

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

**SURVEILLANCE ECOLOGIQUE
ET HALIEUTIQUE
DU SITE DE FLAMANVILLE
ANNEE 1995**

RAPPORT SCIENTIFIQUE ANNUEL

Luc DRÉVÈS

Jocelyne MARTIN

Evelyne ERARD-LE DENN

Michel LUNVEN

Dominique MIOSSEC

Jean Yves QUINTIN

Convention de marché EDF 95.F.0069

Edition définitive : juin 1996



<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</p> <p>DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES</p>	
<p>AUTEURS : Luc DRÉVÈS - Jocelyne MARTIN Evelyne ERARD LE DENN - Michel LUNVEN Dominique MIOSSEC - Jean Yves QUINTIN</p>	<p>CODE : DEL/BREST - 96.07</p>	
<p>TITRE : SURVEILLANCE ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE DU SITE DE FLAMANVILLE ANNEE 1995</p>	<p>Date : juin 1996 Tirage : 40 Nb pages : 114 + annexes</p>	
<p>Commande EDF 95.F.0069</p>	<p>Rapport scientifique annuel</p> <p><i>Edition définitive</i></p>	<p>Diffusion libre : X restreinte : confidentielle :</p>
<p>RESUME :</p> <p>L'étude de surveillance n°13 du site électronucléaire de FLAMANVILLE (département de la Manche) concerne l'année 1995. Sont étudiés les domaines benthique, halieutique et pélagique. L'année 1995 est la 10^{ème} année de fonctionnement de la Centrale.</p> <p>ABSTRACT :</p> <p>Monitoring n°13 of the FLAMANVILLE nuclear power plant takes into account studies conducted between March and September 1995. Hydrology, microbiology, phytoplankton, zooplankton, fishing, intertidal phytobenthos and zoobenthos are reported. This power plant is in operation for ten years.</p>		
<p>Mots - clés : Centrale nucléaire, Flamanville, Surveillance ; Benthos, Halieutique, Pelagos.</p>		
<p>Key words : Flamanville, Monitoring, Nuclear power plant ; Benthos, Fishing, Pelagos.</p>		

**SURVEILLANCE ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE
SITE DE FLAMANVILLE**

ANNEE 1995

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. 1105
44 311 NANTES CEDEX 03
TEL : 40.37.40.00
FAX : 40.37.40.01

IFREMER Station de PORT EN BESSIN

Av. du Général DE GAULLE
14 520 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
14 014 CAEN CEDEX

Convention générale EDF/IFREMER n° ST 64 T 7001

Convention particulière CNPE FLAMANVILLE/IFREMER n° 95.F.0069

Conformément à la convention générale passée entre EDF et IFREMER (document référencé n° 64 T 7001), trois documents contractuels sont établis chaque année par IFREMER pour chacun des cinq sites littoraux (Gravelines, Penly, Paluel, Flamanville) et estuarien (Le Blayais).

Ces documents sont :

- un état d'avancement des travaux réalisés au cours du premier semestre de l'année N, document remis au plus tard le 15 juillet suivant ;

- un rapport préliminaire de synthèse, remis au plus tard le 31 janvier de l'année N+1 ;

- un rapport final, dont l'édition définitive est remise au plus tard le 15 juin de l'année N+1.

Concernant la surveillance du CNPE de Flamanville au cours de l'année 1995, l'état d'avancement a été adressé à EDF le 6 juillet 1995 (DREVES L., 1995.- Surveillance écologique et halieutique du site de Flamanville - Année 1995 - Etat d'avancement des travaux du 1^{er} semestre. Rapp. IFREMER DEL/BREST-95.13, juillet 1995, 16 p. + annexe).

Le rapport préliminaire a été adressé le 30 janvier 1996 (DREVES L., MARTIN J., MIOSSEC D., ERARD E., LUNVEN M., et QUINTIN J.Y., 1996.- Surveillance écologique et halieutique du site de Flamanville - Année 1995 - Rapport préliminaire. Rapp. IFREMER DEL/BREST-96.03, janvier 1996, 38 p.).

Le rapport scientifique annuel fait l'objet du présent document, une édition provisoire ayant été soumise à E.D.F. le 14 mai dernier.

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	7
1.4. Présentation des travaux réalisés en 1994	9
Partie 2. Le domaine pélagique	
2.1. Méthodologie	19
2.2. Hydrobiologie	19
2.3. Phytoplancton	31
2.4. Zooplancton	39
2.5. Microbiologie	59
2.6. Trihalométhanes	63
Partie 3. Le domaine benthique	
3.1. Phytobenthos intertidal	67
3.2. Zoobenthos intertidal - substrats durs	79
Partie 4. Le domaine halieutique	
4.1. Larves de crustacés	91
4.2. Surveillance de la pêche côtière des crustacés	101
Conclusion générale	107
BIBLIOGRAPHIE	113
ANNEXES	115

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'**IFREMER**¹ les études écologique et halieutique du milieu marin bordant ce site.

