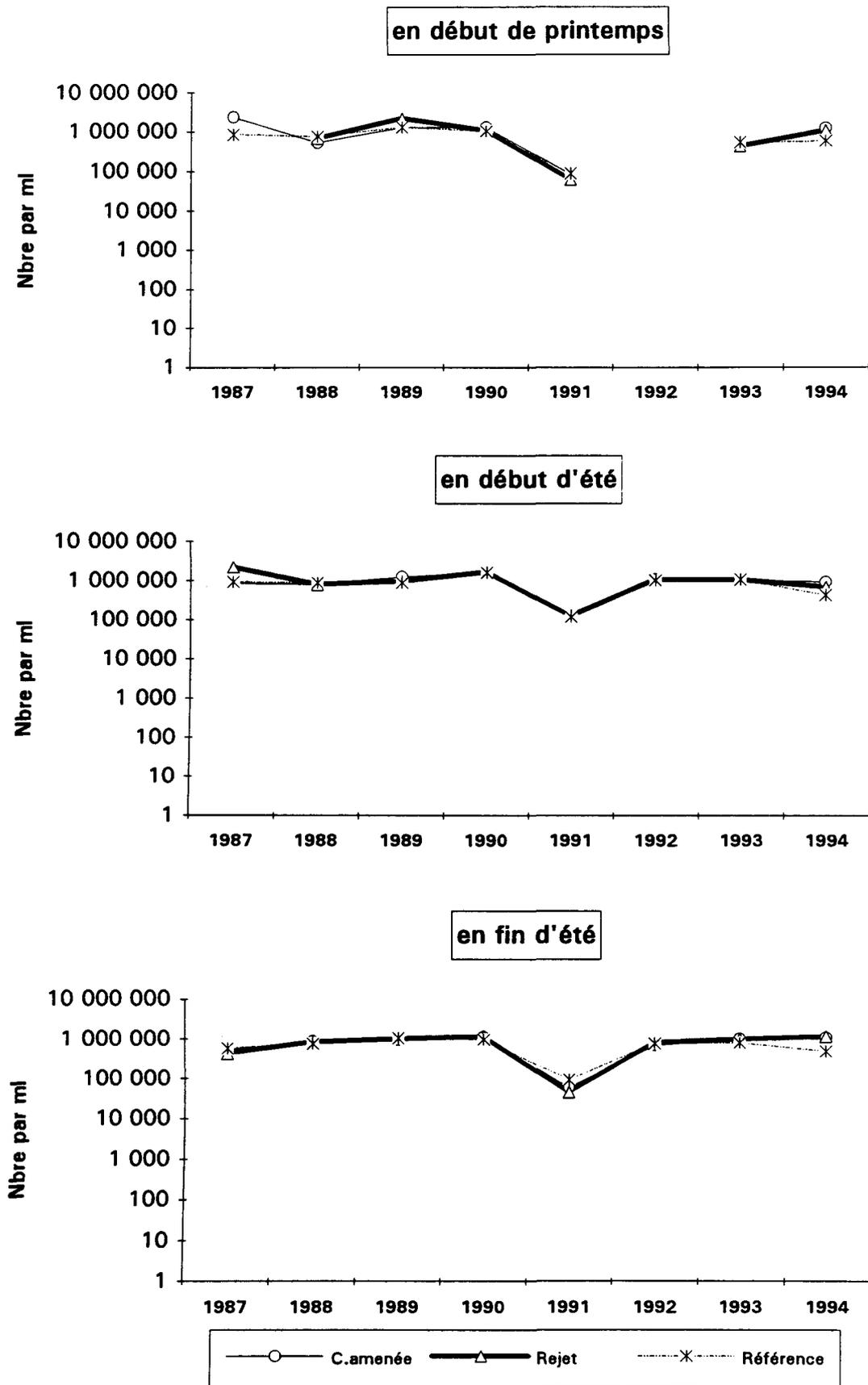
2.5.2.3. Vibrions halophiles.

La présence de vibrions halophiles est notée en fin d'hiver dans le canal d'aménée, et en fin d'été tant dans le canal d'aménée qu'au point référence.

Vibrio parahaemolyticus est pathogène. Ce vibron peut être la cause chez l'homme de gastro-entérite à la suite d'ingestion de coquillages contaminés. *Vibrio damsela* se trouve à la suite de surinfection de plaies.

Ces vibrions, auxquels il convient de rajouter *Vibrio alginolyticus*, font cependant partie de la flore marine autochtone.

FIG. 2.13 : Evolution des germes colorés à l'acridine de 1987 à 1994 au droit du CNPE de Flamanville



2.6. TRIHALOMETHANES

La chloration de l'eau de mer donne lieu à la formation de dérivés halogénés parmi lesquels sont identifiés les trihalométhanes. Le bromoforme est le composé qui se forme de façon prépondérante ; ses durées de demi-vie dans l'eau de mer sont comprises entre 1/2 heure et 1 heure (ABARNOU, 1981). Ces composés très volatils ont une toxicité potentielle et des propriétés carcinogènes.

La recherche de ces composés halogénés, dont le chloroforme et le bromoforme, est entreprise en 1994 au droit du site de Flamanville. Les résultats obtenus (tableau 2.5) montrent qu'aucun composé n'a pu être détecté au cours des trois campagnes.

Trihalométhanes	Limite de détection	Canal d'amenée	Rejet	Référence
20 mars				
Chloroforme	1	(/)	(/)	(/)
Dichloromonobrométhane	5	(/)	(/)	(/)
Dibromomonochlorométhane	5	(/)	(/)	(/)
Bromoforme	4	(/)	(/)	(/)
2 juillet				
Chloroforme	1	(/)	(/)	(/)
Dichloromonobrométhane	1	(/)	(/)	(/)
Dibromomonochlorométhane	1	(/)	(/)	(/)
Bromoforme	4	(/)	(/)	(/)
1 octobre				
Chloroforme	1	(/)	(/)	(/)
Dichloromonobrométhane	1	(/)	(/)	(/)
Dibromomonochlorométhane	1	(/)	(/)	(/)
Bromoforme	4	(/)	(/)	(/)

Résultats exprimés en microgrammes par litre

(/) = composé non détecté

Tableau 2.5 : Analyses des trihalométhanes en 1994 sur le site de Flamanville

D'après les documents transmis chaque mois par EDF, nous notons que l'électrochloration ne fonctionnait ni le 20 mars, ni le 1^{er} octobre (*cf* récapitulatif mensuel à l'annexe 1.3). Le 2 juillet, par contre, 1 642 Kg de chlore ont été injectés dans le circuit de refroidissement de la tranche 2, soit une concentration de 0,511 mg de chlore par litre d'eau de mer. Dans le cas d'une chloration expérimentale à 1 mg de chlore par litre, la concentration en bromoforme varie entre 20 et 45 µg/l, avec une moyenne de 25 µg/l (ABARNOU, 1981). Cette concentration varie selon la charge en matière organique et la quantité d'ammoniaque dissous.

3. LE DOMAINE BENTHIQUE

Etude et rapport réalisés :

au Centre IFREMER de BREST par :

Luc DREVES (Phytobenthos et Zoobenthos)

avec la collaboration de :

Jean-Dominique GAFFET et Erwan LE GALL

pour les missions de prélèvements

3.1. PHYTOBENTHOS INTERTIDAL

Le peuplement de *Fucus serratus* du platier de Diélette (fig.3.1), situé au nord de la Centrale électronucléaire de Flamanville dans la zone d'influence de la tache thermique, fait l'objet d'une surveillance depuis 1977. Étudié une première fois d'août 1977 à août 1978, il est suivi en continu depuis mars 1983.

L'espèce *Fucus serratus* devrait être un indicateur des perturbations éventuelles induites par les rejets de la Centrale sur le macrophytobenthos local. Celles-ci pourraient être de plusieurs ordres : évolutions différées de la croissance estivale et de la dépopulation hivernale, déplacement saisonnier et quantitatif de la fertilité des pieds, évolution géographique du peuplement.

3.1.1. METHODOLOGIE

3.1.1.1. Evolution du stock

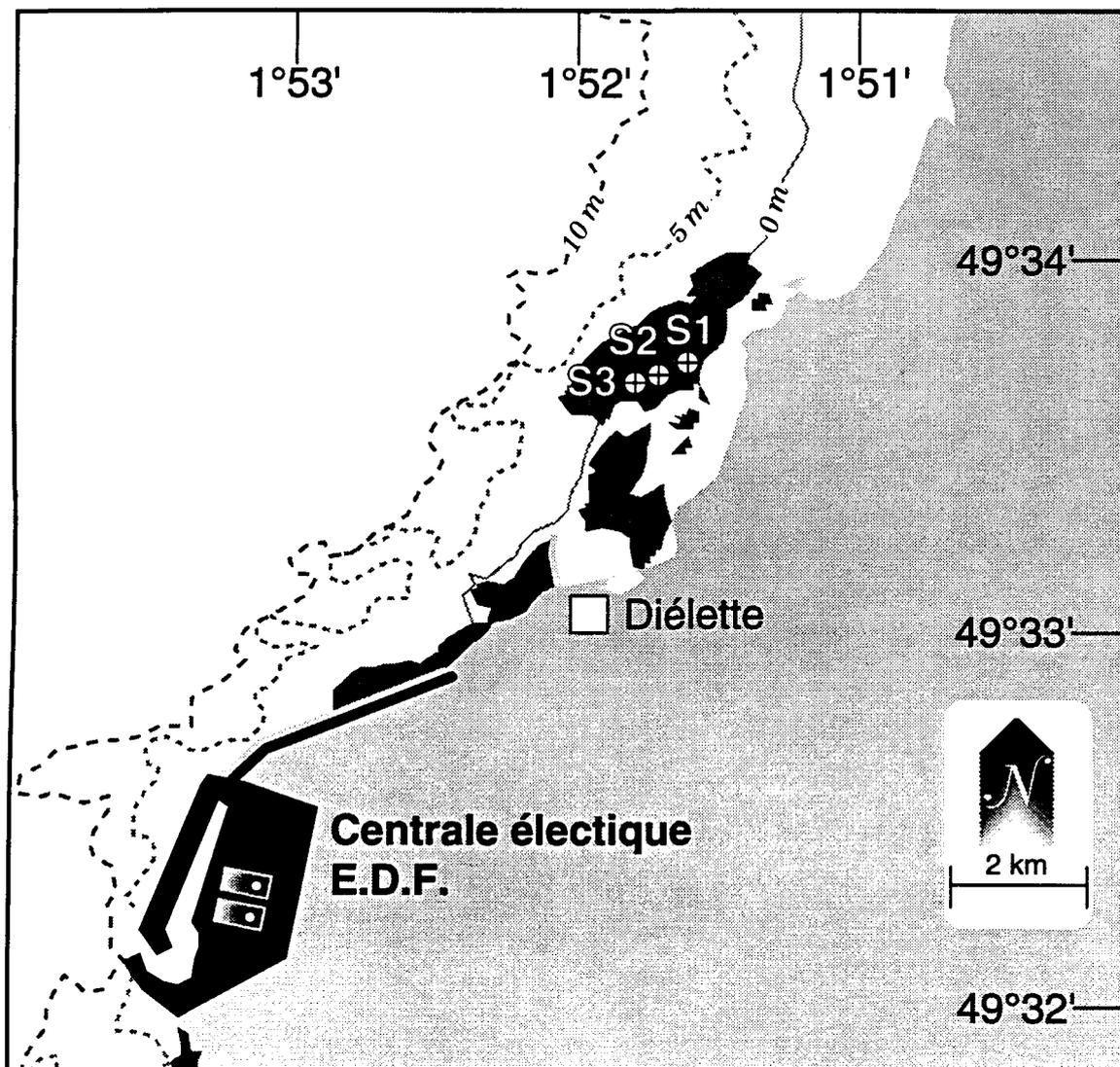
Des prélèvements réguliers sont effectués depuis septembre 1983 dans trois secteurs de référence du peuplement de *Fucus serratus* sur le platier de Diélette. Ces secteurs, très proches les uns des autres mais situés à des niveaux bathymétriques légèrement différents, ont été choisis dans des zones à densité algale faible (secteur 1), forte (secteur 2), et moyenne (secteur 3). La moyenne de dix quadrats de 0,50 m x 0,50 m prélevés au hasard dans chaque secteur fournit ainsi une estimation de la biomasse algale locale.

3.1.1.2. Baguages sur radiales

Une bague numérotée est fixée sur chaque pied de *Fucus serratus* grâce à un collier de couleur blanche serré entre le disque basal et la première dichotomie. En mars 1983, 394 pieds de *Fucus serratus* ont ainsi été bagués. Parmi ceux-ci, 21 seulement ont été retrouvés en mars 1985.

Deux nouvelles radiales ont été tracées en mars 1985 dans une zone centrale plus végétative. 286 pieds ont été bagués à raison de 10 pieds parmi les plus proches autour d'un point mesuré tous les 10 mètres sur la radiale.

Fig. 3.1 : Flamanville - Platier de Diélette
Secteurs d'étude de *Fucus serratus*



Seuls les pieds pouvant soutenir une baguette sont considérés. C'est pourquoi toute une catégorie parmi les plus jeunes n'est pas prise en compte dans ces mesures.

La méthodologie est ensuite la même pour le baguage de 300 pieds en 1987, de 287 en 1989, de 248 en mars 1991, de 250 en mars 1993, et enfin de 200 nouveaux stipes en mars 1994. Un baguage systématique chaque année d'un nouveau lot d'individus devrait permettre un suivi plus serré de ce peuplement algal.

Pour chaque série de baguages, le suivi dure deux ans, au bout desquels la population étudiée disparaît en quasi-totalité.

3.1.1.3. Paramètres mesurés

Au cours de chaque mission, quatre paramètres sont mesurés sur chaque individu de *Fucus serratus* :

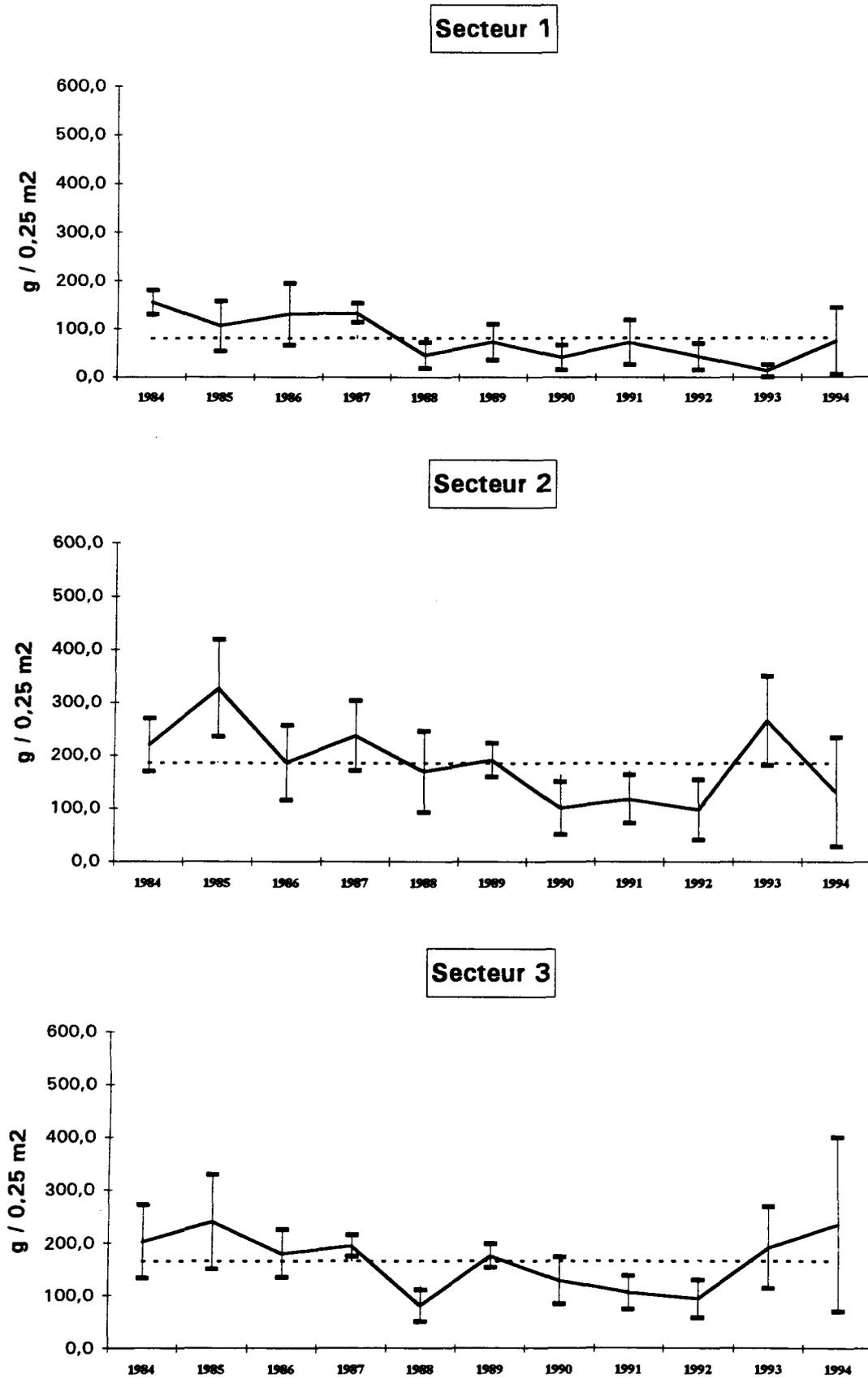
- la longueur (L) exprimée en cm et mesurée du disque basal au sommet de la dernière dichotomie,
- le nombre de dichotomies (D) : les dichotomies principales sont comptées, de la première rencontrée en partant de la base jusqu'à la dernière avant l'extrémité supérieure de l'individu,
- le diamètre (\varnothing) en cm : le diamètre maximal est mesuré à la base, juste au-dessus de l'épatement formé par le système de fixation,
- la fertilité : présence ou non de conceptacles.

3.1.2. RESULTATS

3.1.2.1. Evaluation du stock de *Fucus serratus*

Le stock de *Fucus serratus* évalué en 1994 (Fig.3.2 et 3.3) se situe, en poids sec par quart de m², entre 74 g et 234 g en mars, 81 g et 535 g en septembre.

Fig. 3.2 : Platier de Diélette - *Fucus serratus*
Evolution du stock en mars (poids sec ; moyenne et écart-type)
par rapport au stock moyen estimé sur la période 1984-1994



L'accroissement normal de la biomasse de ce peuplement algale est donc observé de mars à septembre. Le phénomène est toutefois très faible au niveau bathymétrique le plus élevé (secteur 1), alors que la biomasse quadruple dans le secteur 2 et double dans le secteur 3.

Aux deux périodes d'observations, la biomasse augmente progressivement du nord vers le sud, du secteur 1 vers le secteur 3, en lien avec la durée d'immersion croissante. D'autres années, à l'instar de 1993, le maximum s'observait dans le secteur 2.

La comparaison de ces données avec celles déjà notées sur ce site de Diélette depuis 1983 conduit à modérer le constat de baisse du stock de cette espèce algale fait les années précédentes.

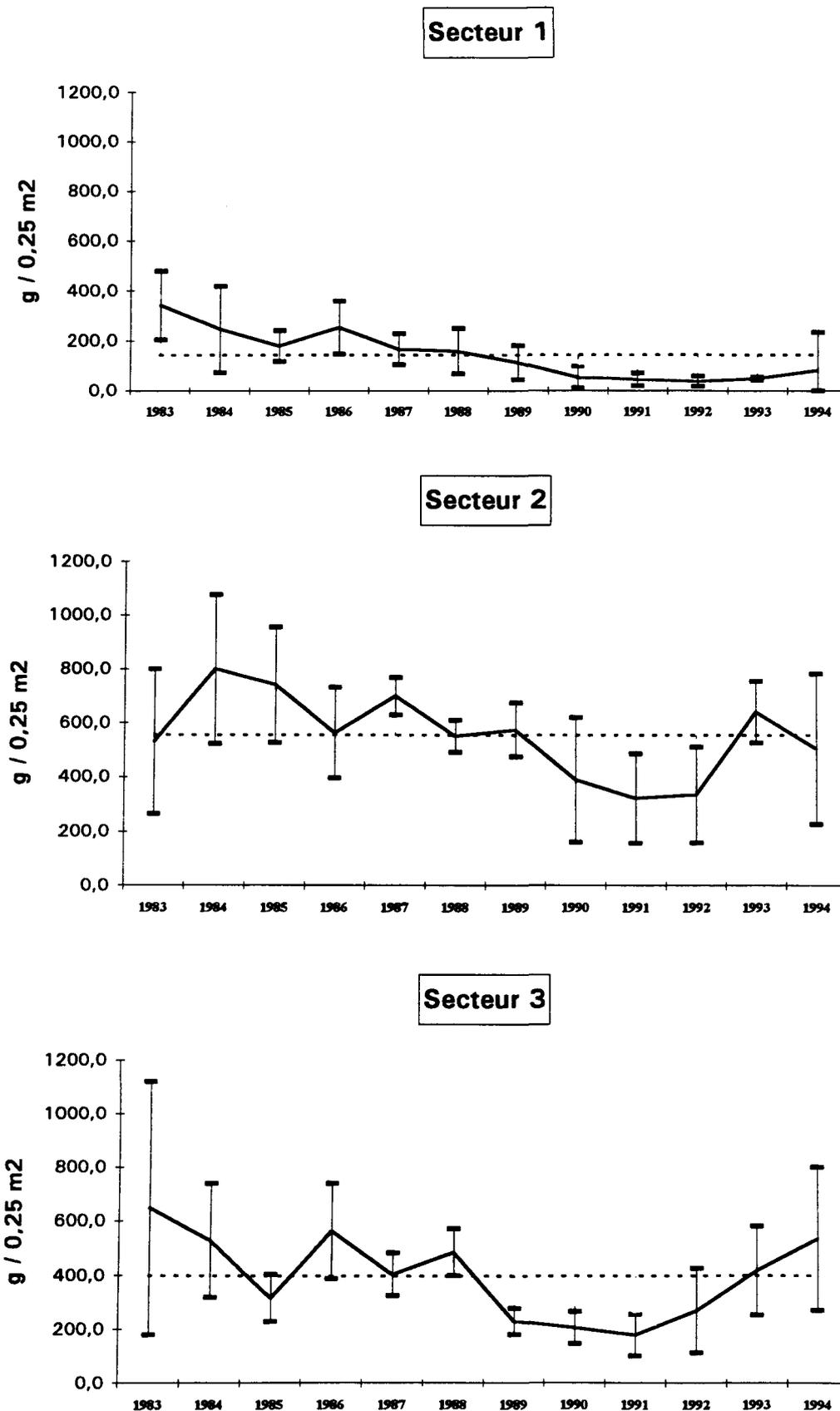
Dans le secteur 1, la biomasse augmente tant en mars qu'en septembre 1994, mais reste cependant inférieure aux moyennes calculées sur la période 1983-1994 (respectivement 80 g et 143 g par quart de m²). La faible biomasse notée dans ce secteur 1 est la résultante d'une diminution conjuguée des densités et de la surface occupée par cette espèce. La limite supérieure de la ceinture de *Fucus serratus* présente donc un léger recul sur cette portion d'estran. Aucune espèce algale de remplacement n'y est observée.

Le secteur 2 est le plus riche avec une biomasse moyenne par quart de m² de 186 g en mars et 555 g en septembre. La hausse observée en 1993 n'est pas confirmée en 1994, les valeurs enregistrées redevenant inférieures à la moyenne aux deux saisons. La décroissance du stock de fucales y est notée depuis 1985, les valeurs moyennes les plus faibles étant observées en 1990, 1991 et 1992, tant en mars qu'en septembre.

Le secteur 3, le plus au sud et le plus bas au niveau bathymétrique, présente une biomasse moyenne par quart de m² de 166 g en mars et 398 g en septembre. Le minimum de décroissance du stock est observé en 1992 pour la saison hivernale, en 1991 pour la saison estivale. Depuis ces dates, l'augmentation du stock est régulière pour atteindre les deux dernières années des valeurs supérieures aux moyennes saisonnières mentionnées plus haut.

Les fluctuations du stock de *Fucus serratus* sont plus perceptibles en septembre qu'en mars. La dépopulation générale de la ceinture à *Fucus serratus* du platier de Diélette entre 1983 et 1992 est évidente. On peut s'interroger sur la faiblesse du stock, enregistrée notamment de 1990 à 1992, et sur les raisons expliquant l'augmentation notée les deux dernières années.

Fig. 3.3 : Platier de Diélette - *Fucus serratus*
Evolution du stock en septembre (poids sec ; moyenne et écart-type)
par rapport au stock moyen estimé sur la période 1983-1994



Les paramètres pouvant influencer la vigueur de l'espèce *Fucus serratus* sont la température, la lumière, la qualité et la quantité des apports nutritifs, le vent et la houle. Un apport nutritif plus important provoqué par la forte pluviosité notée à partir du second semestre de l'année 1992 (Fig 1.4) pourrait être un élément d'explication de la hausse des biomasses moyennes de *Fucus serratus* en 1993 et 1994.

3.1.2.2. Dénombrement des algues baguées

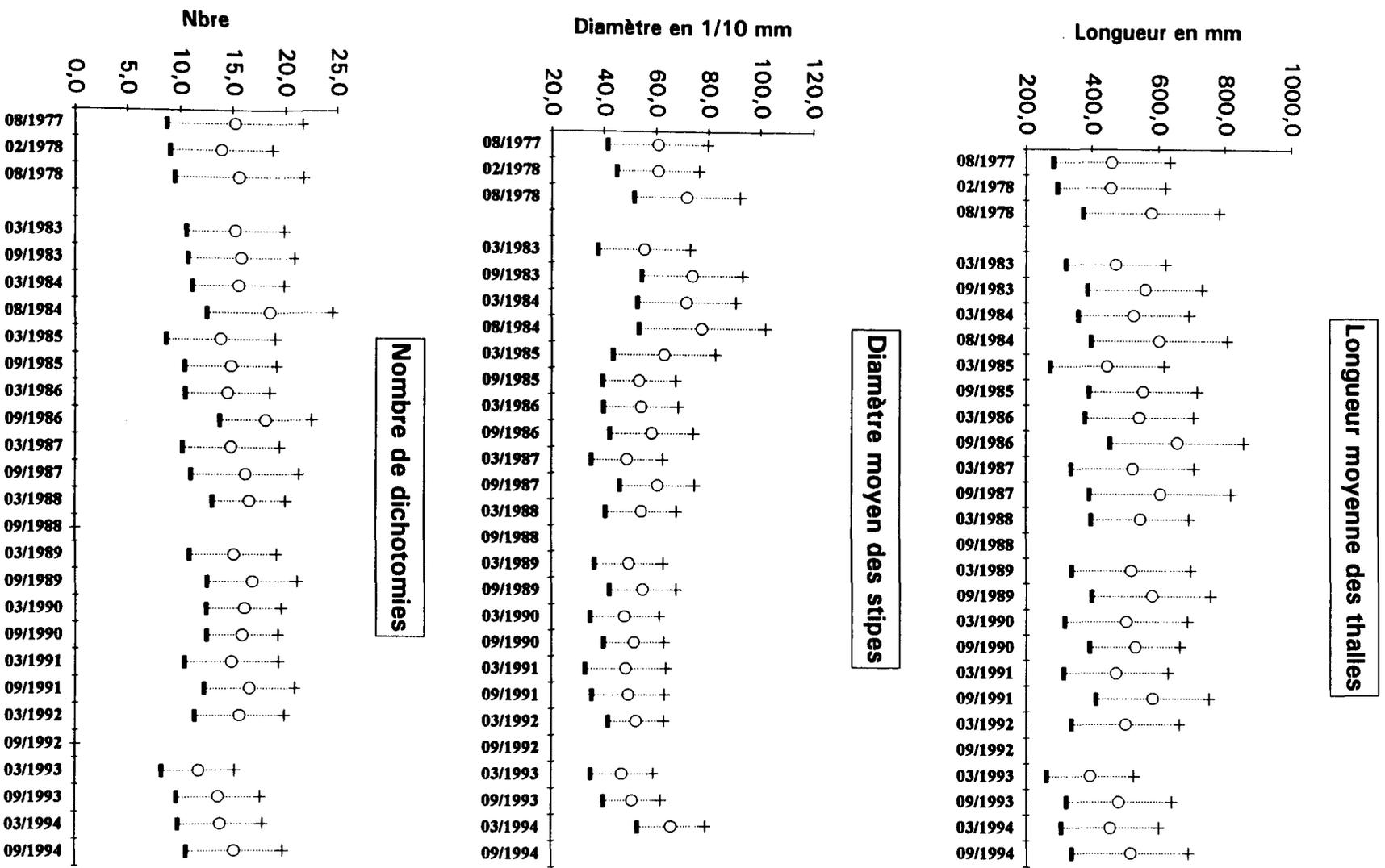
Deux lots d'algues baguées, le premier en mars 1993 et le second en mars 1994, ont pu être suivis en 1994.

Sur les 250 pieds de *Fucus serratus* bagués en mars 1993, 84 (soit près de 34 % du lot initial) ont été retrouvés en mars 1994 et 46 (18 %) en septembre. Ces deux pourcentages du taux de présence après 12 et 18 mois sont relativement élevés comparativement à ceux enregistrés, dans les mêmes conditions, les années précédentes (respectivement 7 % et 0 % en 1988 ; 10 et 0 % en 1990, 11 % et 0 % en 1992). Ils se rapprochent des taux relevés en 1984 (25 % et 15 %) et 1986 (23 % et 9 %).

Sur les 200 individus bagués en mars 1994, 127 (soit 64 % du lot initial) sont recensés en septembre. Ce taux de présence au bout des 6 premiers mois est semblable à celui enregistré en 1993 (68 %) et plus élevé que celui noté en 1983 (55 %), 1985 et 1987 (53 %), 1989 (46 %) ou 1991 (51 %). Cette perte estivale, de l'ordre de 32 %, au niveau du lot sélectionné en fin d'hiver est relativement faible comparée à celles enregistrées les années précédentes depuis 1987 (92 % de mars à septembre 1992 par exemple).

La dépopulation croissante à partir de 1985, en particulier en période automno-hivernale, suivie d'un niveau élevé dans les années 1990-1992 (3 lots n'ont pu être suivis plus de 12 mois), puis le ralentissement du phénomène, sont à rapprocher des variations du stock mentionnées au chapitre 3.1.2.1.

Fig. 3.4 : Evolution saisonnière des paramètres mesurés chez Fucus serratus du platier de Diéléte (moyenne et écart-type)



3.1.2.3. Biométrie des algues baguées (Fig. 3.4)

* Longueur des thalles.

La croissance des algues se fait entre mars et septembre ; ceci explique l'augmentation de la longueur moyenne à cette période, confirmée par les mesures effectuées en 1993 (392 mm en mars et 479 mm en septembre). Les pieds les plus grands, qui sont également les plus fertiles, sont aussi les plus fragiles. Arrachés facilement en période hivernale, ils induisent une baisse de la longueur moyenne des thalles en mars 1994 (452 mm en mars), suivie d'une nouvelle augmentation en septembre (510 mm). La faible longueur moyenne des thalles notée en mars 1993 est le résultat du baguage d'une population plus jeune que les années précédentes.

Les observations sont identiques sur le lot bagué en 1994 (590 mm et 680 mm).

L'observation des données de longueurs moyennes acquises depuis 1977 ne permet pas pour l'instant de conclure à une évolution nettement visible de ce paramètre.

* Diamètre des stipes.

A l'exception des diamètres moyens notés en 1983 et 1984 (7 mm et plus), ceux-ci se situent depuis 1985 aux alentours de 5 mm.

En mars 1994, le diamètre moyen est de 6,6 mm pour le premier lot (4,7 mm en mars 1993) et 8,1 mm pour le deuxième lot. Notons, pour ce dernier lot, la diminution sensible de ce paramètre en septembre 1994 (7,9 mm).

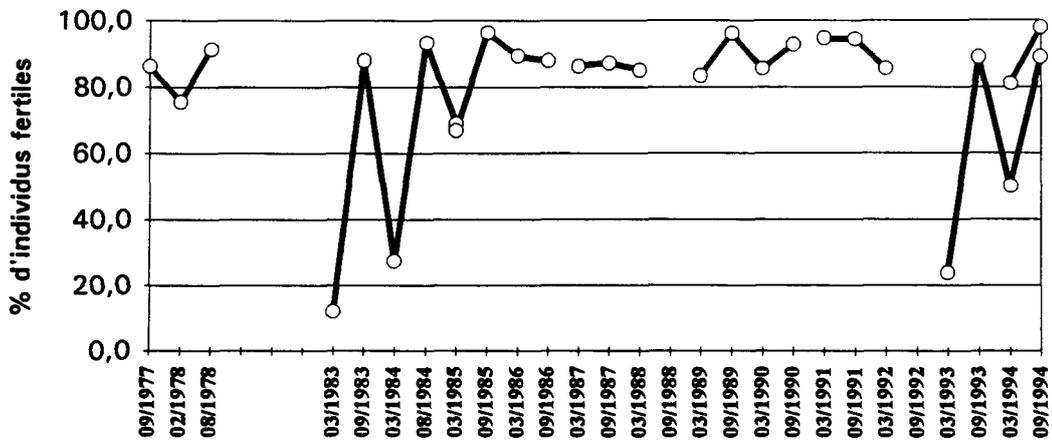
* Nombre de dichotomies.

La jeunesse du peuplement bagué en 1993 se voyait confirmée par le nombre moyen de ramifications des pieds de *Fucus serratus* noté tant en mars (11,7) qu'en septembre (13,6).

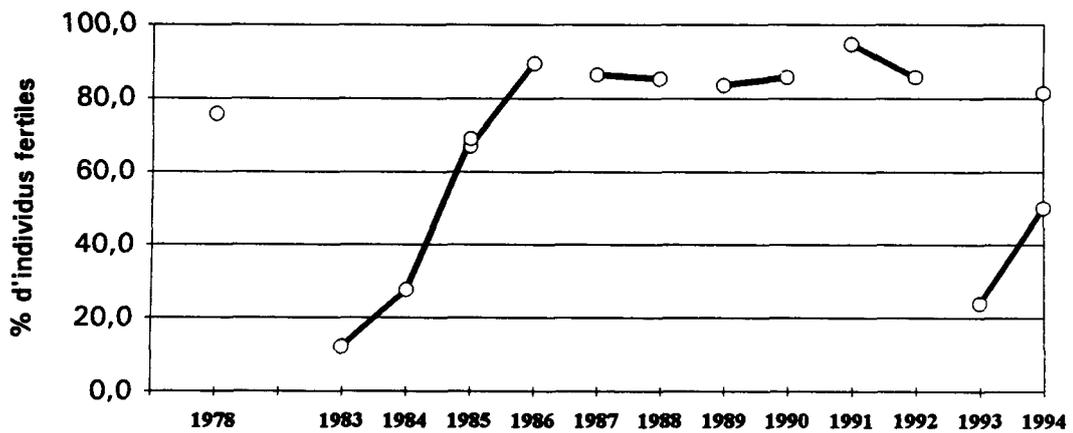
En 1994, le nombre moyen de dichotomies est, en mars, de 14 pour le premier lot et 18 pour le second ; en septembre, il est respectivement de 15 et 19. Les valeurs notées dans le second lot sont supérieures aux données précédentes, constat à rapprocher des observations déjà faites sur la qualité du stock et une baisse certaine de la dépopulation.

Fig. 3.5 : Evolution du pourcentage moyen de Fertilité du peuplement adulte de Fucus serratus du platier de Diélette

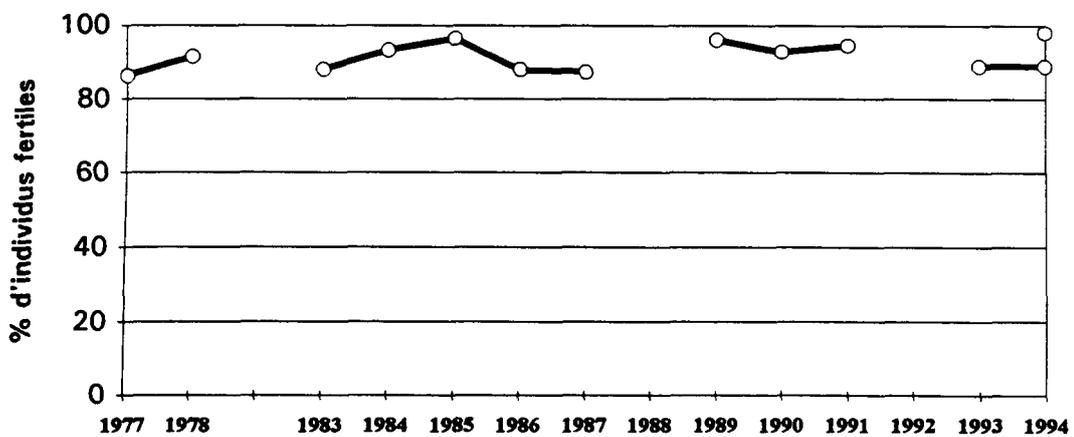
Evolution de la fertilité hivernale et estivale



Evolution de la fertilité hivernale



Evolution de la fertilité estivale



3.1.2.4. Fertilité (fig.3.5)

Le pourcentage de thalles fertiles de *Fucus serratus* au sein du lot bagué en 1993 était de 24 % en mars et de 89 % en septembre de cette année là, puis respectivement 50 % et 89 % en 1994. La variation importante de ce paramètre entre ces deux périodes de l'année est conforme à celle notée en 1983 et 1984. Le faible taux de fertilité observé en mars 1993 était cependant logique en regard des jeunes individus bagués.

Pour le lot bagué en 1994, les valeurs sont 81 % en mars et 98 % en septembre.

La différence importante de pourcentage notée en mars 1994 pour ces deux lots (50 % et 81 %) pourrait s'expliquer par la "différence d'âge" des individus des deux lots. La fertilité moyenne du peuplement est donc de 72 %. Une fertilité différente, moindre toutefois (89 % et 98 %), existe également en septembre. Des différences de longueur, diamètre et du nombre de dichotomies ont déjà été notées entre ces deux lots.

L'examen de l'évolution du taux de fertilité de l'espèce *Fucus serratus* du platier de Diélette en 1977-1978 et de 1983 à 1994 amène deux constats :

- le pourcentage de pieds fertiles est quasi-stable en fin de période estivale, oscillant de 86 % à 98 % ;

- des variations importantes de ce taux sont relevées en fin de période hivernale selon les années ; en 1978, de 1985 à 1992, et en 1994, le taux moyen oscille entre 67 % et 95 % ; en 1983, 1984 et 1993, il varie de 12 % à 28 %.

Les variations hivernales du taux de fertilité de cette espèce sur le platier de Diélette n'ont pas reçu à ce jour d'explication. Les liens avec des variations naturelles ou non de la température du milieu, par exemple, restent à démontrer.

L'étude similaire entamée en 1994 sur le site électronucléaire de Paluel devrait permettre une comparaison intersites de cette espèce, une meilleure compréhension du phénomène observé et une quantification de la part des différents facteurs influençant la fertilité. Les premiers résultats acquis sur ce site (PIRIOU, com. pers.) indiquent une fertilité hivernale variant de 15 % (Veulettes-sur-mer) à 33 % (St-Valéry-en-Caux), et estivale de 100 % (Val Martin) à 75 % (St-Valéry-en-Caux). La différenciation saisonnière du taux de fertilité y est donc bien marquée en 1994.

3.2. ZOOBENTHOS INTERTIDAL - SUBSTRATS DURS

Le développement des peuplements animaux de mode battu traduit la forte intensité des actions hydrodynamiques de ce secteur côtier. Au cap de Flamanville, constitué d'une succession d'éperons rocheux granitiques, les peuplements sont essentiellement représentés par une ceinture de cirripèdes à *Balanus balanoides*. A la pointe du Rozel, constituée d'un vaste platier de dalles de schistes, les peuplements sont représentés par une ceinture (largeur : 200 m) à *Balanus balanoides* prolongée en bas niveaux par une ceinture (largeur : 50 m) à *Balanus perforatus*.

L'étude de Surveillance, menée depuis 1983, a pour objectif de contrôler les variations d'abondance des principales espèces de cirripèdes de la ceinture à *Balanus balanoides* à la pointe du Rozel (radiale R4 ; voir figure 1.10 page 14) ainsi qu'au droit du sémaphore du cap de Flamanville (point SEM) ; cette étude est complétée par une évaluation sommaire des densités des principales espèces accompagnatrices et par une expérience de recolonisation du substrat par les cirripèdes.

A partir de 1993, deux points de mesures sont ajoutés aux précédents, à savoir un dans l'anse de Quédoy située immédiatement au sud de la centrale, et un autre dans le port de Diélette (platier rocheux au nord de la sortie du port).

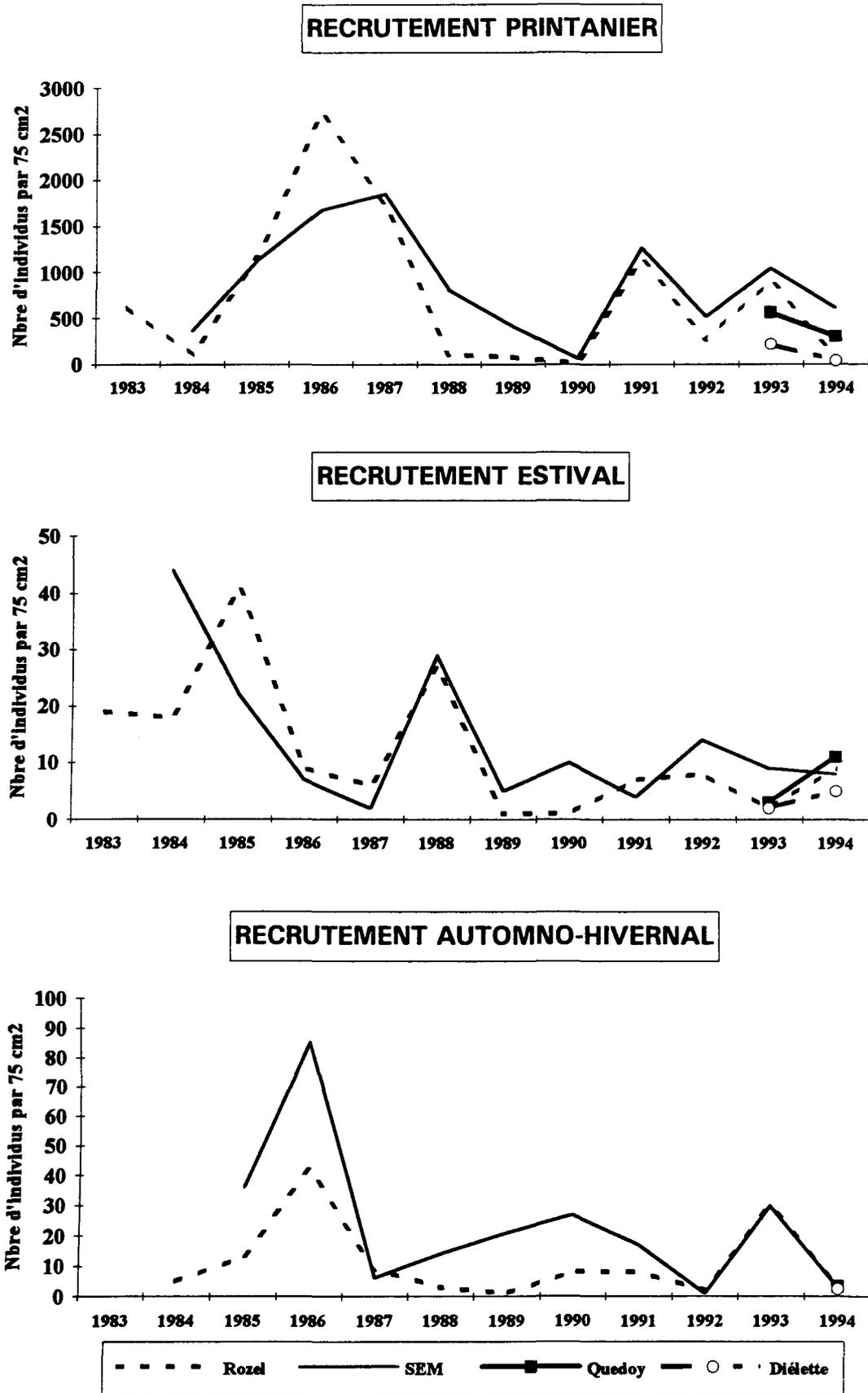
3.3.1. METHODOLOGIE

A la pointe du Rozel, quatre points de la radiale R4 sont échantillonnés dans la ceinture à *Balanus balanoides* à raison d'un point par strate. Au cap de Flamanville, les trois points "sémaphore" (ou SEM ; depuis 1983), "Quédoy" et "Diélette" (à partir de 1993) sont retenus comme représentatifs de l'ensemble de la ceinture à l'exception de la frange supérieure.