Une étude essentiellement bibliographique, dite d'**Avant-Projet**, fut réalisée en 1975 par le **CNEXO**², pour la partie écologique, et l'**ISTPM**³, 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), eut pour but d'établir un état de référence avant l'implantation de la centrale électronucléaire. Seule une fraction de l'étude halieutique, traitant de la pêche des crustacés, 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 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 environnant et ses ressources.

¹Organisme issu de la fusion en 1984 du **CNEXO** et de l'**ISTPM**

²Centre National pour l'Exploitation des Océans

³Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes

A compter de 1993, le programme de Surveillance est 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.

Au cours de 1995, 10^{ème} année de fonctionnement de la Centrale, les études réalisées sur le site de Flamanville ont été menées sous la responsabilité de :

Luc Drévès, DEL/EC/Brest, pour la microbiologie, les trihalométhanes, le phytobenthos et le zoobenthos, ainsi que la coordination de l'ensemble des études sur ce site ;

Evelyne Erard Le Denn, DEL/EC/Brest, pour le phytoplancton ;

Michel Lunven, DEL/EC/Brest, pour l'hydrologie ;

Jocelyne Martin, DRV/RH/Nantes, pour les larves de crustacés ;

Dominique Miossec, DRV/RH/Port-en-Bessin, pour la surveillance de la pêche côtière des crustacés ;

Jean Yves Quintin, DEL/QM/Brest, pour le zooplancton.

1. LES CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES

DE L'ANNEE 1995

par **Luc DRÉVÈS** (Laboratoire DEL/Ecologie)

1.1. CLIMATOLOGIE

Les données communiquées par le centre de METEO-FRANCE de Cherbourg proviennent d'enregistrements réalisés au sémaphore d'Auderville (température et pluviométrie) depuis janvier 1949, et à la station de Valognes (insolation) depuis janvier 1986.

L'insolation (figure 1.1) est maximale de mai à août (de 200 à 220 heures par mois). En décembre et janvier, la durée mensuelle n'est que de 50 heures. L'insolation annuelle moyenne de 1986 à 1995 est de 1 600 heures.

Au cours des 47 dernières années, la température moyenne mensuelle de l'air varie de 6,5 °C en février à 16,8 °C en août, soit une amplitude thermique moyenne annuelle de 10,3 °C. Le minimum moyen mensuel a été enregistré en janvier 1963 (2,0 °C), le maximum en août 1995 (18,9 °C).

La pluviométrie est maximale d'octobre à janvier, le maximum des précipitations étant noté en novembre avec 88 mm de hauteur moyenne d'eau. La période la plus sèche s'étend d'avril à août, les valeurs moyennes mensuelles variant de 37 mm à 44 mm. Le mois de septembre 1976 a été le plus humide avec 180 mm, et février 1961 le plus sec avec 0 mm (seulement des traces).

L'année 1995 se caractérise principalement par :

- un ensoleillement total annuel de 1 584 heures, légèrement inférieur à la moyenne mentionnée plus haut ;
- une température clémente (figures 1.2 et 1.3) ; les températures moyennes mensuelles sont supérieures aux moyennes saisonnières de janvier à novembre ; seul décembre fait exception avec une valeur inférieure de 1,1 °C à la normale du mois ; la température moyenne annuelle, qui est de 11,38 °C au cours de ces 47 années, est de 12,41 °C en 1995, proche du maximum enregistré en 1989 (12,43 °C), le minimum ayant été observé en 1963 (9,99 °C) ;
- des précipitations importantes (figures 1.4, 1.5 et 1.6), surtout en janvier et février avec une nouvelle valeur maximale enregistrée pour le premier mois cité (164,6 mm) ; la pluviométrie décroît ensuite, mais, malgré cinq mois déficitaires, le total annuel (739 mm) reste supérieur à la moyenne annuelle (701 mm).