En septembre, la densité de cirripèdes est évaluée à l'aide de quadrats 0,05 m x 0,05 m (8 quadrats par point) ; le pourcentage de recouvrement du substrat par ces crustacés est noté. L'échantillonnage est stratifié pour tenir compte de l'hétérogénéité de colonisation (zone à forte densité, faible densité, absence totale de cirripèdes), phénomène constaté essentiellement aux limites de la ceinture. Des échantillons de substrat sont rapportés au laboratoire pour l'évaluation des pourcentages des différentes espèces.

Les densités des principales espèces accompagnatrices sont évaluées à chaque point à partir d'une surface unitaire de 1/16 m² (quadrat 0,25 m x 0,25 m) ; les patelles sont dénombrées sur le

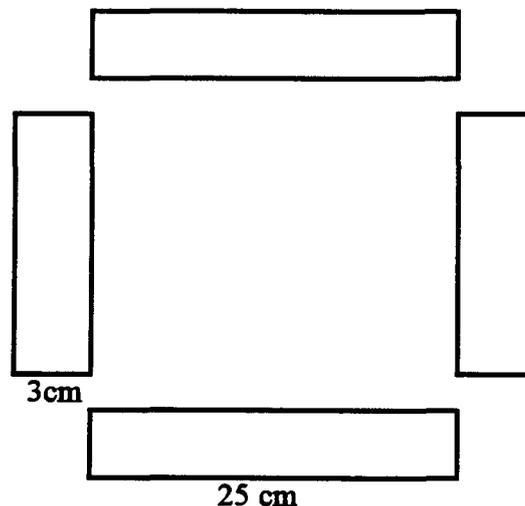
**Fig. 3.6 : Recrutement saisonnier des cirripèdes
aux abords du cap de Flamanville**



terrain à raison de 12 comptages par point alors que les autres espèces sont récoltées par grattage (4 par point), puis déterminées et comptées au laboratoire.

Les points ROZEL (n°2), SEM , QUEDOY et DIELETTE servent également à une étude de recolonisation du substrat par les cirripèdes.

Dans ce but, des comptages puis des grattages sont réalisés sur les mêmes séries de quadrats à trois périodes de l'année, en fin d'hiver (mars-avril), fin de printemps (juin) et fin d'été (septembre). Ceci permet de cerner l'importance de la fixation des recrues selon les saisons et d'établir le bilan global de recolonisation annuelle. Afin de limiter l'invasion des surfaces mises à nu par les espèces d'épifaune vagile (patelles, littorines) les quadrats rectangulaires sont de faible largeur.

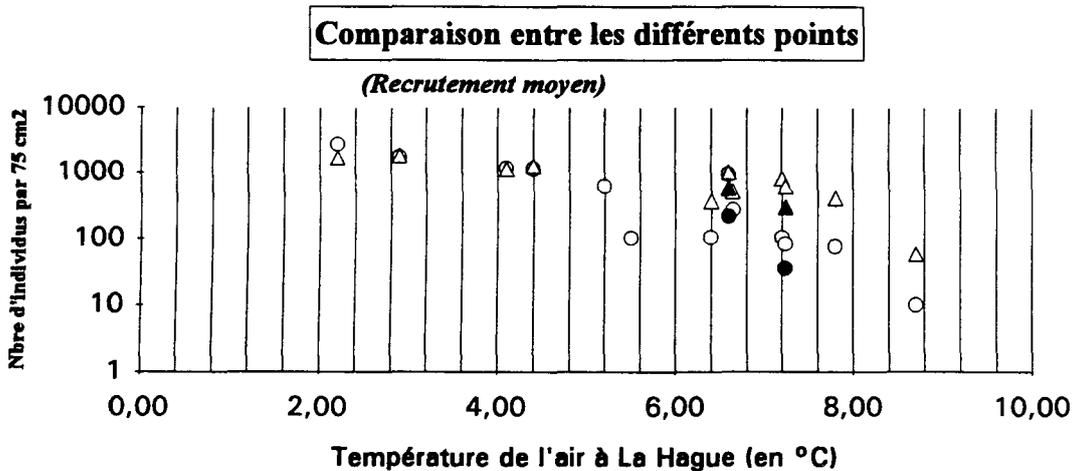
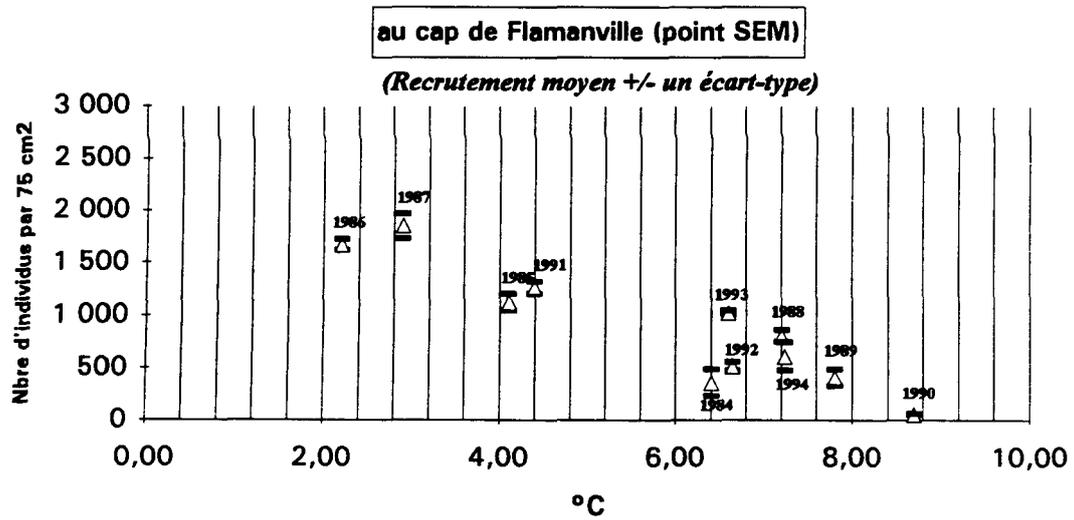
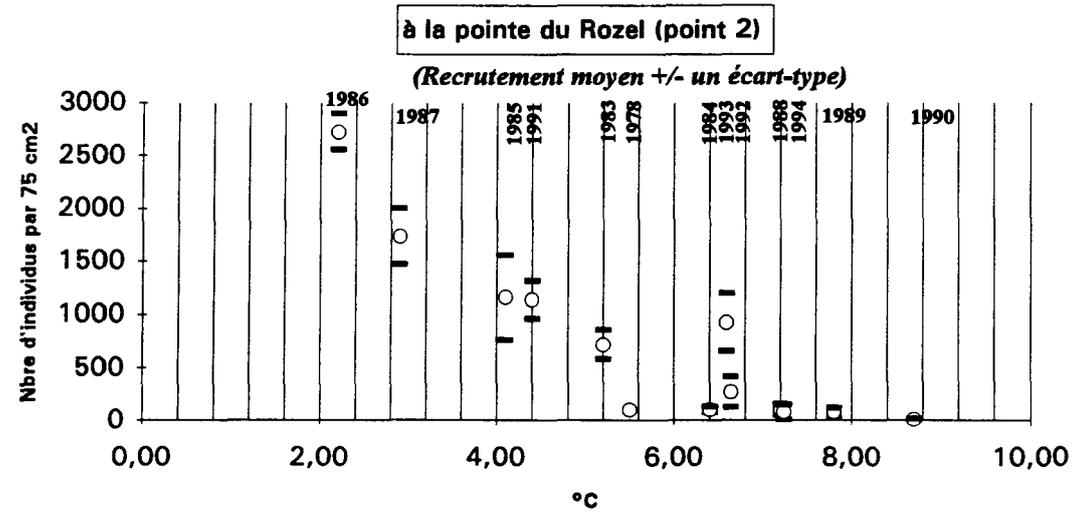


3.3.2. RESULTATS

3.3.2.1. Etude de recolonisation par les cirripèdes

La figure 3.6 montre les variations moyennes de recolonisation observées sur 75 cm² à la pointe du Rozel et au cap de Flamanville. La recolonisation notée lors d'une mission donnée est le résultat du recrutement saisonnier en cours, diminué d'une mortalité (non quantifiée) intervenue entre la date de fixation des cypris (larves métamorphosées) sur le substrat et la date d'observation.

Fig. 3.7 : Recrutement printanier des cirripèdes en fonction de la rigueur de l'hiver
 (Température moyenne mensuelle minimale de l'air à La Hague)



○ Rozel △ Sémaphore ▲ Quedoy ● Diélette

Le recrutement annuel des cirripèdes enregistré de septembre 1993 à septembre 1994 est, en nombre d'individus par 75 cm², de 94 à la pointe du Rozel, 623 au droit du sémaphore, 313 dans l'anse de Quédoy et 43 à Diélette. Ces valeurs sont inférieures, pour les deux premiers points cités, aux moyennes calculées sur l'ensemble de la période 1983-1994, à savoir 765 au Rozel sur 12 ans, 920 à Flamanville sur 11 ans. Le recrutement annuel est également plus faible à Quédoy et à Diélette par rapport à celui de l'année précédente.

Les fluctuations sont plus importantes à la pointe du Rozel, oscillant entre 20 individus par cm² en 1990 et 2 300 en 1986 (soit un facteur multiplicatif de l'ordre de 120), qu'au cap de Flamanville, entre 100 en 1990 et 1 900 en 1987 (soit un facteur avoisinant 20).

Ces variations importantes du recrutement annuel des cirripèdes s'expliquent par l'importance du recrutement printanier. Ce dernier représente en effet, selon les années, de 77 % à 99.6 % du phénomène annuel, à l'exception toutefois du printemps 1990 où il n'atteint que 48 % à la pointe du Rozel et 61 % au cap de Flamanville.

En 1994, la part du recrutement printanier reste très importante. Une différence apparaît toutefois selon la nature du substrat rocheux, granitique au Sémaphore (98 %) et à Quédoy (96 %), schisteuse au Rozel (86 %) et à Diélette (81 %). Les individus recrutés appartiennent tous à l'espèce *Balamus balanoides*.

Le corollaire de l'ampleur, en pourcentage, de la recolonisation printanière est évidemment la faiblesse aux deux points des deux autres recrutements, tant en période estivale (2 % en moyenne du recrutement annuel sur la période 1983-1994 ; de 1 à 50 individus par 75 cm²) qu'autommo-hivernale (2 % ; de 1 à 90 individus par 75 cm²). Le recrutement observé en septembre 1994 concerne, pour 70 %, *Elminius modestus* ; les 30 % restants appartiennent au genre *Chthamalus*.

L'importance numérique du recrutement printanier, comparée à celle des années antérieures, confirme la relation entre l'importance du recrutement printanier et la rigueur de l'hiver (température moyenne de l'air et/ou de l'eau du mois le plus froid de l'année).

Le peuplement des cirripèdes sur ce site étant dominé par *Balamus balanoides*, espèce boréale, la ponte pélagique est surtout hivernale. Nous nous sommes donc intéressés à la température moyenne mensuelle la plus froide de l'année.

		S.O.	D/S	D	S.O.	D/S	D	S.O.	D/S	D
		DECEMBRE 1977			Juin 1978					
Rozel	Pt 1 a	15	68 880		15	68 880				
Rozel	Pt 1 b	15	17 800	13 002	15	14 800	12 552			
Rozel	Pt 2	100	62 470		100	73 430				
Rozel	Pt 3	100	68 170		100	69 930				
Rozel	Pt 4	80	52 450	41 960	80	47 890	38 312			
		Septembre 1983			Septembre 1984			Septembre 1985		
Rozel	Pt 1a	10	49 200		10	37 700				
Rozel	Pt 1b	5	14 500	5 645	5	12 800	4 410	50	41 200	20 600
Rozel	Pt 2	100	71 500		100	41 150		100	100 450	
Rozel	Pt 3	100	62 300		100	41 200		100	99 550	
Rozel	Pt 4	60	56 100	33 660	60	44 150	26 490	100	78 000	
Flamanville	Pt SEM	100	66 000		100	60 100		100	74 400	
		Septembre 1986			Septembre 1987			Septembre 1988		
Rozel	Pt 1	50	108 942	54 470	60	54 700	32 820	100	35 700	
Rozel	Pt 2	100	62 200		100	102 052		100	52 300	
Rozel	Pt 3	100	68 950		100	124 600		100	47 450	
Rozel	Pt 4	100	72 200		100	107 252		100	52 000	
Flamanville	Pt SEM	100	75 300		100	77 000		100	60 000	
		Septembre 1989			Septembre 1990			Septembre 1991		
Rozel	Pt 1	100	20 800		15	15 600	2 340	100	44 356	
Rozel	Pt 2	100	49 152		90	30 450	27 400	100	100 800	
Rozel	Pt 3	100	36 452		80	22 900	18 320	100	70 720	
Rozel	Pt 4	100	33 952		85	29 300	24 900	100	76 668	
Flamanville	Pt SEM	100	40 868		100	26 800		100	74 800	
		Septembre 1992			Septembre 1993			Septembre 1994		
Rozel	Pt 1	60	48 500	29 100	80	35 300	28 240	70	48 000	33 600
Rozel	Pt 2	100	35 450		100	106 500		100	50 800	
Rozel	Pt 3	100	44 350		100	90 600		100	44 800	
Rozel	Pt 4	85	51 800	44 030	90	81 200	73 080	100	43 200	
Flamanville	Pt SEM	100	38 000		100	76 700		100	47 200	
Flamanville	Quédoy				100	72 300		100	38 800	
Flamanville	Remblais				100	56 400				
Flamanville	Diélette				90	54 400	48 960	100	42 000	

S.O. = surface occupée du substrat (en %)

D/S = densité par strate

D = densité moyenne

	Rozel	Sémaphore	Quédoy	Diélette
77	46 401			
78	48 556			
83	43 276	66000		
84	28 313	60100		
85	74 650	74400		
86	64 455	75300		
87	91 681	77000		
88	46 863	60000		
89	35 089	40868		
90	18 240	26800		
91	73 136	74800		
92	38 233	38000		
93	74 605	76700	72300	48960
94	43 100	47200	38800	42000

Tableau 3. 1 : Comparaison des densités globales de cirripèdes (nbre d'ind./m2)

Le parallèle ainsi mis en évidence (Fig. 3.7) montre une importance du recrutement printanier inversement proportionnelle à celle de la température minimale hivernale (DREVES, 1992).

Les quatre points de mesures étant situés en zone intertidale, approximativement au niveau de la mi-marée, la rigueur de l'hiver agirait, parmi d'autres choses, comme stimulus sur la reproduction de l'espèce *Balanus balanoides*.

A la pointe du Rozel, la faiblesse des recrutements observés en 1988, 1989 et 1990 s'explique par la douceur climatique de l'hiver, aussi un impact de la Centrale, s'il existe, est-il difficilement décelable.

L'examen de l'importance numérique du recrutement printanier au cours des 10 dernières années d'observations montre une certaine similitude du recrutement aux deux points, à l'exception des années 1986 et 1988, où l'écart est important. La recolonisation est en règle générale légèrement supérieure au cap de Flamanville, hormis 1985 et surtout 1986.

3.3.2.2. Evaluation des densités et des pourcentages des différentes espèces de cirripèdes

L'observation des densités de cirripèdes (tabl 3.1) montre des variations pluriannuelles importantes à la pointe du Rozel, moindres au cap de Flamanville, en fonction de la surface colonisée du substrat rocheux d'une part, de l'importance du recrutement (surtout printanier) d'autre part.

Le substrat rocheux est bien colonisé en 1994, comme en 1993. Seul le point 1 du Rozel n'est pas couvert à 100 %.

Malgré ce bon recouvrement général en septembre, la faiblesse numérique du recrutement printanier entraîne une baisse des densités relevées sur l'ensemble du domaine intertidal. Seul le point 1 du Rozel enregistre une hausse de 19 %.

Septembre 1994	BALA BAL		ELMI MOD		CHTH STE		CHTH MON	
	%	D	%	D	%	D	%	D
ROZEL 1	85,1	28 594	13,2	4 435	0,3	101	1,4	470
ROZEL 2	87,0	44 196	13,0	6 604	0,0	0	0,0	0
ROZEL 3	97,4	43 635	2,3	1 030	0,3	134	0,0	0
ROZEL 4	93,0	40 176	7,0	3 024	0,0	0	0,0	0
Flamanville-SEM	87,6	41 347	4,6	2 171	6,8	3 210	1,0	472
Flamanville-Quédoy	85,3	33 096	1,2	466	12,1	4 695	1,4	543
Flamanville-Diélette	91,6	38 472	6,9	2 898	0,0	0	1,5	630

BALA BAL = *Balanus balanoides*
 ELMI MOD = *Elminius modestus*
 CHTH STE = *Chthamalus stellatus*
 CHTH MON = *Chthamalus montagui*
 * = mesures non effectuées

	BALA BAL		ELMI MOD		CHTH STE CHTH MON	
	%	D	%	D	%	D
Rozel - Moy.1-4						
1977	98	45 146	2	1 171	0	46
1978	96	46 586	4	1 859	0	97
1983	87	37 999	13	5 006	1	347
1984	78	21 434	21	6 530	1	311
1985	90	67 002	9	6 742	1	896
1986	92	59 028	8	5 075	1	687
1987	96	88 262	4	3 300	0	183
1988	91	42 688	6	2 789	3	1 358
1989	87	30 497	10	3 417	3	1 194
1990	78	13 786	19	3 842	4	696
1991	90	65 864	8	5 691	2	1 685
1992	90	34 431	9	3 443	1	383
1993	96	71 498	4	3 072	0	18
1994	91	39 150	9	3 773	1	176
Flamanville - SEM						
1983	92,4	60 984	4,3	2 838	3,3	2 178
1984	76,4	45 916	14,7	8 835	8,9	5 349
1985	85,4	63 538	5,2	3 869	9,4	6 993
1986	91,5	68 900	4	3 012	4,5	3 388
1987	88,7	68 299	2	1 532	9,3	7 161
1988	82,4	49 440	4,1	2 460	13,5	8 100
1989	79,5	32 490	2,3	940	18,2	7 438
1990	67,9	18 197	13	3 484	19,1	5 119
1991	90,2	67 470	-	-	9,8	7 330
1992	83,7	31 806	4,1	1 558	12,2	4 636
1993	*	*	*	*	*	*
1994	87,6	41 347	4,6	2 171	7,9	3 729

**Tableau 3.2 : Comparaison des pourcentages et des densités
 des différentes espèces de cirripèdes
 (D exprimée en nombre d'individus par m2)**

Les proportions des différentes espèces de cirripèdes sont calculées à chaque point (tabl. 3.2). Quatre espèces sont en compétition pour l'espace, à savoir : *Balanus balanoides*, *Elminius modestus*, *Chthamalus stellatus* et *Chthamalus montagui*.

Les variations des densités totales des individus d'une année à l'autre se répercutent principalement sur *Balanus balanoides*. Cette espèce domine largement le peuplement des cirripèdes, représentant de 85 % des individus dans l'anse de Quédoy à 92 % sur le platier de Diélette. A la pointe du Rozel, les proportions varient de 85 % au point 1 à 97% au point 3, la valeur moyenne sur l'ensemble de ce platier étant de 91 %.

Elminius modestus est bien représenté tant au Rozel (9 %) qu'à Diélette (7 %), points où les pourcentages sont en augmentation par rapport à 1993 (respectivement 4 % et 5 %). Sa présence est plus faible au droit du sémaphore (5 %) et surtout à Quédoy (1 %).

Originaire d'Australie et de Nouvelle-Zélande, introduit en Europe vers 1940, *Elminius modestus* semble s'être stabilisé sur ce site aux alentours des 10 % (± 5 %), les variations constatées des pourcentages et de ses effectifs étant surtout liées à celles observées chez *Balanus balanoides*.

La représentativité globale des deux espèces de chthamales demeure faible sur les substrats schisteux (1 % à la pointe du Rozel, 1,5 % à Diélette). Plus proche de la Centrale, sur un substrat granitique, cette représentativité est plus importante (8 % au sémaphore, 13 % à Quédoy).

3.3.2.3. Evaluation des densités des principales espèces accompagnatrices

Seuls sont pris en compte pour cette étude les espèces ou groupes d'espèces appartenant à l'embranchement des mollusques (tabl. 3.3). Selon l'espèce et le point considérés, la fluctuation des effectifs par rapport aux années antérieures diffère, sans toutefois qu'une évolution se dégage.

La pointe du Rozel se caractérise par la présence de *Gibbula pennanti* et de *Modiolus barbatus*, dont les effectifs étaient importants en 1991 (353 individus par m²), et décroissent depuis (14 individus par m² en 1994).

Tableau 3.3 : Comparaison des densités moyennes des différentes espèces de mollusques (nbre d'individus par m2)

Septembre 1994	PATE sp	LITT SAX	LITT NER	GIBB UMB	GIBB PEN	THAI LAP	OCEN ERI	LASE RUB	MODI BAR
ROZEL 1	51	1347	258	8	16	0	0	31	10
ROZEL 2	48	748	8	0	8	0	0	240	26
ROZEL 3	59	228	108	11	9	0	0	320	8
ROZEL 4	74	212	112	16	22	0	0	480	12
Moy. 1-4	58	634	122	9	14	0	0	268	14
Semaphore	88	1200	80	0	0	0	0	160	0
Quedoy	56	248	232	0	0	0	0	64	0
Diélette	112	288	21	11	0	0	0	347	0

PATE sp = *Patella sp*
 LITT SAX = *Littorina saxatilis*
 LITT NER = *Littorina neritoides*
 GIBB UMB = *Gibbula umbilicalis*
 GIBB PEN = *Gibbula pennanti*
 THAI LAP = *Thais lapillus*
 OCEN ERI = *Ocenebra erinaceus*
 LASE RUB = *Lasea rubra*
 MODI BAR = *Modiolus barbatus*

	PATE sp	LITT SAX	LITT NER	GIBB UMB	GIBB PEN	THAI LAP	OCEN ERI	LASE RUB	MODI BAR
ROZEL (moy)									
Déc-1977	123	1105	*	33	0	46	0	*	0
Juin-1978	111	1721	*	7	5	5	0	*	0
Sep-1983	62	694	216	0	0	0	0	480	0
Sep-1984	66	786	44	0	5	0	0	620	0
Sep-1985	61	872	157	0	1	0	4	265	5
Sep-1986	59	678	518	4	15	0	14	1387	9
Sep-1987	45	474	292	3	1	0	0	376	5
Sep-1988	69	807	162	4	8	11	0	683	8
Sep-1989	78	789	41	12	8	0	0	362	3
Sep-1990	44	298	24	2	8	0	0	231	2
Sep-1991	41	514	118	1	11	0	0	178	353
Sep-1992	37	203	230	11	21	0	1	768	50
Sep-1993	63	342	22	1	13	0	0	+	24
Sep-1994	58	634	122	9	14	0	0	268	14
SEMAPHORE									
Sep-1983	190	4976	384	0	0	0	0	1576	0
Sep-1984	208	6680	72	0	0	0	0	528	0
Sep-1985	98	9920	432	0	0	0	0	256	0
Sep-1986	84	6536	512	0	0	0	0	344	24
Sep-1987	120	3200	416	0	0	0	0	2800	16
Sep-1988	139	3856	160	0	0	0	32	896	8
Sep-1989	140	1736	56	0	0	0	0	880	0
Sep-1990	147	1600	248	0	0	0	0	144	8
Sep-1991	64	5440	1040	0	0	0	0	800	64
Sep-1992	77	3040	640	0	57	0	0	800	0
Sep-1993	129	3600	40	0	0	80	0	+	0
Sep-1994	88	1200	80	0	0	0	0	160	0

4. LE DOMAINE HALIEUTIQUE

Etude et rapport réalisés :

- au Centre IFREMER de Nantes par :

Jocelyne MARTIN

avec la collaboration de :

Patrick GRELLIER, Daniel HALGAND, Jérôme HUET, Daniel WOERHLING,
pour les missions en mer,

Jean d'ELBEE du Laboratoire d' Analyses de Prélèvements hydrologiques
(LAPHY) pour le tri et l'identification du plancton,

- à la Station IFREMER de Port-en-Bessin par :

Dominique MIOSSEC

avec la collaboration de :

Joël VIGNEAU

pour les missions en mer.

4.1. LARVES DE CRUSTACES

4.1.1. Matériel et méthodes

4.1.1.1. Nature et fréquence des observations. Localisation des points de mesures

Comme pour les autres sites étudiés, les observations effectuées à Flamanville comprennent des pêches de zooplancton auxquelles sont associés des relevés hydrologiques. Le calendrier des missions est donné dans la première partie du rapport (tabl. 1.2) : les quatre missions prévues au contrat ont été réalisées de juin à septembre à bord du chalutier artisanal " le Cap de Carteret ".

L'échantillonnage du zooplancton et les relevés hydrologiques sont, depuis 1988, réalisés en 4 points : le point canal d'amenée, le point rejet et deux points hors tache thermique (le point 3 étudié depuis le début des études et le point 11, dit " point référence ", plus côtier). La position de ces points est indiquée sur la carte p. 14 (Fig. 1.10).

Dans la mesure du possible, la date des campagnes est choisie en recherchant les coefficients de marée les plus faibles et, au moins pour les points canal d'amenée et rejet très proches l'un de l'autre, les mesures sont faites à la renverse de courant (renverse de flot environ trois heures après la pleine mer (annexe 4.1).

4.1.1.2. Paramètres hydrologiques

Depuis 1984, deux paramètres seulement sont mesurés à chaque point (correspondant à un trait 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, modèle CTDS 600 ; la précision des mesures est toujours de 10^{-1}°C pour la température et $50.10^{-2}\text{g.kg}^{-1}$ pour la salinité exprimée en grammes par kilogramme d'eau de mer.

4.1.1.3. Zooplancton

L'appareil utilisé pour les pêches de larves d'araignée est un échantillonneur de type Bongo grand modèle 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).

Pour les pêches de larves de homard un échantillonneur neustonique d'ouverture plus large et de maillage supérieur a été utilisé au cours de l'ensemble des missions.

4.1.1.3.1. Description des échantillonneurs

Bongo grand modèle

L'échantillonneur Bongo grand modèle utilisé pour les études de sites comporte deux filets de maillage 505 μm montés sur une même armature et pêchant en même temps. Chaque filet a un diamètre d'ouverture de 0,61 m, 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 débitmètre (2030 "Digital Flowmeter" 10 à 500 cm.s^{-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 en 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.

Neuston

Cet engin, utilisé par NICHOLS et coll. (1980), se compose d'un cadre en tube d'aluminium (2 m x 0,80 m) sur lequel est monté un filet de forme conique ayant une longueur de 3 m ; le filet se termine aussi par un collecteur à oreilles. La maille utilisée, tant sur le filet que sur les oreilles du collecteur, est de 1 250 μm . Comme le Bongo, l'ouverture du Neuston est équipée d'un débitmètre ("Digital Flowmeter") afin de calculer le volume d'eau filtrée.

4.1.1.3.2. 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 eau côtières peu profondes, ont été abandonnées en 1984.

Depuis 1984, la pêche se fait ainsi en traict oblique sans palier, depuis le fond jusqu'à la surface à une vitesse de 2 noeuds environ (1 m.s^{-1}). Le volume filtré au cours d'un simple traict oblique (comprenant la descente puis la remontée du filet) a varié cette année entre 74 m^3 et 331 m^3 . Les données concernant chaque traict (sonde, durée, volume filtré) sont indiquées dans l'annexe 4.1.

Le Neuston, utilisé à partir de 1983 en traict de surface, est totalement immergé depuis 1984, ceci afin d'obtenir des volumes filtrés plus justes (par mer agitée, même faiblement, l'immersion aux 2/3 n'était que "théorique").

Depuis 1988, un deuxième Neuston est utilisé simultanément pour étudier l'ensemble de la colonne d'eau ; selon la profondeur, 2 ou 3 traicts obliques sont réalisés à la suite de façon à réaliser un traict de durée suffisante (environ 15 minutes) et similaire à celle du traict de surface.

Il est à noter que les prélèvements sont toujours effectués de jour (annexe 4.1.) ce qui s'avère important, surtout pour les prélèvements effectués en surface.

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

4.1.1.3.3. 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.

4.1.1.3.4. Dépouillement des échantillons

Comme le prévoit le contrat depuis 1986, l'étude halieutique (partie oeufs et larves) ne porte plus que sur le homard et l'araignée.

Les larves de ces deux espèces sont comptées sur la totalité des échantillons et leur stade est identifié.

4.1.1.4. Saisie, stockage et traitement des données

Les données brutes du comptage sont saisies au Centre IFREMER de Nantes sur micro-ordinateur où les effectifs, par espèce et stade de développement, sont ramenés à l'unité de volume filtrée (10 m³). L'ensemble des données est archivé à Nantes sur la mini base créée spécialement pour les études de sites EDF.

Figure 4.1.- *Homarus gammarus*, larves prélevées au Neuston en surface.

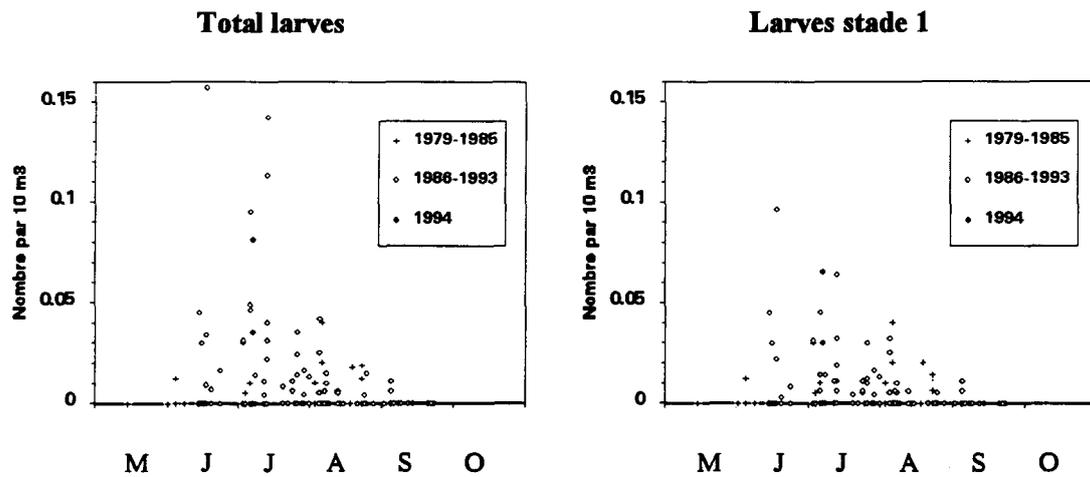


Figure 4.2.- *Homarus gammarus*, larves prélevées au Neuston sur toute la colonne d'eau.

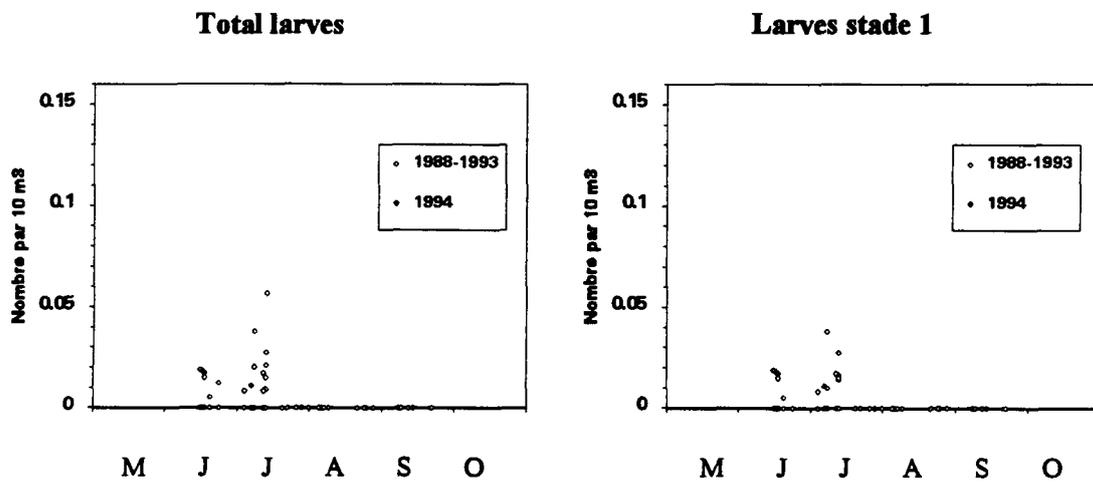
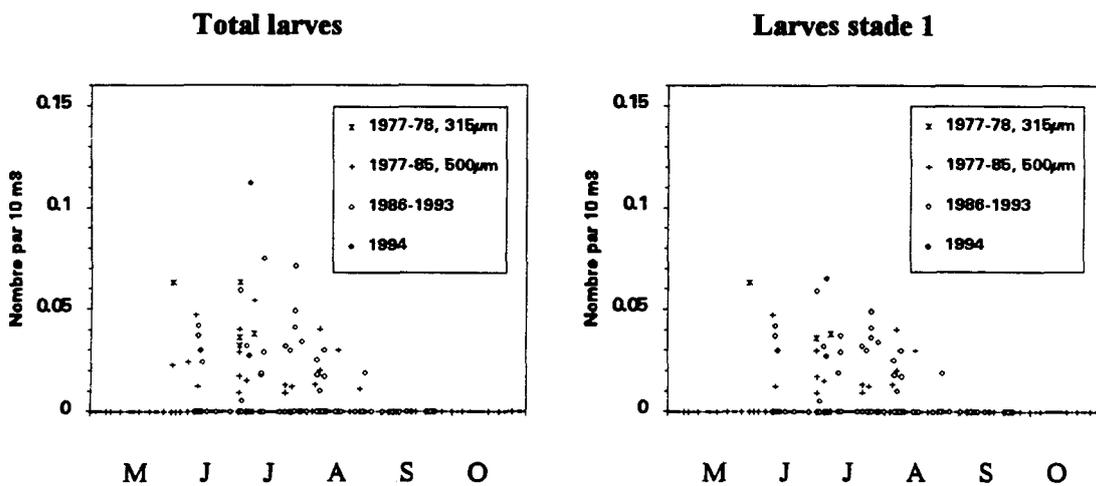


Figure 4.3.- *Homarus gammarus*, larves prélevées au Bongo sur toute la colonne d'eau.



4.1.2. Résultats

Les résultats des paramètres hydrologiques (température et salinité), mesurés dans le cadre de l'étude halieutique, figurent en annexe 4.2. et la température, étroitement liée à l'étude des larves d'araignée, est illustrée à la figure 4.10.

4.1.2.1. Larves de homard, *Homarus gammarus* L. (annexe 4.3)

Les figures 4.1 à 4.3 permettent de situer les résultats obtenus depuis 1986 par rapport aux résultats antérieurs correspondant à la période avant fonctionnement (1977-85). Toutes les densités observées y figurent, sans distinction du point où elles ont été trouvées.

La figure 4.1 présente les densités obtenues par prélèvement en sub-surface au moyen du neuston, tandis que les deux autres montrent les résultats des prélèvements effectués sur toute la colonne d'eau, au moyen du même échantillonneur (figure 4.2) ou au moyen du Bongo (figure 4.3). Chaque figure montre les densités de larves tous stades confondus (à gauche) et les densités de larves au premier stade (à droite).

En observant ces figures, il apparaît cette année qu'une densité relativement importante (0,08 par 10m³), quoique inférieure aux densités relevées en 1986, 1988 et 1993, a été trouvée à nouveau en surface ; comme l'an passé, cette densité est constituée par une quantité importante de jeunes stades (stades 1 essentiellement et 2). Mais la récolte réalisée en même temps à l'échantillonneur Bongo sur toute la colonne d'eau nous donne aussi une densité importante (0,11 par 10 m³) et le fait d'y avoir trouvé plusieurs larves (3 dans le premier prélèvement réalisé au point 11 et 2 dans son répliat) nous empêche d'envisager qu'il y ait surestimation en raison du faible volume d'eau filtrée.

En 1994 (figures 4.4 à 4.6 ci-après) des larves de homard ont été récoltées lors des deux premières missions, le 16 juin et le 7 juillet. L'évolution des densités de larves au stade 1 (figures 4.7 à 4.9) suggère que le pic d'éclosion se situe début juillet, mais la présence de larves au stade 3 dès le 16 juin et l'absence de larves dès fin juillet suggèrent qu'il y a eu des éclosions plus précoces. Toutefois, le pic s'est produit début juillet et non mi-juin comme en 1993.

Comme chaque année depuis 1989, aucune larve n'a été récoltée dans le canal d'aménée et il en est de même cette année au rejet. L'année 1994 n'est donc pas aussi précoce que l'année 1993.

Lors de la récolte maximale de larves, le 6 juillet, la couverture nuageuse était importante (7-8), ce qui pourrait expliquer la forte proportion de larves pêchées en surface (22 sur 30).

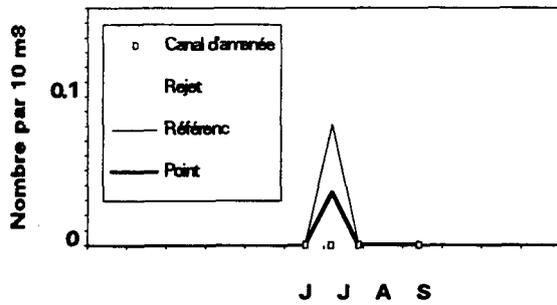


Figure 4.4.- *Homarus gammarus*, Total Larves Prélèvement en surface au Neuston

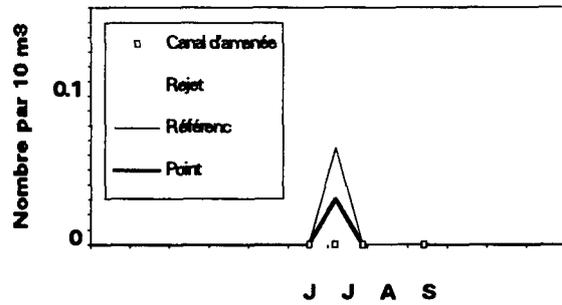


Figure 4.7.- *Homarus gammarus*, Larves stade 1 Prélèvement en surface au Neuston

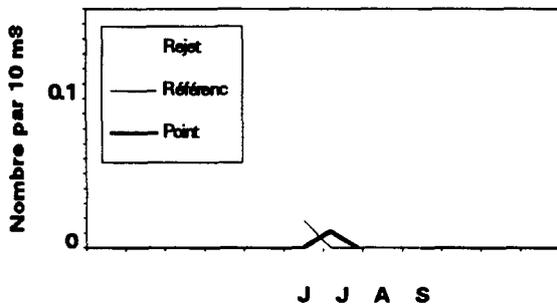


Figure 4.5.- *Homarus gammarus*, Total Larves Prélèvement sur toute la colonne d'eau, au Neuston

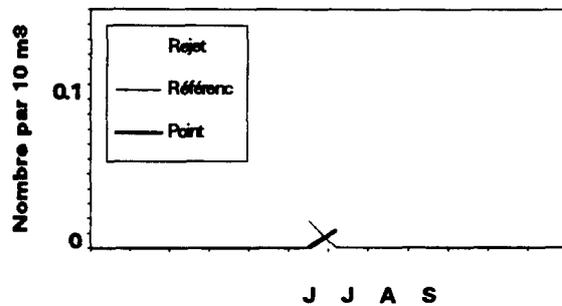


Figure 4.8.- *Homarus gammarus*, Larves stade 1 Prélèvement sur toute la colonne d'eau, au Neuston

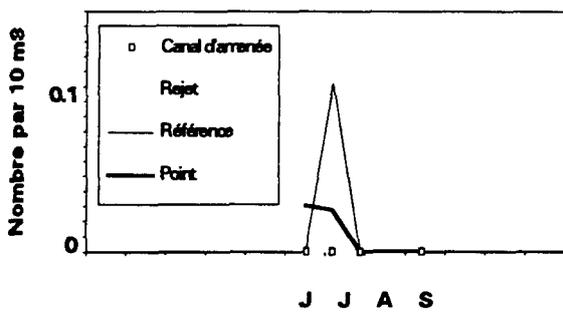


Figure 4.6.- *Homarus gammarus*, Total Larves Prélèvement sur toute la colonne d'eau, au Bongo

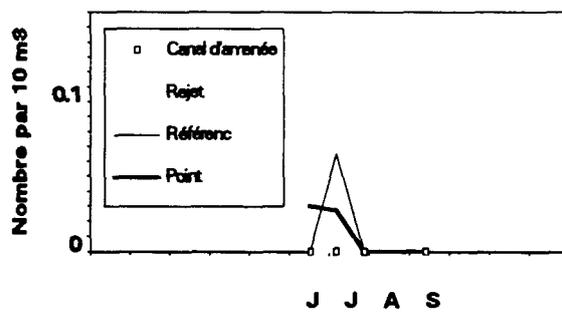


Figure 4.9.- *Homarus gammarus*, Larves stade 1 Prélèvement sur toute la colonne d'eau, au Bongo

4.1.2.2. Larves d'araignée, *Maja squinado* Herbst (annexe 4.4)

La figure 4.10 montre, pour chaque année étudiée depuis la mise en fonctionnement de la Centrale, l'évolution saisonnière des zoés d'araignée au point 3 et de la température de l'eau mesurée en ce point (grisé clair) et, en complément, à l'entrée de la Centrale (mesure E.D.F. "source amont site", en grisé foncé). Les années de Projet et de Surveillance 1^{ère} phase ne sont pas reprises dans la figure en raison du manque de données relatives à la fois aux zoés (prélèvements trop espacés au cours de l'étude de Projet) et à la température de l'eau (pas de mesure Centrale avant 1986 permettant de compléter nos données).

La surveillance de ce point 3, riche en zoés d'araignée et situé en dehors de la tache thermique, est le reflet de l'influence du climat sur la période d'éclosion de cette espèce.

C'est ainsi qu'il se détache des années plus précoces que les autres (1988, 1989, 1990, 1992 et 1993), où des zoés d'araignée au stade 1 sont présentes bien avant la fin du mois de juillet (elles sont observées dès le mois de juin en 1990) et, plus particulièrement l'année 1989, où la densité maximale de stades 1 se situe début juillet. Parallèlement à cette précocité d'éclosion des zoés, il apparaît que la température de l'eau (courbes en grisé) soit plus élevée au cours du printemps de ces années précoces. Le calcul plus précis du nombre de degrés-jours au cours de la période précédant l'éclosion des zoés a montré (MARTIN, 1993) qu'il existait une relation entre ceux-ci et la date d'apparition des zoés 1, la période prise en compte (21 avril-15 juin) étant celle qui donnait le coefficient de corrélation le plus fort. La droite de régression figurée ci-après a été actualisée avec les résultats 1993 et 1994 ; la nouvelle période prise en compte commence au 1^{er} Avril.