Fig. 1.1 : Insolation mensuelle à Valognes de 1986 à 1995

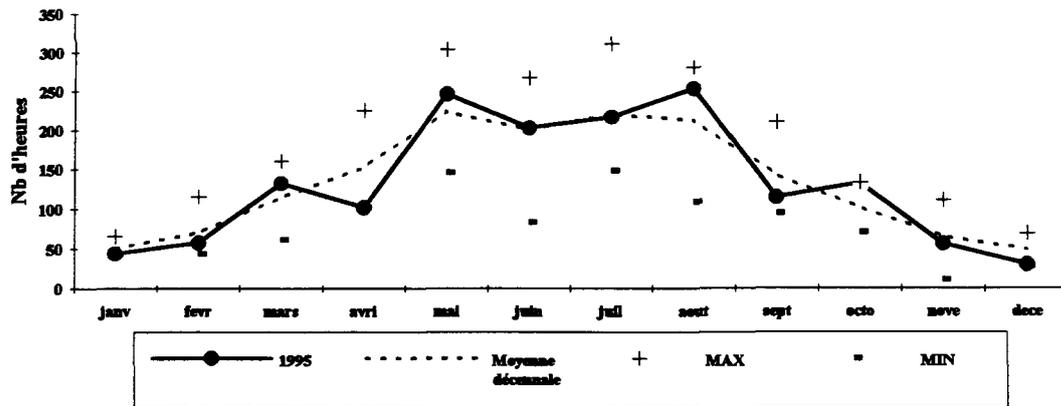


Fig. 1.2 : Moyennes mensuelles des températures de l'air au sémaphore de La Hague de 1949 à 1995

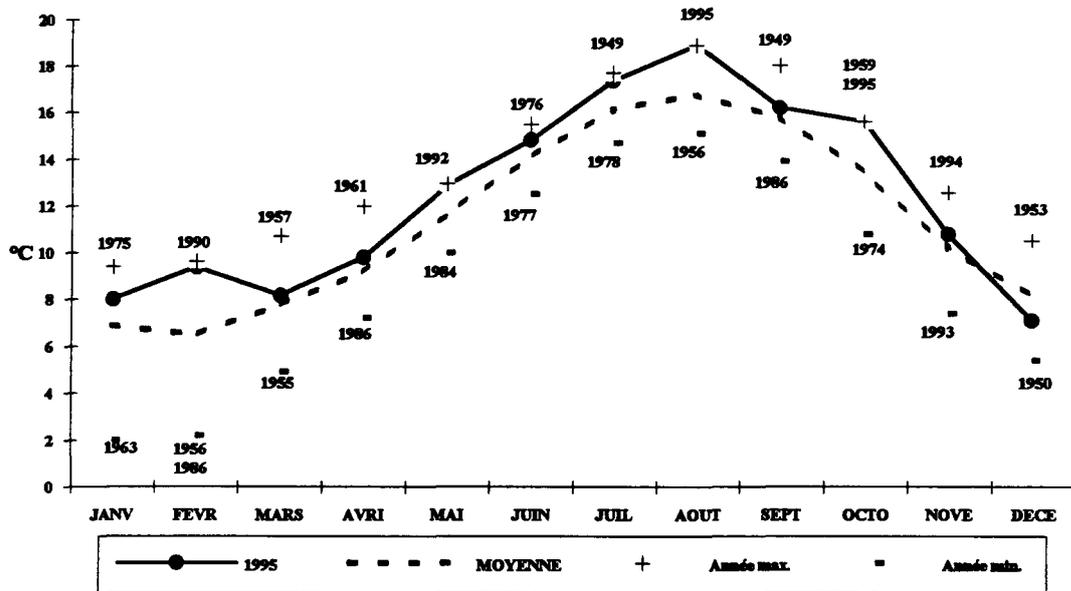
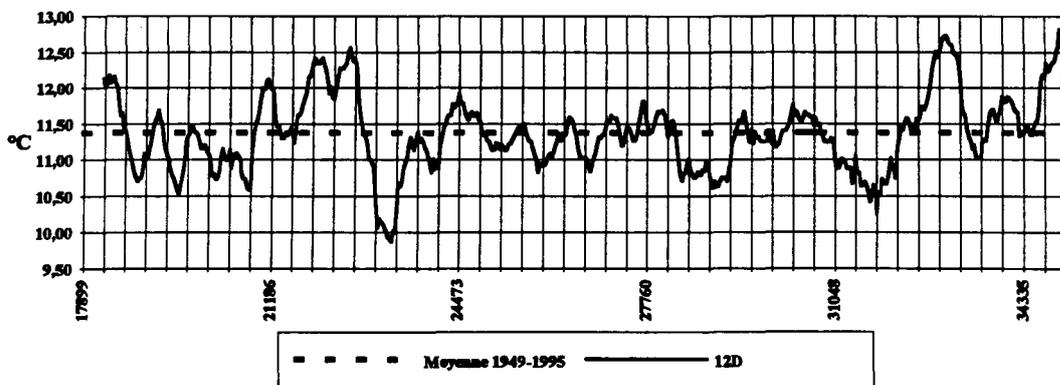


Fig. 1.3 : Température mensuelle moyenne de l'air au sémaphore de La Hague de 1949 à 1995 (moyenne glissante sur les 12 derniers mois = 12D)



1.2. FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE.

L'année 1995 est la dixième année de fonctionnement de la Centrale de Flamanville, la treizième année consécutive des études de Surveillance.