Le schéma de l'année 1994 avec la présence de zoés à partir de début juillet et un nombre de degrés-jour assez élevé au cours du printemps, rejoint plutôt celui des années moyennement précoces (1988 et 1992). Toutefois, le pic d'abondance n'apparaît qu'en septembre.

La densité maximale de zoés relevée en 1994 (4,0 par 10 m³) est de l'ordre des moins élevées. L'année 1983 demeure donc exceptionnelle avec 61 zoés par 10 m³.

Les figures 4.11 à 4.14 ci-après confirment pour l'année 1994 :

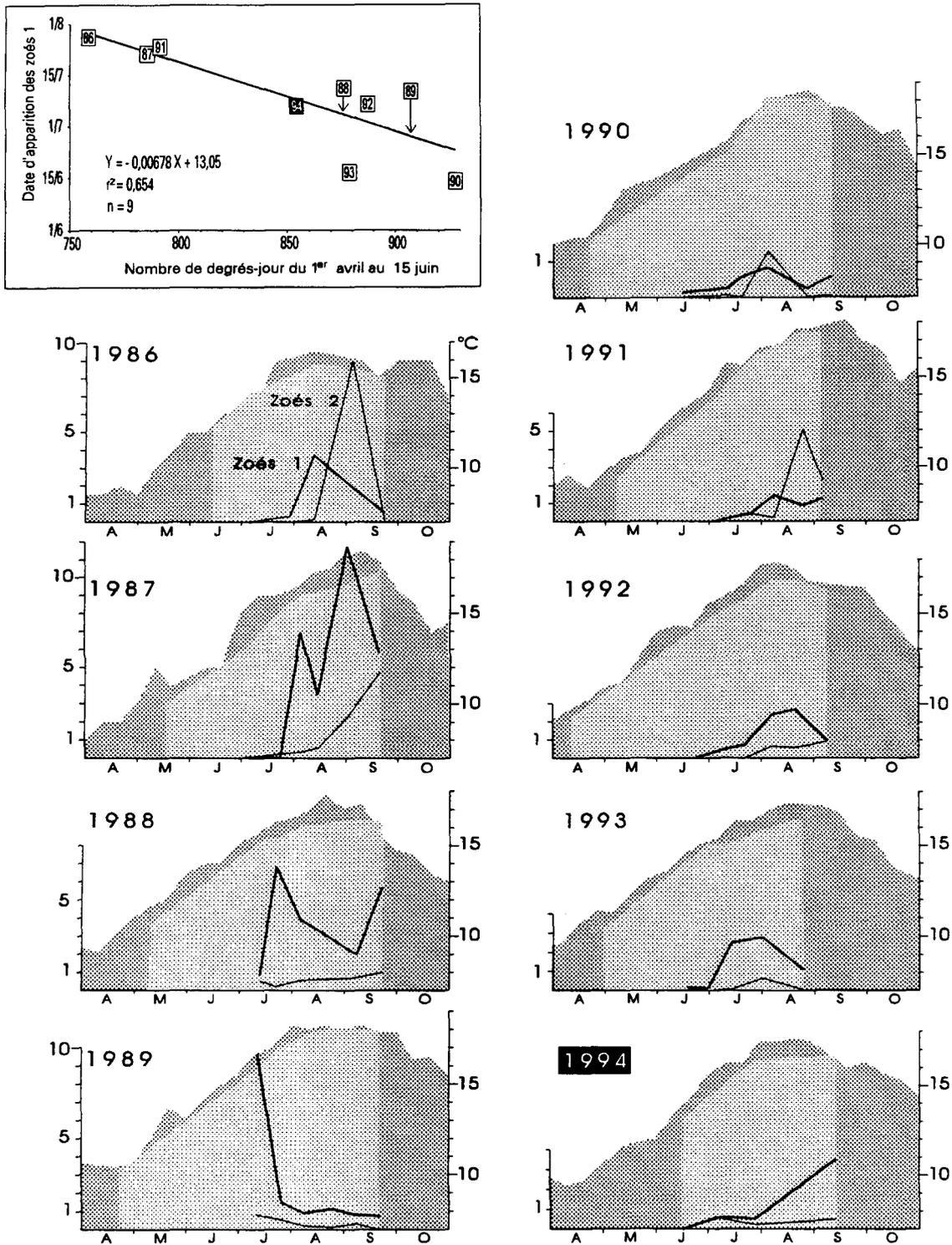
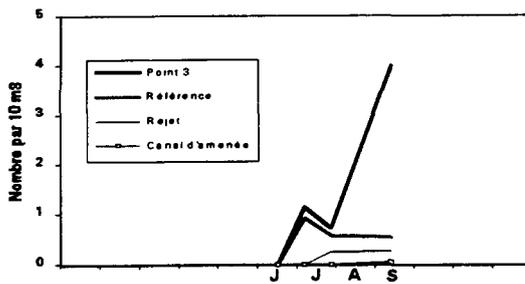
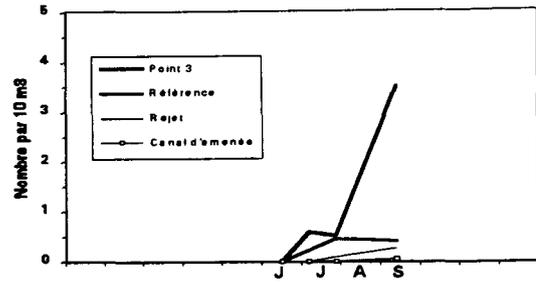
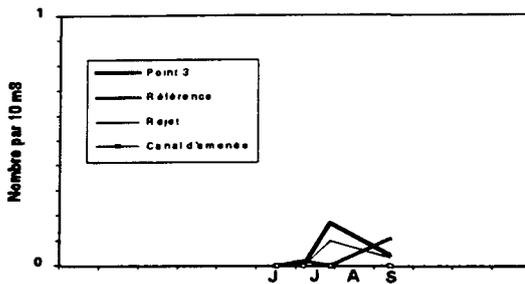
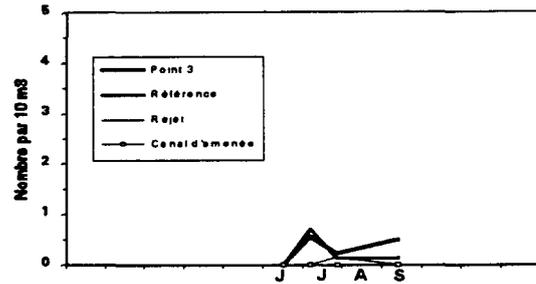


Figure 4.10.- Zoës d'araignée de mer (stades 1 et 2) récoltées au point 3 depuis le début du fonctionnement de la Centrale et température de l'eau mesurée en ce point (grisé clair) et à l'entrée de la Centrale (grisé foncé). En haut, à gauche : relation entre le nombre de degrés-jour et la date d'apparition des zoës 1.

Figure 4.11.- *Maja squinado*, Total ZoësFigure 4.13.- *Maja squinado*, Zoës stade 1Figure 4.12.- *Maja squinado*, MégalopesFigure 4.14.- *Maja squinado*, Zoës stade 2

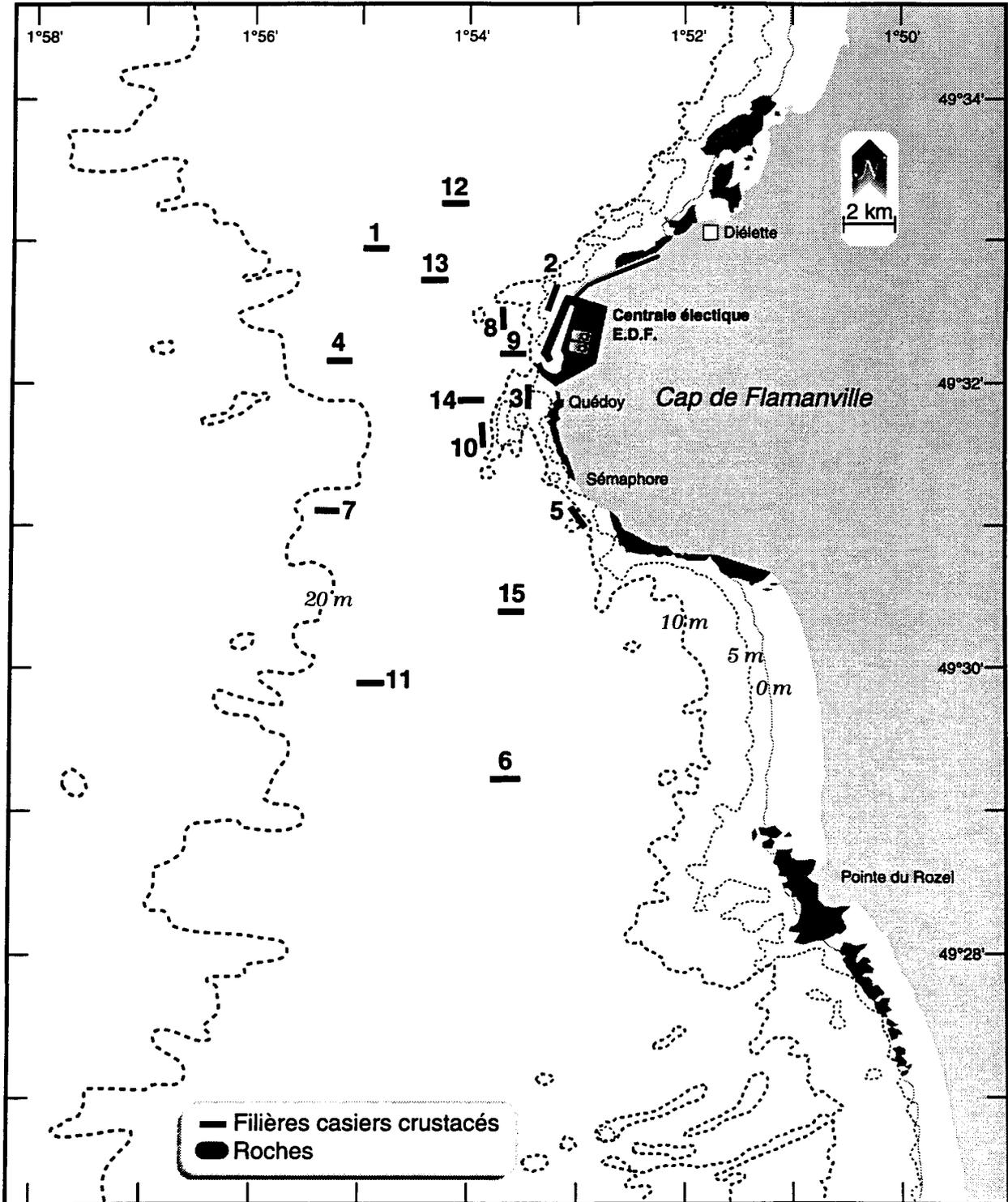
- la relative richesse en zoës du point 3 comparé aux autres points, malgré une densité maximale se situant cette année parmi les plus faibles ; les densités de mégalopes observées aux points 3 et référence sont généralement assez proches et, cette année, la répartition est en faveur du point 3 ;

- une abondance en zoës nettement plus faible au point référence qu'au point 3 observée pour les stades 1 au moment du pic ; seule l'année 1991 se caractérisait par une abondance en zoës au point référence presque identique à celle du point 3 ;

- la quasi-absence de larves d'araignée dans le canal d'aménée. Une seule larve au stade 1 y a été pêchée cette année en septembre,

- le peu de larves récoltées aux alentours des bouches de rejet : quelques zoës (1 et 2) et quelques mégalopes fin juillet et mi-septembre au moment de l'abondance maximale ; l'effectif maximum de zoës (0,3 par 10 m³) et celui de mégalopes (0,1 par 10 m³) , identique à ceux trouvés en 1993, se situent dans la fourchette des valeurs observées les années antérieures, à savoir respectivement 0,07 à 1,7 par 10 m³ pour les zoës et 0,04 à 0,19 par 10 m³ pour les mégalopes.

Figure 4.15 - Carte de positionnement des filières



4.2. SURVEILLANCE DE LA PECHE COTIERE DES CRUSTACES

L'étude de Projet relative aux ressources halieutiques du site de Flamanville a mis en évidence l'intérêt de la pêcherie de crustacés du nord-ouest Cotentin pour la flottille artisanale travaillant au casier dans ce secteur. Les observations se poursuivent donc depuis 1980.

4.2.1. Pêche professionnelle.

4.2.1.1. Flottille (annexe 4.5)

En 1994, la flottille du secteur nord-ouest Cotentin est constituée de 29 navires armés à la pêche. Le port de Carteret compte 20 unités, les ports de Goury et de Diélette 9. Ces navires sont pour la plupart polyvalents et âgés en moyenne d'une douzaine d'années. Il n'y a pas d'évolution notable de l'effort de pêche déployé par cette flottille depuis 4 ans.

4.2.1.2. Activité

Seule une partie de cette flottille est armée toute l'année, un tiers environ des bateaux ne travaillant que d'avril à octobre. En période estivale (période d'activité maximum de la flottille), environ 75 marins sont embarqués.

4.2.1.3. Production

Seule la mise en place de déclarations mensuelles de captures conjointement par le comité régional des pêches et l'administration des pêches maritimes permettra l'amélioration du suivi de la production, des crustacés notamment.

4.2.2. Pêches expérimentales

En 1994, comme l'année précédente, les pêches expérimentales aux casiers n'ont été réalisées qu'au cours des mois de juin et septembre.

4.2.2.1. Matériel et méthode

Le principe de 15 points définis dans le secteur proche du site de la Centrale a été conservé (figure 4.15).

Chaque campagne comporte 4 jours de pêche consécutifs (sauf conditions météorologiques défavorables) au cours d'une marée de mortes-eaux. Les 15 filières de 20 casiers sont relevées, dans la mesure du possible, à chaque sortie.

Les casiers utilisés sont identiques à ceux employés les années précédentes. L'appât utilisé est essentiellement du chinchard décongelé.

4.2.2.1.1. Chronologie des embarquements

Le tableau ci-dessous donne les dates de campagne ainsi que le nombre de filières relevées chaque jour :

MISSIONS	DATE	NOMBRE DE FILIERES
MAI	30	10
	31	13
JUN	1	13
	2	12
SEPTEMBRE	12	4
	13	5
	14	11
	16	5

4.2.2.1.2. Observations réalisées

Les observations réalisées en 1994 reposent sur 1405 casiers relevés (annexe 4.10). Le nombre d'individus capturés par casier est noté pour les espèces suivantes: homard, tourteau, araignée, étrille, buccin et pagures. Les données biologiques prises en compte pour les crustacés (excepté les paguridés) concernent la taille, le sexe, la dureté de la carapace, la présence éventuelle d'oeufs et la maturité (pour l'araignée).

4.2.2.1.3. Traitement des données

Les données, recueillies sur bordereaux "pré-codés" au cours des pêches expérimentales, ont été saisies puis traitées grâce à un système de gestion de base de données à la station IFREMER de Port-en-Bessin.

4.2.2.2. Principaux résultats

Les résultats de l'année 1994 présentés concernent les paramètres biologiques définis au cours des années 1980 à 1985, années de référence avant la mise en service de la Centrale EDF . Ils sont comparés aux résultats des missions de juin et septembre des années antérieures.

4.2.2.2.1. Homard (annexe 4.6)

- Rendements (figure 4.16)

Les rendements mensuels (nombre d'individus pêchés pour 10 casiers relevés) calculés pour l'année 1994 sont semblables à ceux observés au cours des années précédentes et le rendement moyen calculé pour l'ensemble de la saison de pêche est légèrement plus faible : 0,87 individu pour 10 casiers contre 0,96 en 1993.

- Répartition des tailles (figure 4.17)

La taille moyenne des homards capturés en 1994 est de 8,9 cm (longueur céphalothoracique). C'est une valeur plus élevée que celles qui ont été observées les années précédentes mais ce résultat doit être pondéré par le fait que les filières les plus proches de la côte n'ont pas été relevées aussi fréquemment que les autres du fait des mauvaises conditions météorologiques, notamment de celles du mois de septembre ; or, ce sont surtout les jeunes homards qui fréquentent cette zone.

- Poids individuel

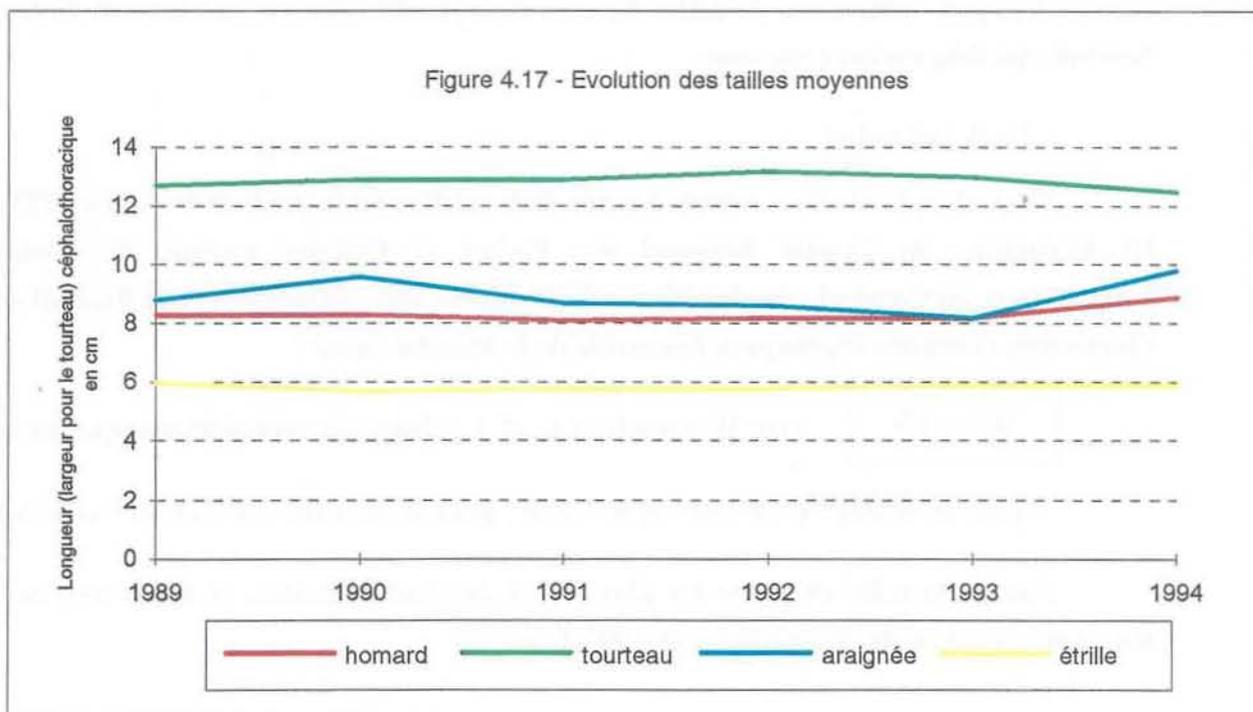
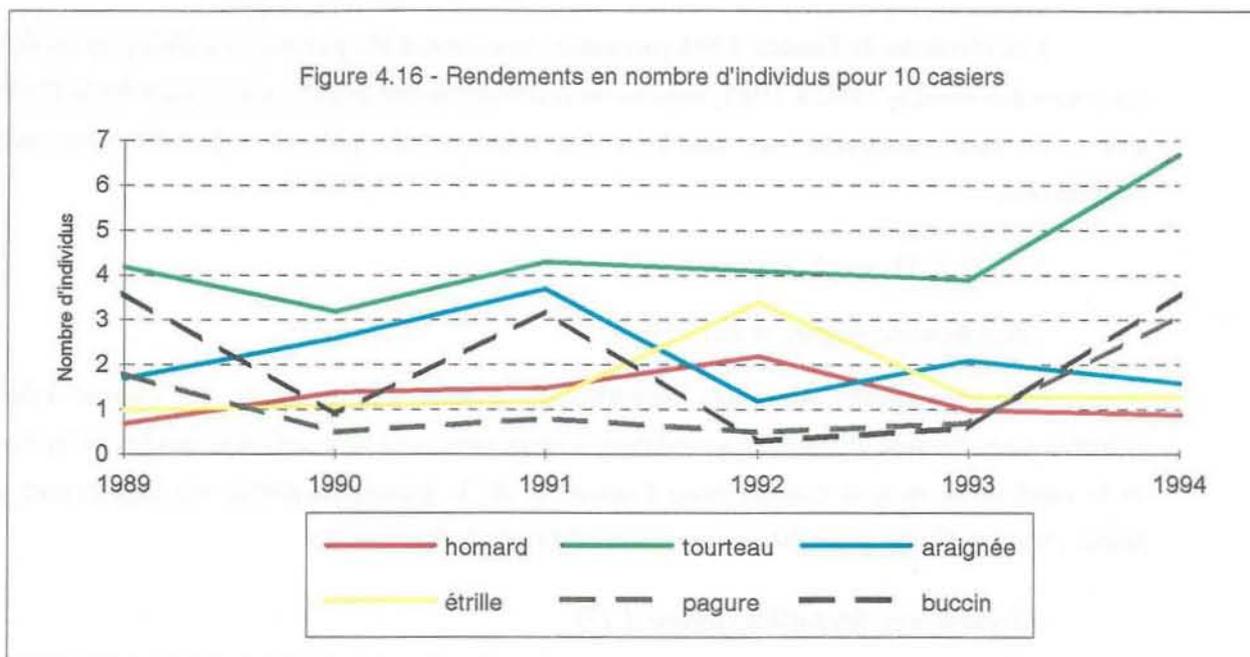
Le poids individuel est calculé à partir de la relation taille-poids élaborée en 1983 par les biologistes du Comité Régional des Pêches et Cultures marines de Bretagne (CORPECUM), du Comité Local des Pêches de Blainville, des Stations ISTPM de Roscoff et de Ouistreham et utilisée depuis pour l'ensemble de la Manche Ouest :

$$W = a L^b$$

avec W = poids en g et L = longueur céphalothoracique en mm

pour les mâles : $a=187.10^{-6}$ et $b=3,289$; pour les femelles : $a=371.10^{-6}$ et $b=3,122$

Comme la taille moyenne est plus élevée que l'année passée, le poids moyen l'est aussi avec la valeur de 491 g (372 g en 1993).