Au cours de l'année, les principaux arrêts de tranches ont eu lieu du 16 juin au 4 septembre pour la tranche 1, du 9 septembre au 2 novembre 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. Comme l'indique le tableau ci-dessous, 371 tonnes de chlore ont ainsi été injectées dans le circuit de refroidissement en 1995, la majeure partie (214 t) en tranche 2.

Année	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Chlore en T	424	580	570	805	365	191	209	243	371

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

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 (figure 1.7) et à la sortie des deux condenseurs (figures 1.8 et 1.9). L'écart journalier moyen entre la sortie des condenseurs et le canal d'amenée peut ainsi être calculé (figure 1.10).

Les moyennes mensuelles obtenues en 1995 (figure 1.11) sont supérieures, tout au long de l'année, aux moyennes saisonnières estimées depuis 1986. De nouveaux maxima sont notés en janvier, février, avril et novembre.

De 1986 à 1995 (figure 1.12), le minimum de température moyenne (8,37 °C) est noté en février, les valeurs extrêmes étant enregistrées en 1986 (6,80 °C) et 1995 (10,02 °C). Le maximum mensuel moyen (17,42 °C) est observé en août, oscillant entre 16,28 °C en 1986 et 18,23 °C en 1989. L'amplitude thermique annuelle moyenne de l'eau de mer est donc de 9,05 °C devant le cap de Flamanville

Pour un jour donné, l'écart journalier à la moyenne quotidienne estimée au cours de ces 10 années est calculé (figures 1.13 et 1.14). La somme de ces écarts permet d'apprécier l'excédent ou le déficit thermique de chaque année (tableau 1.2).