- Proportion des sexes

La moyenne saisonnière du pourcentage de mâles sur le nombre total de captures est très proche de celle observée lors des années de référence : 52 % des individus sont de sexe mâle.

4.2.2.2.2. Tourteau (annexe 4.7)

Le rendement moyen en tourteaux est de 6,9 pour 10 casiers, valeur qui se situe au-dessus de celles des années précédentes (figure 4.16).

La taille moyenne des individus capturés (largeur du céphalothorax), stable par rapport aux années précédentes, est de 12,5 cm en 1994 (figure 4.17).

Le sex-ratio annuel des captures est un peu plus faible que celui de l'année passée : 58 % des individus sont de sexe mâle.

4.2.2.2.3. Araignée (annexe 4.8)

Le rendement moyen est encore plus faible qu'en 1993 : 1,6 araignées pour 10 casiers (figure 4.16) mais les missions ont lieu avant et après la période d'abondance maximale observée les années précédentes.

La taille moyenne des captures est de 9,8 cm contre 8,2 cm en 1993. Cette valeur élevée a déjà été atteinte en 1990 : 9,6 cm pour la moyenne de juin et septembre (figure 4.17). Les grosses captures de jeunes araignées immatures en juillet-août avaient tendance à diminuer la taille moyenne calculée sur 5 missions.

L'évolution mensuelle du rapport des sexes est toujours dans les limites de celles déjà observées. En juin, la proportion de mâles est de 75 % et elle diminue pour atteindre 56 % en septembre.

4.2.2.2.4. Etrille (annexe 4.9)

Le rendement moyen est stable par rapport à l'année 1993, soit 1,25 individu pour 10 casiers (figure 4.16).

La taille moyenne (5,9 cm) est identique à celle notée l'année dernière et très voisine de celle observée en 1991 et 1992 (5,8 cm ; figure 4.17).

En 1994, comme les années précédentes, le sex-ratio est déséquilibré : plus de 83 % des individus sont des mâles.

4.2.2.2.5. Buccin et Paguridés (annexe 4.10 et figure 4.16)

Alors que depuis quatre ans les captures de pagures étaient faibles (0,7 individu pour 10 casiers en 1993), elles sont beaucoup plus élevées cette année avec 3,1 individus pour 10 casiers.

Le rendement en buccins varie fortement au cours de la saison et d'une année à l'autre : de 5 individus pour 10 casiers au mois de juin 1994, il passe à 0,1 au mois de septembre ce qui donne un rendement moyen de 3,6 pour l'année 1994 ; celui-ci, comparable aux rendements (supérieurs à 3) observés en 1989 et 1991, suit deux années de résultats très faibles (0,3 en 1992 et 0,6 en 1993).

5. CONCLUSION

L'année 1994 se caractérise par une température clémente de l'air, supérieure à la moyenne saisonnière dix mois sur douze, s'accompagnant d'une pluviométrie importante, le total annuel des précipitations étant le plus élevé de la période 1977-1994.

La température de l'eau de mer à proximité de la côte est, dans ces conditions, également élevée tout au long de l'année.

Les résultats de la surveillance biologique et halieutique du site de Flamanville montrent, à quelques variations près s'expliquant par les fluctuations climatiques mentionnées plus haut, une stabilité des différents paramètres mesurés. Aucune variation significative provenant de l'effluent thermique n'a été remarquée.

LE DOMAINE PELAGIQUE

Les variations annuelles des paramètres hydrobiologiques sont fortement reliées aux fluctuations climatiques (pluviosités, température de l'air). Hormis l'impact thermique parfaitement identifié au point rejet, et de ce fait très localisé, une quelconque influence de la centrale sur les variations des paramètres physico-chimiques de l'eau de mer ne peut être quantifiée. Les températures observées sont conformes aux normales saisonnières et restent dans l'intervalle de celles mesurées lors des échantillonnages précédents.

Les populations phytoplanctoniques caractérisent l'existence de tendances pluri-annuelles : même population, même productivité comprise dans l'intervalle des valeurs observées depuis 1987.

Pour le zooplancton, l'étude statistique des variations spatiales pour les paramètres pondéraux globaux montre une hétérogénéité spatiale pour toutes les campagnes de l'année, sauf pour la biomasse en juillet et octobre. L'hétérogénéité est essentiellement due au point de rejet en mars, et se traduit par une chute des effectifs d'*Oikopleura dioica* et des décapodes dans les populations zooplanctoniques ; mais la structure des populations reste cohérente, avec le maintien de la dominance des trois principaux taxons aux trois périodes considérées.

Aucune évolution significative des bactéries hétérotrophes et des germes totaux n'est observée. La présence de vibrions, éventuellement pathogènes comme *Vibrio parahaemolyticus*, est notée en fin d'hiver et d'été. Ces vibrions font cependant partie de la flore marine autochtone.

La recherche des trihalométhanes, dérivés halogénés formés lors de la chloration de l'eau de mer, est entreprise cette année. Aucun composé, comme le bromoforme ou le chloroforme, n'est détecté.

LE DOMAINE BENTHIQUE

L'étude de la ceinture de *Fucus serratus* du platier de Diélette permet de confirmer, en mars et en septembre, l'augmentation générale de la biomasse moyenne de cette espèce, mettant ainsi un terme à la lente diminution du stock d'algue enregistrée de 1983 à 1992. Ce résultat est confirmé par la baisse de la dépopulation des algues baguées tant pendant l'hiver 1993-1994 que l'été 1994.

Cette augmentation de la biomasse générale s'accompagne d'un taux élevé de fertilité tant en mars (72 %) qu'en septembre (90 %). De 1977 à 1994, le pourcentage de thalles fertiles est très fluctuant en fin de période hivernale, de faible en 1983 et 1984 (12 % à 28 %), à élevé en 1978 et de 1985 à 1992 (67 % à 95 %). En fin de période estivale, ce taux est par contre quasi stable, oscillant de 86 % à 98 % depuis les premières mesures en 1977.

Les variations hivernales du taux de fertilité des pieds de *Fucus serratus* n'ont pas à ce jour d'explication. Les liens avec des variations naturelles, comme la température du milieu par exemple, restent à démontrer. L'étude similaire, entreprise en 1994 sur le site électronucléaire de Paluel, devrait permettre une comparaison inter-sites des évolutions de cette espèce, et une quantification des différents facteurs influençant la fertilité.

Le recrutement printanier des crustacés cirripèdes intertidaux, de la pointe du Rozel et du cap de Flamanville, est conforme à la corrélation inverse mise en évidence entre son importance numérique et la température minimale hivernale : la "douceur" de février 1994 se

traduit par l'observation d'une faible recolonisation du substrat rocheux en juin suivant. Les densités totales de cirripèdes sont de ce fait en diminution en septembre, la part du recrutement estival restant faible. Ces variations d'effectifs d'une année sur l'autre n'ont cependant que peu d'effets tant sur la prépondérance de l'espèce boréo-arctique *Balanus balanoides* (de 85 % à 97 % selon les points) par rapport aux trois autres espèces présentes, que sur la composition de la faune associée.

LE DOMAINE HALIEUTIQUE

L'évolution de la température de l'eau au cours du printemps 1994 est proche de celle des années 1988 à 1990, dites précoces.

Parallèlement, les éclosions de larves d'araignées (*Maja squinado* HERBST) commencent assez tôt, début juillet, mais le pic d'abondance n'est observé qu'en septembre. La densité maximale observée mi-septembre au point 3 (4,0 zoés par 10 m³), est parmi les moins élevées.

La répartition des zoés selon les points reste identique : le point 3 est toujours le plus riche ; le point référence reste aussi peu riche que les deux dernières années après une augmentation en 1991 ; une seule zoé a été pêchée dans le canal d'amenée où les récoltes sont sporadiques et très peu aux environs des bouches de rejet.

Les larves de homard (*Homarus gammarus* L.) présentent à nouveau une abondance exceptionnelle dans une pêche de surface au point référence et cette apparition est relativement précoce. Depuis 1989, aucune larve de homard n'a été pêchée dans le canal d'amenée ; de même que certaines années, quelques larves ont été pêchées aux environs des bouches de rejet.

La flottille du nord-ouest Cotentin connaît les problèmes de la pêche en général (baisse des ressources et des prix) et voit sa zone de pêche contestée par les anglo-normands. L'effort de pêche à proximité de la Centrale a donc tendance à augmenter ; c'est la seule possibilité pour les petits navires côtiers d'équilibrer leurs comptes d'exploitations.

Quelques résultats, obtenus au cours de l'année 1994, se démarquent des années précédentes :

- la taille moyenne du homard, nettement plus élevée, qui peut être expliquée par une diminution du nombre de casiers relevés très près de la côte où l'on pêche une proportion importante de juvéniles (la cause de la diminution du nombre de casiers relevés étant des conditions météorologiques défavorables)
- un taux de capture de tourteaux élevé en juin (8 pour 10 casiers) qui correspond au taux maximum obtenu pendant les années de référence au cours d'une mission
- des rendements élevés pour le buccin et les pagures, sans doute favorisés par la précocité de la mission du mois de juin (les rendements maxima étaient obtenus au cours des campagnes du mois de mai).

BIBLIOGRAPHIE

ABARNOU (A.), 1981.- Trihalométhanes formés par chloration de l'eau de mer. In : 2^{èmes} journées de la thermo-écologie, Nantes, 14-15 novembre 1979. Electricité de France Ed., 247-266.

ALDEBERT (Y.), 1975.- Comparaison des rendements du "Bongo".- Rapport FAO - ISTPM.

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

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

DREVES (L.), 1992.- Le domaine benthique. In : DREVES (L.), ARZUL (G.), ERARD-LE DENN (E.), MARTIN (J.), MIOSSEC (D.), PIRIOU (J.Y.) et QUINTIN (J.Y.), 1992.- Surveillance écologique et halieutique [du] site de Flamanville, année 1991.- Rapp. IFREMER DEL/BREST-92.23. juin 1992, 161 p.

GENTEN (P.), GROS (P.) et LE FEVRE - LE HOERFF (G.), 1986.- Etude des conséquences du fonctionnement de la Centrale de Gravelines sur le milieu marin.- Rapp. IFREMER DERO-86.07-EL, avril 1986, 145 p., carte éch. 1/43 140.

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.

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.

MARTIN (J.), 1993.- Période d'éclosion des larves d'araignée de mer *Maja squinado* Herbst en Manche et température de l'eau au printemps.- *Cons. int. Explor. Mer*, Comité des mollusques et crustacés CM 1993/K : 50.

MASTAIL (M.) et BATTAGLIA (A.), 1978.- Amélioration de la conservation des pigments du zooplancton.- *Cons. int. Explor. Mer*, Comité de l'Océanographie biologique, L:20.

NICHOLS (J.H.), BENNET (D.B.) et LAWRENCE (A.), 1980.- A study of some problems relating to quantitative sampling of lobster larvae, *Homarus gammarus* (L.) - *Cons. int. Explor. Mer*, Comité des Crustacés, L:14.

QUINTIN (J-Y.) 1990.- Zooplancton. In : MARTIN (J.), ARZUL (G.), DREVES (L.), ERARD-LE DENN (E.), MIOSSEC (D.), PIRIOU (J.Y.) et QUINTIN (J.Y.), 1990.- Site de Flamanville, Surveillance écologique et halieutique, Année 1987.-[Edition définitive] Rapp. interne IFREMER DRV-89.017-RH, DERO-89.12-EL, novembre 1990, 182 p.

ROMANA (A.), ARNAL (O.), ARZUL (G.), BELSHER (T.), DE LA SALLE (P.), ERARD (E.), GUILLAUMONT (B.), HAMON (D.), LE FEVRE - LE HOERFF (G.), LOARER (R.), RYCKAERT (M.) ET TOULARASTEL (F.), 1986.- Etude écologique de Projet. Site de Flamanville (Manche). Juin 1977 - juin 1978.- (Edition provisoire 1979). [Edition définitive] Rapp. IFREMER DERO-86.22-EL. [3 Vol.] : 1) 269 p., 2) 168 p., 3) 221 p.

SCHERRER (B.), 1984. - Biostatistique, Gaëtan Morin. Québec, Canada, 850 p.

SCHNACK (D.), 1974.- On the reliability of methods for quantitative surveys of fish larvae.- In : The Early life history of Fish, BLAXTER J.H.S. rédacteur, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York.

SHERMAN (K.) et HONEY (A.), 1971.- Size selectivity of the Gulf III and Bongo zooplankton Samplers.- *icnaf, research bulletin*, n°8 : 45-48.

SMITH (E.), 1974.- Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal.- Part 4, Standard techniques for pelagic fish eggs and larvae surveys.- National Marine Fisheries Service édit., Washington.

ANNEXES

Annexe 1.1 : Température moyenne (°C) de l'air au Cap de La Hague de 1977 à 1994

MOIS	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	Moyenne	Ecart type	MAX	MIN
JANV	1er décade						9,60	8,30	3,40	7,10	8,20	9,10	8,50	7,90	8,90	8,80	6,90	7,90	7,72	1,61	9,60	3,40
	2ème décade						8,50	7,30	1,20	8,70	-1,40	7,10	8,20	9,00	6,30	7,00	10,10	7,70	6,64	3,21	10,10	-1,40
	3ème décade						8,30	6,80	7,30	6,10	3,80	8,20	6,90	9,10	3,70	4,10	9,50	9,50	6,94	2,05	9,50	3,70
	Mois	6,00	6,40	4,20	5,81	7,84	7,19	8,80	7,40	4,10	7,90	2,90	8,10	7,80	8,70	6,20	6,60	8,90	6,40	6,60	1,82	8,90
FEVR	1er décade						6,30	8,50	7,70	3,00	7,00	7,30	8,00	9,30	1,20	7,20	6,40	8,30	6,68	2,24	9,30	1,20
	2ème décade						3,10	5,30	1,50	2,50	4,30	8,20	8,90	8,90	4,50	6,90	7,40	4,70	5,52	2,41	8,90	1,50
	3ème décade						6,60	5,20	8,00	0,70	5,80	5,90	7,10	10,80	8,30	7,70	5,70	9,00	6,57	2,36	10,80	0,70
	Mois	7,55	5,50	4,50	6,17	5,71	6,89	5,20	6,40	5,00	2,20	5,70	7,20	8,10	9,60	4,40	7,30	6,60	7,20	6,30	1,84	9,60
MARS	1er décade						7,80	8,80	7,40	5,10	5,50	6,60	9,70	9,00	8,90	8,80	6,40	9,50	7,63	1,50	9,70	5,10
	2ème décade						8,60	6,20	5,20	7,40	5,10	8,90	9,60	11,30	10,20	9,60	10,30	9,00	8,45	1,95	11,30	5,10
	3ème décade						8,10	7,60	7,60	7,80	7,80	8,80	10,10	9,70	8,20	7,90	8,60	9,80	8,50	0,87	10,10	7,60
	Mois	6,59	6,08	7,00	7,24	6,25	7,51	8,20	6,90	6,80	6,20	8,10	8,50	10,00	9,10	8,70	8,40	9,50	8,10	1,20	10,00	6,20
AVRI	1er décade						7,80	6,50	10,70	6,00	8,60	8,10	8,50	8,70	9,50	8,30	9,60	8,40	8,38	1,23	10,70	6,00
	2ème décade						8,00	9,20	9,10	6,90	9,70	10,60	9,50	9,30	8,90	9,30	10,20	7,90	9,05	0,98	10,60	6,90
	3ème décade						10,00	11,00	8,50	8,70	11,80	9,70	8,60	10,40	9,10	10,60	11,40	12,60	10,20	1,28	12,60	8,50
	Mois	8,42	7,60	8,80	8,83	8,91	8,32	8,80	8,90	8,50	7,20	10,00	9,40	8,60	8,50	9,20	9,40	10,40	9,60	9,09	0,78	10,40
MAI	1er décade						10,90	9,60	9,90	10,70	10,50	11,60	11,20	12,80	9,20	10,80	10,90	11,50	10,80	0,92	12,80	9,20
	2ème décade						11,20	9,90	10,60	11,70	10,60	12,00	12,80	12,40	10,90	13,30	12,70	11,90	11,67	1,00	13,30	9,90
	3ème décade						11,70	10,50	12,50	11,50	11,60	12,80	14,10	13,10	11,70	14,60	14,20	12,10	12,53	1,21	14,60	10,50
	Mois	10,84	11,10	10,80	11,43	11,59	11,83	11,30	10,00	11,00	11,30	10,90	12,10	12,70	12,90	10,40	12,90	12,70	11,90	11,91	0,93	12,90
JUIN	1er décade						14,50	12,10	13,10	12,50	12,50	13,20	12,20	13,90	11,90	14,20	14,90	13,10	13,18	0,96	14,90	11,90
	2ème décade						13,70	14,10	13,30	13,90	12,40	14,10	16,80	14,20	13,10	14,70	13,90	14,10	14,03	1,01	16,80	12,40
	3ème décade						15,10	14,90	14,00	15,40	15,30	15,40	15,50	14,90	14,20	16,00	15,00	16,10	15,15	0,60	16,10	14,00
	Mois	12,80	13,80	13,30	14,23	13,82	14,74	14,40	13,70	13,80	13,90	13,40	14,20	14,90	14,30	13,00	15,00	14,60	14,30	13,94	0,68	16,00
JUIL	1er décade						15,60	15,70	15,60	14,80	15,70	15,20	16,80	14,90	15,80	15,50	15,60	16,10	15,61	0,50	16,80	14,80
	2ème décade						18,40	15,70	16,40	15,80	16,20	15,70	17,20	16,90	15,50	16,90	15,80	17,20	16,48	0,83	18,40	15,50
	3ème décade						18,10	17,30	16,30	16,40	16,20	16,40	18,50	17,90	16,50	17,10	16,20	18,20	17,09	0,84	18,50	16,20
	Mois	15,27	14,70	15,70	15,43	15,52	16,39	17,40	16,30	16,10	15,70	16,00	16,80	17,50	16,80	15,80	16,80	17,20	16,11	0,61	18,50	14,70
AOÛT	1er décade						16,90	17,00	15,70	15,70	16,50	16,20	18,30	19,10	17,00	17,80	16,50	18,10	17,07	1,02	19,10	15,70
	2ème décade						17,70	17,00	16,70	15,80	18,10	16,60	18,80	17,40	16,40	16,30	16,60	16,50	16,99	0,82	18,80	15,80
	3ème décade						17,40	18,00	16,30	14,50	16,40	15,80	17,90	18,10	17,00	16,60	15,50	16,70	16,68	1,04	18,10	14,50
	Mois	16,43	15,80	16,10	16,77	16,73	16,75	17,30	17,40	16,20	15,30	17,00	18,20	18,30	18,20	16,90	16,80	17,20	16,68	0,82	18,30	15,30
SEPT	1er décade						16,40	16,90	15,00	14,40	16,70	16,40	16,80	16,80	17,00	15,10	16,10	15,80	16,10	0,81	17,00	14,40
	2ème décade						15,20	16,20	16,10	13,40	17,60	14,40	17,70	16,30	17,20	15,50	14,60	14,50	16,73	1,31	17,70	13,40
	3ème décade						16,50	14,30	16,70	13,80	14,30	14,80	16,80	14,80	15,40	15,50	13,90	15,70	15,21	1,02	16,80	13,80
	Mois	14,77	15,50	15,40	16,40	16,59	16,50	16,00	15,80	15,90	13,90	16,20	15,20	17,10	15,90	16,50	15,40	15,30	15,73	0,79	17,10	13,80
OCTO	1er décade						15,70	13,70	16,20	15,00	14,00	13,20	15,00	14,60	14,10	14,00	13,70	12,30	14,29	1,03	16,20	12,30
	2ème décade						13,20	13,30	14,10	14,30	12,90	13,70	15,20	17,00	13,20	10,70	11,30	13,80	13,56	1,57	17,00	10,70
	3ème décade						10,60	13,40	10,20	12,70	11,60	13,70	15,20	13,00	11,50	10,80	9,90	12,90	12,13	1,55	15,20	9,90
	Mois	14,46	14,30	14,40	12,14	12,27	13,00	13,10	13,40	13,40	14,00	12,90	13,50	15,20	14,90	12,90	11,90	11,80	13,00	13,34	1,08	16,20
NOVE	1er décade						13,50	12,00	11,10	11,10	10,80	9,20	12,00	10,10	11,60	12,10	11,00	12,70	11,43	1,10	13,50	9,20
	2ème décade						9,10	10,00	7,20	11,70	11,10	10,80	12,20	12,90	9,60	10,40	7,10	13,30	10,45	1,91	13,30	7,10
	3ème décade						9,50	11,50	7,60	9,80	7,80	8,00	7,60	7,90	9,10	11,70	4,20	11,70	8,87	2,08	11,70	4,20
	Mois	9,58	11,50	10,90	9,00	10,72	11,12	10,70	11,20	8,80	10,60	9,90	9,30	10,60	10,30	10,10	11,40	7,40	12,90	10,34	1,30	13,30
DECE	1er décade						7,30	9,30	11,10	10,10	6,80	9,60	7,60	7,10	6,30	9,50	10,10	11,30	8,83	1,68	11,30	6,30
	2ème décade						7,30	8,00	9,90	8,70	7,60	9,80	9,90	6,40	7,10	9,30	9,80	10,50	8,69	1,30	10,50	6,40
	3ème décade						9,80	6,60	7,40	8,70	9,30	9,80	8,70	9,20	8,60	6,10	7,50	8,80	8,38	1,16	9,80	6,10
	Mois	7,69	7,70	8,30	6,40	6,72	8,15	8,20	7,90	8,40	9,10	7,90	8,70	8,70	7,60	7,40	8,20	8,10	10,10	8,41	0,83	10,10
T moyenne annuelle	10,97	10,96	10,83	11,24	11,26	11,82	11,59	11,28	10,79	10,63	10,74	11,57	12,43	12,36	11,01	11,68	11,39	12,18	11,36	0,55		
Amplitude maximale	9,43	10,10	11,90	11,16	10,99	9,76	12,20	11,00	12,10	13,50	14,10	9,00	10,50	10,60	12,40	10,30	9,60	10,00	11,04	1,41		