Fig. 1.4 : Pluviométrie mensuelle au sémaphore de La Hague de 1949 à 1995

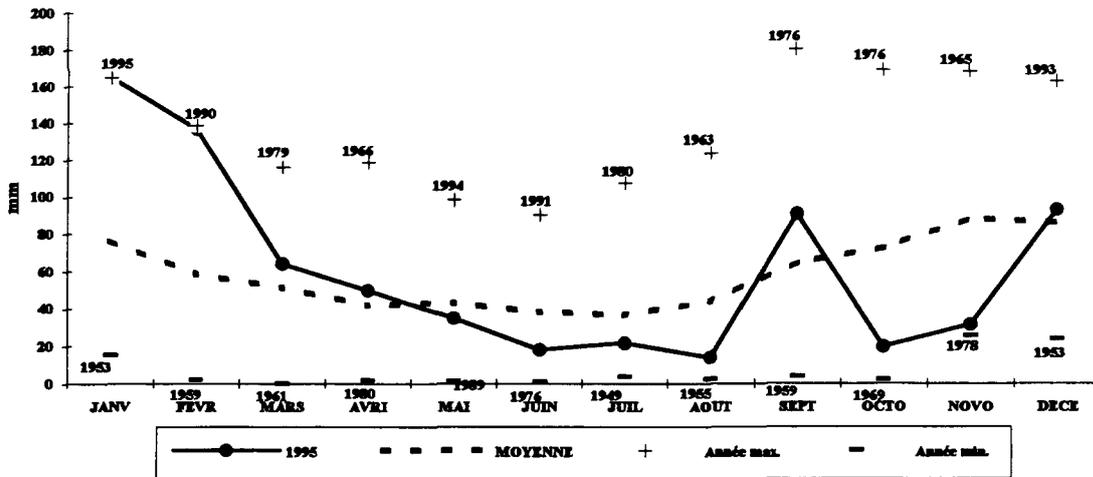


Fig. 1.5 : Pluviométrie annuelle au sémaphore de La Hague

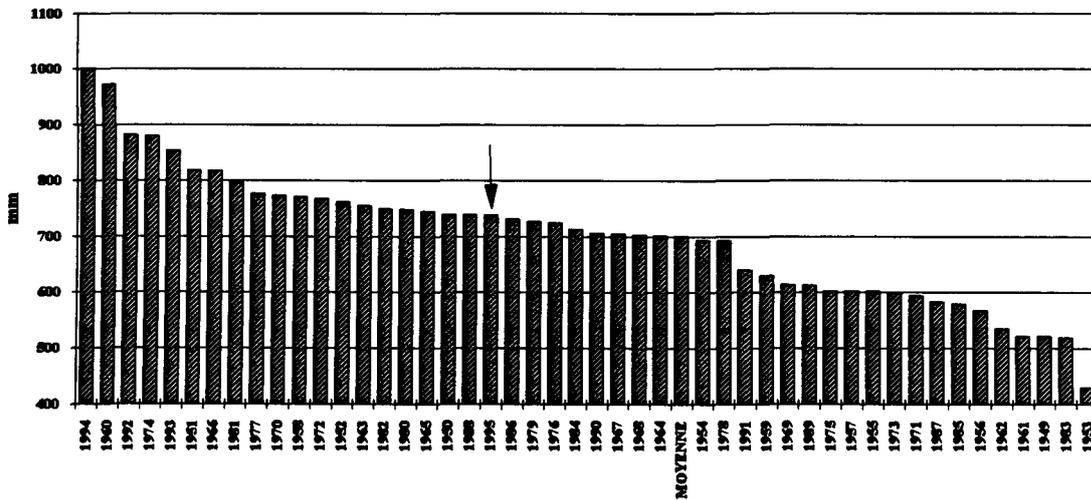
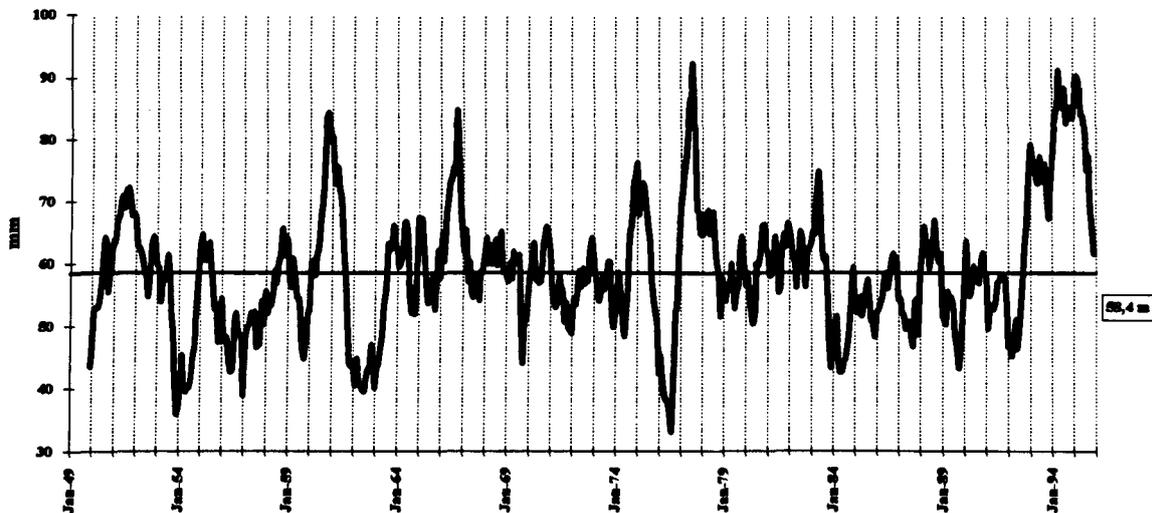


Fig. 1.6 : Pluviométrie au sémaphore de La Hague de 1949 à 1995 (moyenne glissante sur les 12 derniers mois)



Année	1995	1990	1989	1994	1992	1993	1988	1991	1987	1986
Bilan	+ 294	+ 234	+ 227	+ 135	+ 35	- 5	- 114	- 145	- 217	- 444

Tableau 1.2 : "Bilan thermique" annuel de l'eau de mer à Flamanville, en °C

L'année 1995 apparaît ainsi nettement excédentaire (+ 294 °C), contrastant fortement avec l'année 1986 très déficitaire (- 444 °C). L'observation graphique des moyennes glissantes appliquées aux températures mensuelles de l'air et de l'eau (figures 1.15 et 1.16) permet de visualiser la corrélation entre ces deux paramètres.

1.4. TRAVAUX REALISES

Les travaux réalisés en 1995 se sont déroulés conformément au contrat. Ils sont présentés dans le tableau 1.3. Les points de prélèvements sont localisés sur la carte de la figure 1.17.

Fig. 1.7 : Température journalière (à 16 h) de l'eau de mer dans le canal d'amenée du CNPE de Flamanville

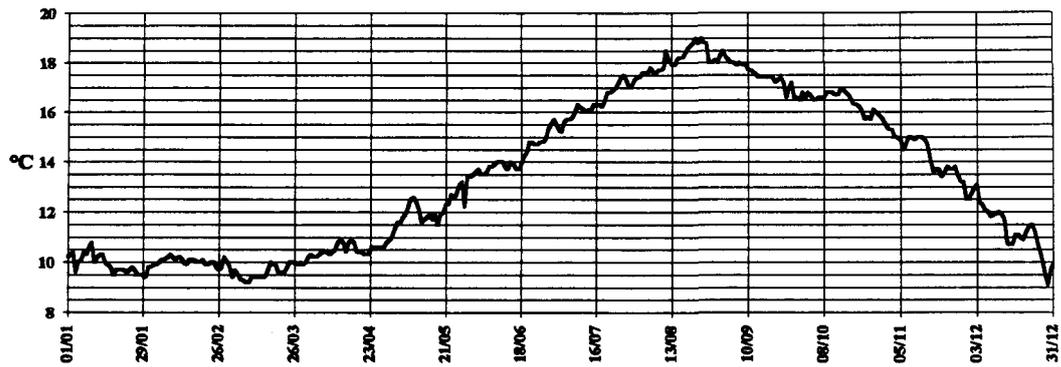


Fig. 1.8 : Comparaison avec la température de l'eau de mer à la sortie du condenseur de la tranche 1

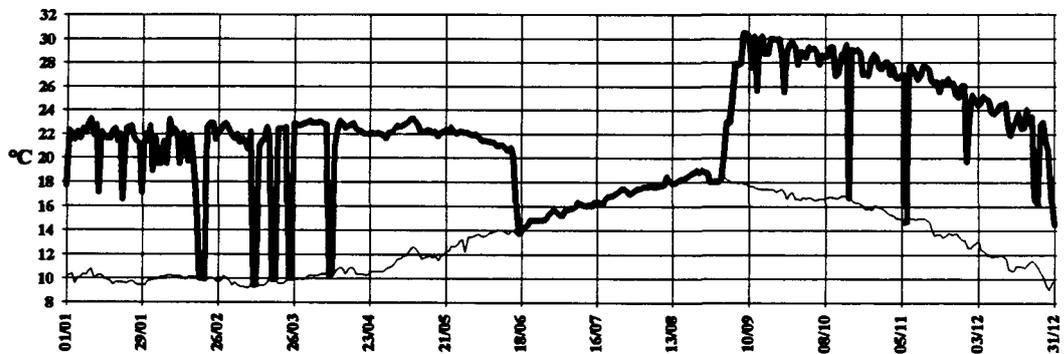


Fig. 1.9 : Comparaison avec la température de l'eau de mer à la sortie du condenseur de la tranche 2

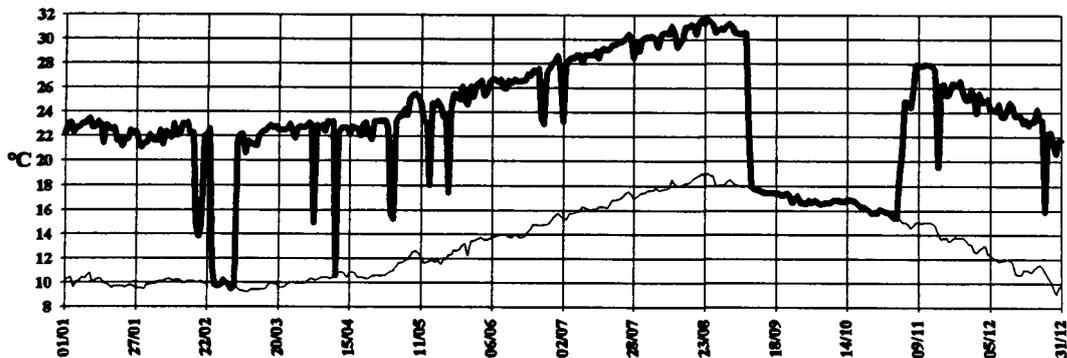


Fig. 1.10 : Ecart journalier moyen entre la sortie des deux condenseurs et le canal d'amenée

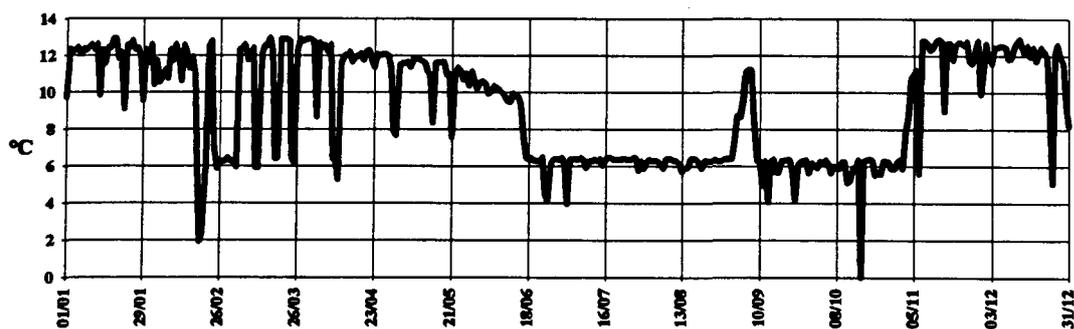


Fig. 1.11 : Moyennes mensuelles des températures de l'eau de mer dans le canal d'amenée de Flamanville de janvier 1986 à décembre 1995