Annexe 1.2 : Pluviométrie mensuelle au Cap de La Hague de 1977 à 1994

ANNEE		Janvier	février	Mars	Avril	Mai	Juin	juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1977	P.M.	118,10	79,80	63,30	32,40	67,90	67,10	20,70	75,70	37,00	27,10	108,40	80,40
	P.C.	118,10	197,90	261,20	293,60	361,50	428,60	449,30	525,00	562,00	589,10	697,50	777,90
1978	P.M.	114,00	95,30	90,70	38,80	21,40	66,50	64,90	8,60	6,60	5,40	25,70	154,90
	P.C.	114,00	209,30	300,00	338,80	360,20	426,70	491,60	500,20	506,80	512,20	537,90	692,80
1979	P.M.	100,60	64,40	115,80	42,60	62,70	35,40	11,40	40,10	17,70	69,00	56,50	110,60
	P.C.	100,60	165,00	280,80	323,40	386,10	421,50	432,90	473,00	490,70	559,70	616,20	726,80
1980	P.M.	51,40	89,10	88,50	1,60	32,80	56,00	107,30	35,60	43,50	120,10	57,70	65,30
	P.C.	51,40	140,50	229,00	230,60	263,40	319,40	426,70	462,30	505,80	625,90	683,60	748,90
1981	P.M.	42,40	44,90	91,00	26,40	81,90	26,20	28,70	48,60	120,40	142,50	33,60	110,90
	P.C.	42,40	87,30	178,30	204,70	286,60	312,80	341,50	390,10	510,50	653,00	686,60	797,50
1982	P.M.	32,30	22,60	55,20	17,80	35,40	80,00	82,00	36,30	47,40	121,10	107,50	112,00
	P.C.	32,30	54,90	110,10	127,90	163,30	243,30	325,30	361,60	409,00	530,10	637,60	749,60
1983	P.M.	44,20	41,70	49,40	91,70	83,30	8,90	6,30	13,10	54,30	37,90	32,30	56,10
	P.C.	44,20	85,90	135,30	227,00	310,30	319,20	325,50	338,60	392,90	430,80	463,10	519,20
1984	P.M.	121,60	52,20	61,60	3,90	62,70	9,30	27,90	15,80	81,20	72,20	96,80	107,70
	P.C.	121,60	173,80	235,40	239,30	302,00	311,30	339,20	355,00	436,20	508,40	605,20	712,90
1985	P.M.	62,10	25,70	58,80	36,90	24,50	31,80	53,40	37,90	33,30	41,90	91,70	80,80
	P.C.	62,10	87,80	146,60	183,50	208,00	239,80	293,20	331,10	364,40	406,30	498,00	578,80
1986	P.M.	111,80	27,90	70,70	48,90	57,30	46,30	23,60	59,90	61,50	58,40	64,20	101,60
	P.C.	111,80	139,70	210,40	259,30	316,60	362,90	386,50	446,40	507,90	566,30	630,50	732,10
1987	P.M.	29,40	30,80	42,00	47,90	27,80	60,60	25,30	34,90	38,00	145,60	69,00	31,40
	P.C.	29,40	60,20	102,20	150,10	177,90	238,50	263,80	298,70	336,70	482,30	551,30	582,70
1988	P.M.	150,90	66,90	92,10	16,50	30,90	9,00	51,80	69,80	68,70	93,70	41,30	47,90
	P.C.	150,90	217,80	309,90	326,40	357,30	366,30	418,10	487,90	556,60	650,30	691,60	739,50
1989	P.M.	28,90	63,80	80,80	80,30	1,40	28,20	35,20	11,10	46,60	52,40	70,80	112,80
	P.C.	28,90	92,70	173,50	253,80	255,20	283,40	318,60	329,70	376,30	428,70	499,50	612,30
1990	P.M.	104,20	138,90	8,00	47,30	14,10	74,30	17,40	13,90	28,00	92,00	89,60	78,90
	P.C.	104,20	243,10	251,10	298,40	312,50	386,80	404,20	418,10	446,10	538,10	627,70	706,60
1991	P.M.	98,00	32,10	54,50	40,90	12,30	90,40	54,10	16,90	37,80	88,50	89,20	25,20
	P.C.	98,00	130,10	184,60	225,50	237,80	328,20	382,30	399,20	437,00	525,50	614,70	639,90
1992	P.M.	18,90	38,70	28,20	84,20	40,90	33,00	85,60	76,80	96,60	135,60	131,00	114,20
	P.C.	18,90	57,60	85,80	170,00	210,90	243,90	329,50	406,30	502,90	638,50	769,50	883,70
1993	P.M.	85,40	11,10	25,20	52,20	28,00	84,70	57,80	56,20	130,90	81,10	79,50	162,30
	P.C.	85,40	96,50	121,70	173,90	201,90	286,60	344,40	400,60	531,50	612,60	692,10	854,40
1994	P.M.	147,50	83,30	51,60	60,30	98,60	19,90	49,10	96,00	62,10	113,50	78,40	140,90
	P.C.	147,50	230,80	282,40	342,70	441,30	461,20	510,30	606,30	668,40	781,90	860,30	1 001,20
Moyenne	P.M.	81,21	56,07	62,63	42,81	43,55	45,98	44,58	41,51	56,20	83,22	73,51	94,11
	P.C.	81,21	137,27	199,91	242,72	286,27	332,24	376,83	418,34	474,54	557,76	631,27	725,38

P.M. : pluviométrie mensuelle

P.C. : pluviométrie cumulée sur l'année

Annexe 1.3 : Fonctionnement de l'électrochloration à Flamanville de 1987 à 1994

Kg chlore/h		1987		1988		1989		1990		1991		1992		1993		1994	
		Tranche 1	Tranche 2														
Janvier	File 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	File 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Février	File 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	File 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mars	File 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	File 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Avril	File 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	File 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mai	File 1	0	0	0	0	23 040	30 080	0	0	0	0	0	0	0	0	2 912	19 389
	File 2	0	0	3 750	0	23 040	30 080	11 621	11 621	0	0	9 720	0	0	0	3 976	23 087
Juin	File 1	0	50 400	32 890	5 280	14 762	27 280	9 545	30 847	26 240	17 040	8 650	0	2 611	0	1 591	13 825
	File 2	0	50 400	17 160	0	14 091	27 280	9 545	30 847	0	17 160	10 300	882	2 610	0	1 596	13 746
juillet	File 1	0	52 080	37 180	52 800	38 905	0	24 716	38 669	5 766	43 127	15 336	0	13 214	0	346	22 595
	File 2	0	52 080	35 750	0	24 827	0	24 716	38 669	0	43 188	16 983	1 568	23 327	0	432	22 552
Août	File 1	0	52 080	34 892	54 560	41 480	0	40 424	40 348	0	37 085	4 612	1 980	16 481	0	4 500	8 467
	File 2	0	52 080	34 892	0	40 870	0	40 424	40 348	0	37 567	4 579	13 050	16 298	0	3 767	8 208
Septembre	File 1	0	0	36 234	51 040	39 894	0	31 850	0	0	6 115	0	14 624	0	8 224	3 195	0
	File 2	0	0	36 234	0	30 500	0	30 062	0	0	22 896	0	10 736	40 771	13 090	3 015	0
Octobre	File 1	0	47 519	4 270	54 560	28 060	34 880	17 347	27 846	9 381	23 643	0	29 250	0	17 237	3 825	20 609
	File 2	0	20 160	4 270	0	28 060	13 040	17 784	6 412	0	34 499	0	18 259	27 694	12 025	4 537	19 513
Novembre	File 1	0	43 200	0	52 800	11 468	15 840	23 281	128 017	2 250	5 649	0	13 806	0	9 406	5 290	11 324
	File 2	0	0	0	0	11 468	0	32 847	64 109	180	17 467	0	14 688	5 616	0	5 274	15 032
Décembre	File 1	0	4 320	0	31 680	9 028	5 040	8 410	8 184	0	2 795	0	0	0	0	90	0
	File 2	0	0	0	0	9 028	0	8 062	8 184	0	12 810	0	2 102	0	0	86	0
Total annuel en Kg		0	424 319	277 522	302 720	388 521	183 520	330 634	474 101	43 817	321 041	70 180	120 945	148 622	59 982	44 432	198 347
			424 319	580 242		570 041		804 735		364 858		191 125		208 604		242 779	

Flamanville - année 1994 - rapport annuel

Annexe 1.4 : Température moyenne (°C) de l'eau de mer dans le canal d'aménée de la Centrale de Flamanville de 1986 à 1994

MOIS		1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	Moyenne
JANV	1er décade	10,15	7,95	9,57	9,24	9,81	9,72	10,18	9,19	9,38	9,47
	2ème décade	9,20	7,10	9,13	8,68	9,69	8,77	9,59	10,01	9,06	9,03
	3ème décade	8,09	7,00	9,31	8,34	9,77	8,67	8,77	10,10	9,40	8,83
	Mois	9,11	7,34	9,34	8,74	9,78	8,04	8,49	9,78	9,25	8,09
FEVR	1er décade	7,71	7,00	8,82	8,03	8,74	7,58	8,69	9,82	8,95	8,37
	2ème décade	6,37	7,40	8,24	8,35	8,60	7,13	8,67	9,63	8,42	8,09
	3ème décade	6,19	7,25	8,13	8,13	9,35	7,64	8,56	8,99	8,55	8,09
	Mois	6,80	7,21	8,41	8,17	8,88	7,44	8,64	9,52	8,65	8,19
MARS	1er décade	6,30	7,10	8,11	9,14	9,04	8,12	8,85	8,03	9,11	8,20
	2ème décade	7,00	7,20	8,61	9,47	9,92	8,80	9,38	8,80	9,50	8,74
	3ème décade	8,09	7,68	9,19	10,11	10,20	8,78	9,22	9,34	9,78	9,15
	Mois	7,16	7,34	8,65	9,59	9,74	8,57	9,15	8,74	9,47	8,71
AVRI	1er décade	8,45	8,35	9,31	10,22	10,29	9,13	9,32	9,66	9,51	9,36
	2ème décade	8,05	9,00	9,45	10,50	10,24	9,26	9,78	10,03	9,44	9,53
	3ème décade	8,42	9,70	10,53	10,42	11,00	9,53	10,73	10,88	10,47	10,19
	Mois	8,31	9,02	9,76	10,38	10,51	9,31	9,94	10,19	9,81	9,69
MAI	1er décade	9,70	10,35	11,40	11,41	12,56	9,73	11,18	11,13	11,19	10,96
	2ème décade	10,55	11,30	11,95	12,58	12,89	10,50	11,99	11,91	11,71	11,71
	3ème décade	11,50	11,18	12,82	13,25	13,45	11,40	13,34	12,67	12,10	12,41
	Mois	10,61	10,95	12,08	12,44	12,98	10,57	12,21	11,93	11,68	11,72
JUIN	1er décade	12,00	11,55	13,79	13,61	13,96	11,98	13,78	13,46	13,05	13,02
	2ème décade	12,50	12,00	14,19	14,87	14,29	12,96	14,62	14,04	13,80	13,70
	3ème décade	13,40	13,10	14,85	15,36	15,04	13,77	15,21	14,78	14,83	14,48
	Mois	12,63	12,22	14,28	14,61	14,43	12,90	14,54	14,09	13,89	13,73
JUIL	1er décade	14,00	15,20	15,43	15,85	15,71	14,68	15,59	15,40	15,97	15,31
	2ème décade	14,80	16,00	16,06	17,14	16,36	15,18	16,31	16,05	16,28	16,02
	3ème décade	15,83	16,25	16,59	17,76	17,00	15,95	17,35	16,19	17,00	16,66
	Mois	14,91	15,83	16,05	16,95	16,38	15,29	16,45	15,89	16,44	16,02
AOUT	1er décade	16,20	16,92	16,54	18,00	18,19	16,41	17,57	16,74	17,85	17,16
	2ème décade	16,56	17,72	17,30	18,58	18,08	16,76	17,38	17,35	17,44	17,46
	3ème décade	16,09	18,26	16,90	18,12	18,29	17,18	17,30	16,87	17,48	17,39
	Mois	16,28	17,65	16,91	18,23	18,19	16,80	17,41	16,98	17,59	17,34
SEPT	1er décade	16,16	18,50	17,24	18,08	18,28	17,25	16,45	17,19	17,23	17,38
	2ème décade	15,47	18,13	16,37	17,97	17,67	17,69	16,22	16,75	16,12	16,93
	3ème décade	15,60	17,40	15,44	17,79	16,83	17,05	16,31	16,36	16,25	16,56
	Mois	15,74	18,01	16,35	17,95	17,59	17,33	16,33	16,77	16,53	16,96
OCTO	1er décade	15,64	16,04	14,17	16,89	16,35	16,21	15,39	15,43	15,82	15,77
	2ème décade	15,97	14,72	13,14	16,38	16,30	15,60	14,56	14,61	15,60	15,21
	3ème décade	13,86	14,21	13,75	16,08	15,35	14,69	13,21	13,19	14,69	14,34
	Mois	15,11	14,96	13,69	16,44	15,98	15,47	14,35	14,37	15,35	15,08
NOVE	1er décade	12,45	13,85	11,64	14,38	13,91	13,56	12,93	13,21	14,25	13,35
	2ème décade	10,30	13,38	11,27	13,79	13,86	12,31	12,21	12,26	14,17	12,62
	3ème décade	9,60	11,76	10,93	12,41	12,30	11,78	12,31	10,65	13,94	11,74
	Mois	10,78	13,00	11,28	12,41	13,36	12,55	12,48	12,04	14,12	12,45
DECE	1er décade	8,90	10,54	10,55	11,50	11,55	11,25	11,26	11,07	13,11	11,08
	2ème décade	8,50	9,81	10,21	11,06	10,38	10,28	11,16	10,44	12,45	10,48
	3ème décade	8,50	9,84	9,97	10,51	10,06	10,44	10,36	9,64	11,56	10,10
	Mois	8,63	10,05	10,24	11,01	10,65	10,95	10,91	10,36	12,35	10,54
TEMP.MOY.ANN.		11,34	11,97	12,25	13,08	13,20	12,16	12,66	12,58	12,93	12,40
Amplitude maximale		9,48	10,80	8,50	10,08	9,33	9,89	8,77	8,24	8,94	9,15

Annexe 2.1 : Analyses microbiologiques - Site de Flamanville

Point Canal d'amenée Valeur moyenne	Dénombrement des germes totaux en Zobell, dans 1 ml 9 jours à 25 °C						Vibrions halophiles dans 1 litre d'eau			Dénombrement en épifluorescence des germes colorés à l'acridine dans 1 ml d'eau		
	Mars 1 Avril 2 Mai 3	Juin 3 Juillet 4 Août 5	Septembre 6 Octobre 7 Novembre 8	Mars Avril Mai	Juin Juillet Août	Sept Octo Nove	Mars Avril Mai	Juin Juillet Août	Septembre Octobre Novembre			
1987	706 3	66 4	438 6	-	-	V.a.	2 296 875	854 375	531 250			
1988	139 3	119 5	162 8	-	-	-	529 650	812 500	859 600			
1989	386 2	165 4	681 6	-	-	-	1 287 000	1 234 250	950 500			
1990	250 2	243 4	412 6	-	-	-	1 285 800	1 624 650	1 137 500			
1991	25 3	165 4	145 6	-	-	-	83 435	122 187	59 375			
1992	23 2	134 4	298 6	-	-	V.a.	*	1 090 600	696 875			
1993	782 2	861 3	440 6	-	-	-	438 125	1 026 550	1 029 688			
1994	887 1	308 4	1078 7	V.a.	-	V.p.	1 179 688	954 688	1 112 500			
Moyenne	400	258	457	~	-	~	1 014 368	964 975	797 161			
Ecart type	349	255	304	:	:	:	736 410	426 469	362 894			

Point Rejet Valeur moyenne	Dénombrement des germes totaux en Zobell, dans 1 ml 9 jours à 25 °C						Vibrions halophiles dans 1 litre d'eau			Dénombrement en épifluorescence des germes colorés à l'acridine dans 1 ml d'eau		
	Mars 1 Avril 2 Mai 3	Juin 3 Juillet 4 Août 5	Septembre 6 Octobre 7 Novembre 8	Mars Avril Mai	Juin Juillet Août	Sept Octo Nove	Mars Avril Mai	Juin Juillet Août	Septembre Octobre Novembre			
1987	* 3	51 4	664 6	-	-	V.a.	*	2 221 875	440 625			
1988	61 3	164 5	51 8	-	-	-	677 625	809 375	852 950			
1989	345 2	42 4	572 6	-	-	-	2 170 000	991 000	994 500			
1990	100 2	290 4	284 6	-	-	-	1 060 950	1 681 450	1 184 375			
1991	22 3	96 4	95 6	-	-	-	60 935	127 812	46 875			
1992	99 2	83 4	212 6	-	-	V.a.	*	1 117 200	818 750			
1993	563 2	642 3	240 6	-	-	-	421 550	1 082 825	995 313			
1994	559 1	213 4	372 7	-	-	-	1 035 938	700 000	1 184 625			
Moyenne	250	198	311	-	-	~	904 500	1 091 442	814 752			
Ecart type	236	199	216	:	:	:	726 575	632 251	390 864			

Point Référence Valeur moyenne	Dénombrement des germes totaux en Zobell, dans 1 ml 9 jours à 25 °C						Vibrions halophiles dans 1 litre d'eau			Dénombrement en épifluorescence des germes colorés à l'acridine dans 1 ml d'eau		
	Mars 1 Avril 2 Mai 3	Juin 3 Juillet 4 Août 5	Septembre 6 Octobre 7 Novembre 8	Mars Avril Mai	Juin Juillet Août	Sept Octo Nove	Mars Avril Mai	Juin Juillet Août	Septembre Octobre Novembre			
1987	209 3	37 4	472 6	-	-	V.a.	863 290	957 810	582 810			
1988	7 3	146 5	74 8	-	-	-	754 688	909 438	758 775			
1989	104 2	85 4	572 6	-	-	-	1 303 400	899 000	1 078 900			
1990	35 2	65 4	229 6	-	-	-	1 039 050	1 636 375	971 875			
1991	15 3	69 4	50 6	-	-	-	84 842	122 969	95 469			
1992	305 2	24 4	46 6	-	-	V.a.	*	1 028 100	792 969			
1993	223 2	292 3	139 6	-	-	-	518 118	1 092 975	808 594			
1994	194 1	63 4	214 7	-	-	V.d.	563 281	428 125	502 344			
Moyenne	137	98	225	-	-	~	760 565	949 524	727 056			
Ecart type	112	87	198	:	:	:	394 029	451 001	306 972			

* = absence de dénombrement

V.a. = *Vibrio alginolyticus*

V.d. = *Vibrio damsela*

V.p. = *Vibrio parahaemolyticus*

Annexe 4.1.- Caractéristiques des prélèvements effectués en 1994.

Mission	Date	Coefficient marée	Point	Nuages	Sonde (m)	Engin	Heure début (T.U.)	Durée	Temps après P.M.	Volume (m ³)
117	16 Juin	62	Point 3	1	26	Bongo 1	17 h 05	5mm	6 h 28	164
						Bongo 2	17 h 13	4mm	6 h 36	230
						Neuston S	17 h 24	15mm	6 h 47	1996
						Neuston W	17 h 25	13mm	6 h 48	1453
			C. Amenée (Pt. 6)	1	6	Bongo 1	14 h 30	2mm	3 h 53	129
						Bongo 2	14 h 37	2mm30	4 h 00	139
						Neuston S	14 h 46	9mm	4 h 09	1063
						Neuston W	14 h 46	9mm	4 h 09	1063
			Rejet (Pt. 7)	1	16	Bongo 1	15 h 07	4mm	4 h 30	307
						Bongo 2	15 h 16	4mm15	4 h 39	300
						Neuston S	15 h 30	13mm	4 h 53	1421
						Neuston W	15 h 31	10mm	4 h 54	1062
			Référence (Pt. 11)	1	22	Bongo 1	16 h 27	5mm	5 h 50	331
						Bongo 2	16 h 36	4mm	5 h 59	272
Neuston S	16 h 00	14mm				5 h 23	1545			
Neuston W	16 h 01	10mm				5 h 24	1125			
118	6 Juillet	54	Point 3	8	24	Bongo 1	11 h 22	7mm	7 h 06	236
						Bongo 2	11 h 31	4mm	7 h 15	184
						Neuston S	11 h 44	?	7 h 28	2000
						Neuston W	11 h 43	?	7 h 27	1827
			C. Amenée (Pt. 6)	7	7	Bongo 1	8 h 11	4mm	3 h 55	83
						Bongo 2	8 h 19	3mm	4 h 03	74
						Neuston S	?	?	?	1993
						Neuston W	?	?	?	1993
			Rejet (Pt. 7)	7	18	Bongo 1	9 h 15	4mm	4 h 59	149
						Bongo 2	9 h 25	4mm	5 h 09	162
						Neuston S	9 h 38	15mm	5 h 22	1673
						Neuston W	9 h 39	15mm	5 h 23	1244
			Référence (Pt. 11)	7	18	Bongo 1	10 h 46	5mm	6 h 30	274
						Bongo 2	10 h 55	4mm	6 h 39	174
Neuston S	10 h 14	15mm				5 h 58	1858			
Neuston W	10 h 12	20mm				5 h 56	1604			
119	27 Juillet	81	Point 3	8	23	Bongo 1	15 h 45	3mm30	6 h 56	241
						Bongo 2	15 h 58	3mm30	7 h 09	223
						Neuston S	16 h 01	17mm	7 h 12	1853
						Neuston W	16 h 02	14mm	7 h 13	1369
			C. Amenée (Pt. 6)	6	6	Bongo 1	13 h 07	3mm	4 h 18	102
						Bongo 2	13 h 15	2mm	4 h 26	105
						Neuston S	13 h 25	12mm	4 h 36	1317
						Neuston W	13 h 25	12mm	4 h 36	1317
			Rejet (Pt. 7)	6	15	Bongo 1	13 h 55	3mm	5 h 06	165
						Bongo 2	14 h 01	3mm	5 h 12	147
						Neuston S	14 h 12	13mm	5 h 23	1266
						Neuston W	14 h 13	10mm	5 h 24	811
			Référence (Pt. 11)	8	22	Bongo 1	15 h 04	4mm	6 h 15	172
						Bongo 2	15 h 15	3mm30	6 h 26	211
Neuston S	14 h 40	15mm				5 h 51	1630			
Neuston W	14 h 41	12mm				5 h 52	1063			
120	13 Septembre	51	Point 3	8	26	Bongo 1	16 h 12	4mm	4 h 45	115
						Bongo 2	?	?	?	98
						Neuston S	16 h 30	13mm	5 h 03	424
						Neuston W	16 h 31	10mm	5 h 04	841
			C. Amenée (Pt. 6)	8	6	Bongo 1	13 h 30	2mm	2 h 03	111
						Bongo 2	13 h 38	2mm	2 h 11	125
						Neuston S	13 h 48	12mm	2 h 21	1067
						Neuston W	13 h 48	12mm	2 h 21	1067
			Rejet (Pt. 7)	8	16	Bongo 1	14 h 15	2mm30	2 h 48	147
						Bongo 2	14 h 23	2mm30	2 h 56	185
						Neuston S	14 h 36	15mm	3 h 09	1817
						Neuston W	14 h 37	12mm	3 h 10	1841
			Référence (Pt. 11)	8	24	Bongo 1	15 h 30	3mm30	4 h 03	232
						Bongo 2	15 h 42	4mm	4 h 15	295
Neuston S	15 h 06	15mm				3 h 39	1517			
Neuston W	15 h 06	11mm				3 h 39	1072			

Annexe 4.2.- Résultats des mesures hydrologiques effectuées en 1994.