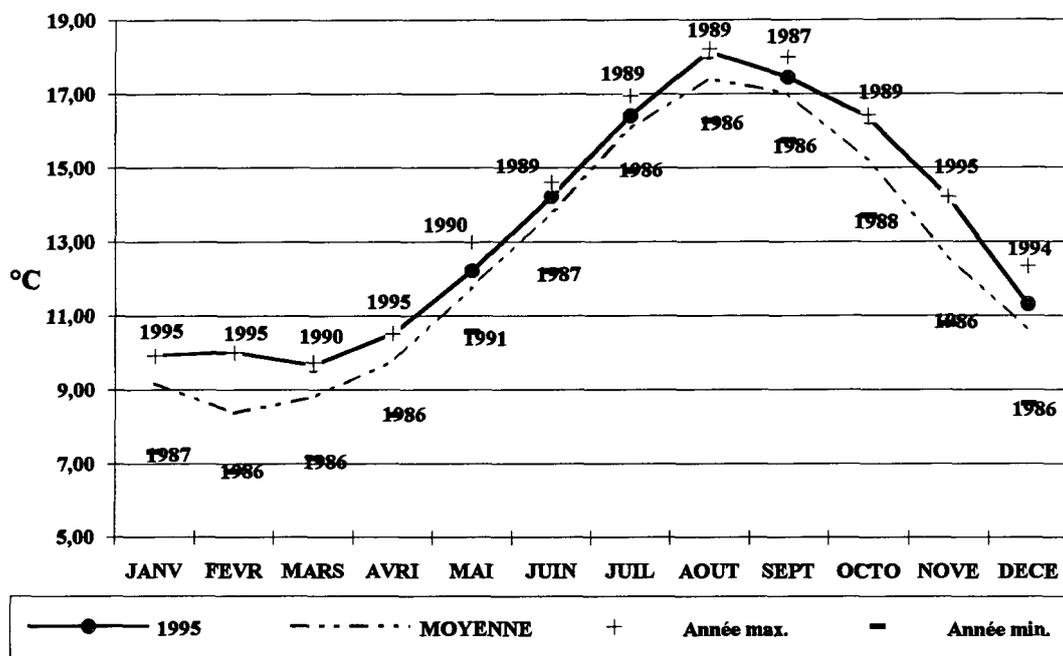


Fig. 1.12 : "Anomalies" mensuelles de température de l'eau de mer dans le canal d'amenée de la Centrale de Flamanville. Ecarts entre la moyenne glissante calculée sur les 12 derniers mois et la moyenne générale estimée sur la période 1986 - 1995

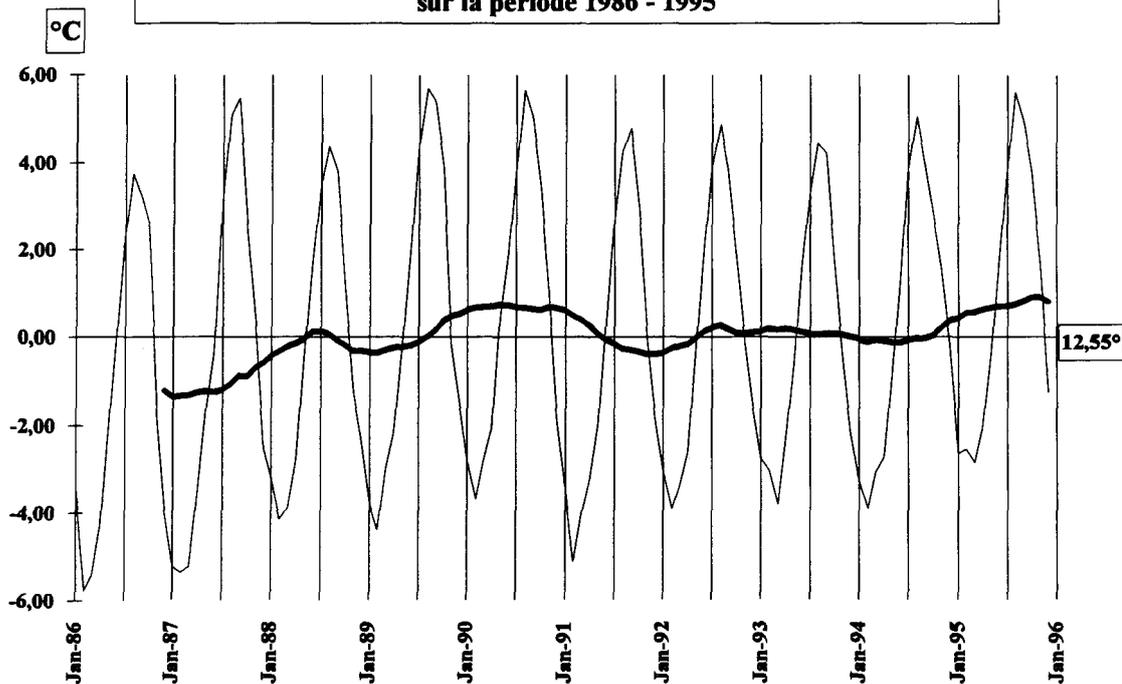


Fig. 1.13 : Cap de Flamanville, température de l'eau de mer.
Ecart journalier, en °C, entre le relevé effectué à 16 h. et
la moyenne quotidienne de ce jour estimée sur la période 1986-1995