Mission	Date	Point	Température (°C)		Salinité (10 ⁻³)		Densité	
			Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond
117	16 Juin	Point 3	13,3	13,2	34,77	34,87	26,17	26,28
		C. Amenée (Pt. 6)	14,4	14,3	34,8	34,49	25,97	25,74
		Rejet (Pt. 7)	16,8	15,1	34,76	34,72	25,4	25,75
		Référence (Pt. 11)	13,7	13,4	34,81	34,8	26,12	26,17
118	6 Juillet	Point 3	?	?	?	?	?	?
		C. Amenée (Pt. 6)	16,3	?	35,2	?	25,85	?
		Rejet (Pt. 7)	?	16,6	?	35,25	?	25,82
		Référence (Pt. 11)	15,8	16,1	?	?	?	?
119	27 Juillet	Point 3	16,5	16,5	34,88	34,98	25,57	25,65
		C. Amenée (Pt. 6)	17,2	17,2	34,69	34,78	25,24	25,31
		Rejet (Pt. 7)	19,0	17,5	34,75	34,62	24,84	25,12
		Référence (Pt. 11)	16,6	16,5	34,92	34,92	25,58	25,58
120	13 Septembre	Point 3	16,6	16,6	35,06	35,16	25,67	25,74
		C. Amenée (Pt. 6)	16,8	16,7	34,68	34,85	25,34	25,49
		Rejet (Pt. 7)	18,6	17,5	35,09	34,9	25,2	25,33
		Référence (Pt. 11)	16,6	16,6	34,99	35,05	25,61	25,66

Annexe 4.3.- Densité de larves de homard en 1994 (en nombre par 10 m³).

Mission	Date	Point	Nuages	Engin	Total Larves	Larves Stade 1	Larves Stade 2	Larves Stade 3	Larves Stade 4
117	16 Juin	Point 3	1	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S Neuston W	0,061 0,030	0,061 0,030			
		C. Amenée (Pt. 6)	1	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S					
		Rejet (Pt. 7)	1	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S Neuston W					
		Référence (Pt. 11)	1	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S Neuston W	0,018	0,018			
118	6 Juillet	Point 3	8	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S Neuston W	0,054 0,027 0,035 0,011	0,054 0,027 0,030 0,011	0,005		
		C. Amenée (Pt. 6)	7	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S					
		Rejet (Pt. 7)	7	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston W					
		Référence (Pt. 11)	7	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S Neuston W	0,109 0,115 0,112 0,081	0,073 0,057 0,065 0,065	0,036 0,018	0,057 0,029	
119	27 Juillet	Point 3	8	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S Neuston W					
		C. Amenée (Pt. 6)	6	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S					
		Rejet (Pt. 7)	6	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S Neuston W					
		Référence (Pt. 11)	8	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S Neuston W					
120	13 Septembre	Point 3	8	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S Neuston W					
		C. Amenée (Pt. 6)	8	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S					
		Rejet (Pt. 7)	8	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S Neuston W					
		Référence (Pt. 11)	8	Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S Neuston W					

Annexe 4.4.- Densité de zoés et mégalopes d'araignée en 1994 (en nombre par 10 m³).

Mission	Date	Point	Engin	Mégalopes	Total Zoés	Zoés Stade 1	Zoés Stade 2		
117	16 Juin	Point 3	Bongo 1						
			Bongo 2						
		C. Amenée (Pt. 6)	Bongo 1						
			Bongo 2						
		Rejet (Pt. 7)	Bongo 1						
			Bongo 2						
Référence (Pt. 11)	Bongo 1								
Bongo 2									
118	6 Juillet	Point 3	Bongo 1		0,97	0,51	0,47		
			Bongo 2		1,30	0,65	0,65		
			Moyenne		1,14	0,58	0,56		
		C. Amenée (Pt. 6)	Bongo 1						
			Bongo 2						
			Moyenne						
		Rejet (Pt. 7)	Bongo 1						
			Bongo 2						
			Moyenne						
		Référence (Pt. 11)	Bongo 1	0,04	0,55	0,11	0,44		
			Bongo 2		1,32	0,34	0,98		
			Moyenne	0,02	0,93	0,23	0,71		
119	27 Juillet	Point 3	Bongo 1	0,17	0,87	0,66	0,21		
			Bongo 2	0,18	0,58	0,36	0,22		
			Moyenne	0,17	0,73	0,51	0,22		
		C. Amenée (Pt. 6)	Bongo 1						
			Bongo 2						
			Moyenne						
		Rejet (Pt. 7)	Bongo 1	0,06	0,24	0,12	0,12		
			Bongo 2	0,14	0,27	0,07	0,20		
			Moyenne	0,10	0,26	0,09	0,16		
		Référence (Pt. 11)	Bongo 1		0,52	0,41	0,12		
			Bongo 2		0,66	0,52	0,14		
			Moyenne		0,59	0,46	0,13		
		120	13 Septembre	Point 3	Bongo 1	0,09	3,30	2,61	0,70
					Bongo 2		4,69	4,39	0,31
					Moyenne	0,04	4,00	3,50	0,50
C. Amenée (Pt. 6)	Bongo 1				0,09	0,09			
	Bongo 2								
	Moyenne				0,05	0,05			
Rejet (Pt. 7)	Bongo 1								
	Bongo 2			0,05	0,54	0,54			
	Moyenne			0,03	0,27	0,27			
Référence (Pt. 11)	Bongo 1			0,04	0,43	0,34	0,09		
	Bongo 2			0,17	0,68	0,47	0,20		
	Moyenne			0,11	0,55	0,41	0,14		

Annexe 4.5.- Caractéristiques de la flottille de pêche du Nord-Ouest Cotentin en 1994.

	longueur	jauge (tx)	année lancement	puissance (kw)
GOURY	6,9	4	1978	32
	7,5	2	1983	58
	8,5	6	1970	59
	7,2	5	1986	95
moyenne (4 bateaux)	7,5	4,3	1979	61
DIELETTE	7,3	4	1990	55
	7,1	2	1987	29
	8,7	8	1976	79
	7,9	5	1969	40
	7,3	6	1990	85
moyenne (5 bateaux)	7,7	5,3	1981	58
CARTERET	12,5	10	1973	162
	14,4	27	1969	152
	9,3	8	1976	59
	9,5	6	1978	103
	8,8	5	1979	59
	15,2	28	1981	195
	7,7	3	1981	88
	7,7	3	1983	46
	7,7	4	1984	53
	8,7	8	1984	88
	7,0	3	1987	13
	12,0	10	1989	155
	8,6	5	1988	66
	8,4	4	1977	103
	9,8	6	1990	162
	10,5	10	1977	82
	11,9	11	1988	221
	10,4	10	1991	110
	8,5	3	1968	54
	9,6	8	1988	110
moyenne (20 bateaux)	9,9	8,6	1982	104

Annexe 4.6.- Résultats des pêches expérimentales de homard en 1994.

JUIN	nombre total	nombre de mâles	nombre de femelles	nombre de femelles oeuves	longueur céphalothoracique moyenne	poids moyen (g)	sex-ratio (% de mâles)
filière 1	9	2	7	3	9,9	669	22
filière 2	2		2		7,7	297	0
filière 3							
filière 4	11	2	9	1	9,3	569	18
filière 5	9	7	2		7,9	334	78
filière 6	14	7	7	1	9,0	492	50
filière 7							
filière 8	7	4	3		8,3	388	57
filière 9	6	5	1		8,7	474	83
filière 10	4	4			8,5	395	100
filière 11	3	2	1		9,0	525	67
filière 12	9	8	1		9,3	604	89
filière 13	2	1	1		7,4	264	50
filière 14	14	7	7		9,8	676	50
filière 15	7	2	5		8,4	400	29

Sous total	97	51	46	5	9 cm	510 g	53 %
------------	----	----	----	---	------	-------	------

SEPTEMBRE	nombre total	nombre mâles	nombre de femelles	nombre de femelles oeuves	longueur céphalothoracique moyenne	poids moyen (g)	sex-ratio (% de mâles)
filière 1	4		4		8,4	473	0
filière 2							
filière 3							
filière 4	2	1	1		8,9	509	50
filière 5	1	1			8,3	383	100
filière 6	5	3	2		8,4	406	60
filière 7							
filière 8	1	1			10,1	731	100
filière 9							
filière 10							
filière 11	7	4	3		8,1	360	57
filière 12	2	2			8,4	409	100
filière 13	4	1	3		9,3	632	25
filière 14							
filière 15							

Sous total	26	13	13	0	8,6 cm	458 g	50 %
------------	----	----	----	---	--------	-------	------

Total	123	64	59	5	8,9 cm	491 g	52 %
--------------	------------	-----------	-----------	----------	---------------	--------------	-------------

Annexe 4.7.- Résultats des pêches expérimentales de tourteau en 1994

JUIN	nombre total	nombre de mâles	nombre de femelles	largeur céphalothoracique moyenne	sex-ratio (% de mâles)
filière 1	58	37	21	13,2	64
filière 2	22	8	14	12,0	36
filière 3					
filière 4	28	19	9	13,4	68
filière 5	35	22	13	11,2	63
filière 6	11	8	3	16,4	73
filière 7					
filière 8	72	38	34	11,8	53
filière 9	52	36	16	11,3	69
filière 10	166	101	65	11,1	61
filière 11	1	1		14,6	100
filière 12	78	44	34	13,5	56
filière 13	71	30	41	13,0	42
filière 14	121	64	57	12,3	53
filière 15	76	40	36	12,4	53

Sous total	791	448	343	12,3 cm	57 %
------------	-----	-----	-----	---------	------

SEPTEMBRE	nombre total	nombre de mâles	nombre de femelles	largeur céphalothoracique moyenne	sex-ratio (% de mâles)
filière 1	21	15	6	15,3	71
filière 2					
filière 3					
filière 4	19	11	8	14,2	58
filière 5	18	13	5	12,7	72
filière 6	3	3		13,8	100
filière 7	10	7	3	14,5	70
filière 8	23	15	8	13,3	65
filière 9					
filière 10	13	7	6	13,3	54
filière 11	4	3	1	15,4	75
filière 12	24	14	10	14,2	58
filière 13	27	18	9	12,3	67
filière 14					
filière 15	11	8	3	14,8	73

Sous total	173	114	59	13,8 cm	66 %
------------	-----	-----	----	---------	------

Total	964	562	402	12,5 cm	58 %
--------------	------------	------------	------------	----------------	-------------

Annexe 4.8. - Résultats des pêches expérimentales d'araignée en 1994.

JUIN	nombre total	nombre de mâles	nombre de femelles	nombre de femelles oeuvées	longueur céphalothoracique moyenne	% d'individus de longueur >12cm	sex-ratio (% de mâles)
filière 1	5	3	2	1	10,6	0	60
filière 2	7	4	3		10,2	0	57
filière 3							
filière 4	1	1			4,0	0	100
filière 5	4	2	2	1	10,3	0	50
filière 6	9	7	2		9,4	22	78
filière 7							
filière 8	9	8	1	1	10,5	0	89
filière 9	7	6	1	1	9,8	0	86
filière 10							
filière 11	4	4			10,6	50	100
filière 12	14	10	4	2	10,8	7	71
filière 13	3	2	1		11,6	0	67
filière 14	10	9	1		11,4	40	90
filière 15	15	10	5	2	10,5	27	67
Sous total	88	66	22	8	10,4 cm	15%	75%

SEPTEMBRE	nombre total	nombre de mâles	nombre de femelles	nombre de femelles oeuvées	longueur céphalothoracique moyenne	% d'individus de longueur >12cm	sex-ratio (% de mâles)
filière 1	11	8	3	1	9,6	27	73
filière 2							
filière 3							
filière 4	8	6	2		7,9	0	75
filière 5	15	9	6		10,9	27	60
filière 6	17	10	7		8,1	0	59
filière 7	4	4			9,5	0	100
filière 8	6	5	1		8,6	17	83
filière 9							
filière 10	1	1			6,7	0	100
filière 11	45	22	23		9,5	7	49
filière 12	3	2	1		9,1	0	67
filière 13	6	2	4		9,6	0	33
filière 14							
filière 15	22	8	14		10,2	9	36

Sous total	138	77	61	1	9,4 cm	9%	56%
-------------------	------------	-----------	-----------	----------	---------------	-----------	------------

Total	226	143	83	9	9,8 cm	11%	63%
--------------	------------	------------	-----------	----------	---------------	------------	------------

Annexe 4.9.- Résultats des pêches expérimentales d'étrille en 1994.

JUIN	nombre total	nombre de mâles	nombre de femelles	nombre de femelles oeuvées	longueur céphalothoracique moyenne	% d'individus mous	sex-ratio (% de mâles)
filière 1	14	14			5,8	7	100
filière 2	14	11	3		6,1	14	79
filière 3							
filière 4	10	4	6	1	5,7	20	40
filière 5	8	8			5,9	37	100
filière 6	3	2	1	1	5,8	33	67
filière 7							
filière 8	21	20	1		5,8	67	95
filière 9	19	17	2		6,1	5	89
filière 10	7	7			5,9	0	100
filière 11							
filière 12	6	6			6,1	0	100
filière 13	10	7	3		5,9	10	70
filière 14	6	4	2		5,7	17	67
filière 15	8	5	3		5,9	25	63

Sous total	126	105	21	2	5,9 cm	22 %	83 %
------------	-----	-----	----	---	--------	------	------

SEPTEMBRE	nombre total	nombre de mâles	nombre de femelles	nombre de femelles oeuvées	longueur céphalothoracique moyenne	% d'individus mous	sex-ratio (% de mâles)
filière 1	8	5	3		5,7	25	63
filière 2							
filière 3							
filière 4	6	5	1		5,8	17	83
filière 5	1	1			5,6	0	100
filière 6	8	6	2		6,0	0	75
filière 7							
filière 8	2	2			6,0	0	100
filière 9							
filière 10							
filière 11	10	10			5,8	0	100
filière 12	3	3			6,0	0	100
filière 13	9	8	1		5,9	11	89
filière 14							
filière 15	3	2	1		5,9	0	67

Sous total	50	42	8	0	5,8 cm	8 %	84 %
------------	----	----	---	---	--------	-----	------

Total	176	147	29	2	5,9 cm	18 %	83 %
--------------	------------	------------	-----------	----------	---------------	-------------	-------------

Annexe 4.10.- Résultats des pêches expérimentales autres que crustacés.

	nombre de casiers relevés			nombre de buccins pêchés			nombre de pagures pêchés		
	Juin	Septembre	total	Juin	Septembre	total	Juin	Septembre	total
filière 1	84	66	150	2	1	3	13	31	44
filière 2	80		80						
filière 3									
filière 4	80	52	132	24		24	27	1	28
filière 5	60	23	83						
filière 6	74	43	117	302		302	245	4	249
filière 7		20	20					2	2
filière 8	80	39	119				2		2
filière 9	80		80	1		1	2		2
filière 10	80	20	100						
filière 11	24	44	68	108		108	52	1	53
filière 12	80	57	137		3	3	10	7	17
filière 13	72	31	103	47		47	8	2	10
filière 14	96		96				1		1
filière 15	96	24	120	17	1	18	24		24
Total	986	419	1405	501	5	506	384	48	432

**RAPPORTS DE SURVEILLANCE DU DOMAINE MARIN
DU SITE ELECTRONUCLEAIRE DE FLAMANVILLE**

LEAUTE J.P. et C. LE BEC, 1984.

- **Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, Site de Flamanville, Zooplanctonologie, ANNEE 1983.**
Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes, mai 1984, 182 p.

VERON G., D. MIOSSEC et P. NOEL, 1985.

- **Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, Site de Flamanville, Surveillance de la pêche côtière des crustacés, ANNEE 1983.** Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes, janvier 1985, 151p.

ARNAL O, T. BELSHER, C. CHEVALIER, L. DREVES, E. ERARD, P. GENTIN, F. GRESSELIN, B. GUILLAUMONT, D. HAMON, R. LOARER, M. OBATON, J.Y. PIRIOU, J.Y. QUINTIN et P. WALKER, 1985.- **Etude de Surveillance écologique sur le site de Flamanville, ANNEE 1983.** Rapp. CNEXO/COB/DELGMM, mars 1985, 124 p.

GENTIN P., L. DREVES, E. ERARD-LE DENN, B. GUILLAUMONT, R. LOARER, A. MENESGUEN, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1986.- **Surveillance écologique sur le site de Flamanville, ANNEE 1984.**Rapp. IFREMER DERO-86.12 EL, 131 p.

MARTIN J. et D. HALGAND, 1986.- **Etude de surveillance des ressources halieutiques, Site de Flamanville, Zooplanctonologie, avril-octobre 1984.** Rapp. interne IFREMER DRV-86.008-RH, décembre 1986, 286 p.

GUILLAUMONT B., J.P. AUFFRET, S. BERNE, F. GRESSELIN et P. WALKER, 1987.- **Surveillance écologique, Site de Flamanville, Le domaine benthique, Etude par sonar latéral et prises de vue sous-marines, 1983-1984.**
Rapp. IFREMER DERO-87.05-EL, 35 p. + 14 cartes.

VERON G. et D. MIOSSEC, 1987.- **Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, Site de Flamanville, Surveillance de la pêche côtière des crustacés, ANNEE 1984.**Rapp. interne IFREMER DRV-86.008-RH, mai 1987.

MARTIN J., L. DREVES, E. ERARD-LE DENN, P. GENTIN, J.Y. PIRIOU, J.Y. QUINTIN et G. VERON, 1988.

- **Surveillance écologique et halieutique, Site de Flamanville, ANNEE 1985.**

Rapp. IFREMER DRV-87.19-RH, DERO-87.28-EL, décembre 1988, 311p.

MARTIN J., G. ARZUL, L. DREVES, E. ERARD-LE DENN, J.Y. QUINTIN et G. VERON, 1990

- **Surveillance écologique et halieutique, Site de Flamanville, ANNEE 1986.**

Rapp. IFREMER DRV-88.06-RH, DERO-88.14-EL, novembre 1990, 136 p.

MARTIN J., G. ARZUL, L. DREVES, E. ERARD-LE DENN, D. MIOSSEC, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1990.

- **Surveillance écologique et halieutique, Site de Flamanville, ANNEE 1987.**

[Edition définitive] Rapp. IFREMER DRV-89.017-RH, DERO-89.12-EL, novembre 1990, 182 p.

MARTIN J., G. ARZUL, L. DREVES, E. ERARD-LE DENN, D. MIOSSEC, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1991.

- **Surveillance écologique et halieutique, Site de Flamanville, ANNEE 1988.**

Rapp. IFREMER RIDRV-90.46-RH, RIDRO-90.14-EL, mai 1991, 134 p.

MARTIN J., G. ARZUL, L. DREVES, E. ERARD-LE DENN, D. MIOSSEC, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1991.

- **Surveillance écologique et halieutique, Site de Flamanville, ANNEE 1989.**

Rapp. IFREMER RIDRV-90.47-RH, RIDRO-90.15-EL, septembre 1991, 148 p.

DREVES L., G. ARZUL, E. ERARD-LE DENN, J. MARTIN, D. MIOSSEC et J.Y. QUINTIN, 1991.

- **Surveillance écologique et halieutique, Site de Flamanville, ANNEE 1990.**

Rapp. IFREMER DRO.EL-91.15, juillet 1991, 122 p.

DREVES L., G. ARZUL, E. ERARD-LE DENN, J. MARTIN, D. MIOSSEC, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1992.

- **Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1991.**

Rapp. IFREMER DEL/Brest-92.23, juin 1992, 161 p.

DREVES L., G. ARZUL, E. ERARD-LE DENN, J. MARTIN, D. MIOSSEC, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1993.

- **Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1992.**

Rapp. IFREMER DEL/Brest-93.14, juillet 1993, 146 p.

DREVES L., E. ERARD-LE DENN, M. LUNVEN, J. MARTIN, D. MIOSSEC, J.Y. PIRIOU et J.Y. QUINTIN, 1994.

- **Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1993.**

Rapp. IFREMER DEL/Brest-94.09, juin 1994, 105 p.

DREVES L., J.Y. QUINTIN, E. ERARD-LE DENN, M. LUNVEN, J. MARTIN et D. MIOSSEC, 1995.

- **Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1994.**

Rapp. IFREMER DEL/Brest-95.09, juin 1995, 112 p. + annexes.