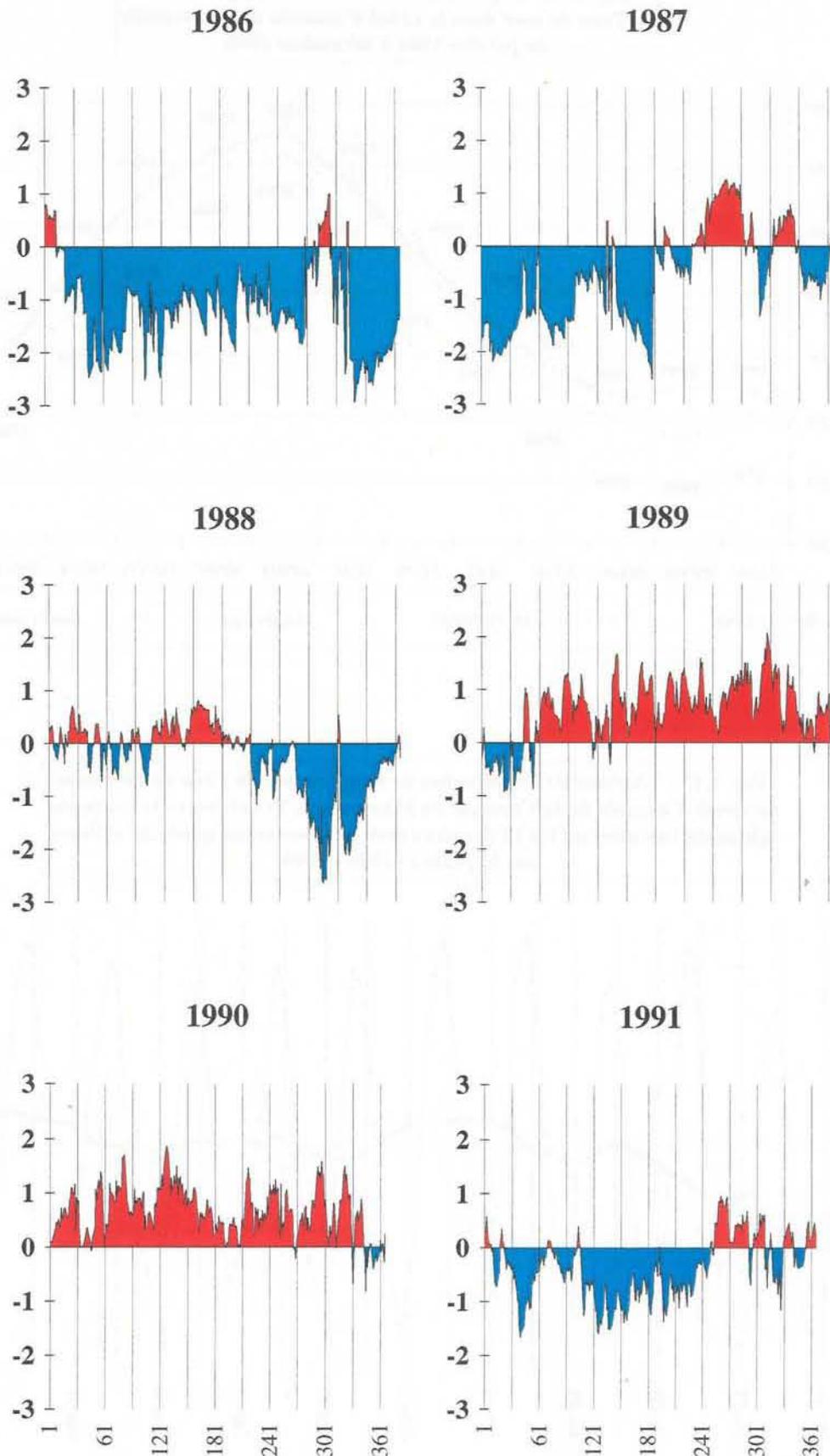


Fig. 1.14 : Cap de Flamanville, température de l'eau de mer.
Ecart journalier, en °C, entre le relevé effectué à 16 h. et
la moyenne quotidienne de ce jour estimée sur la période 1986-1995

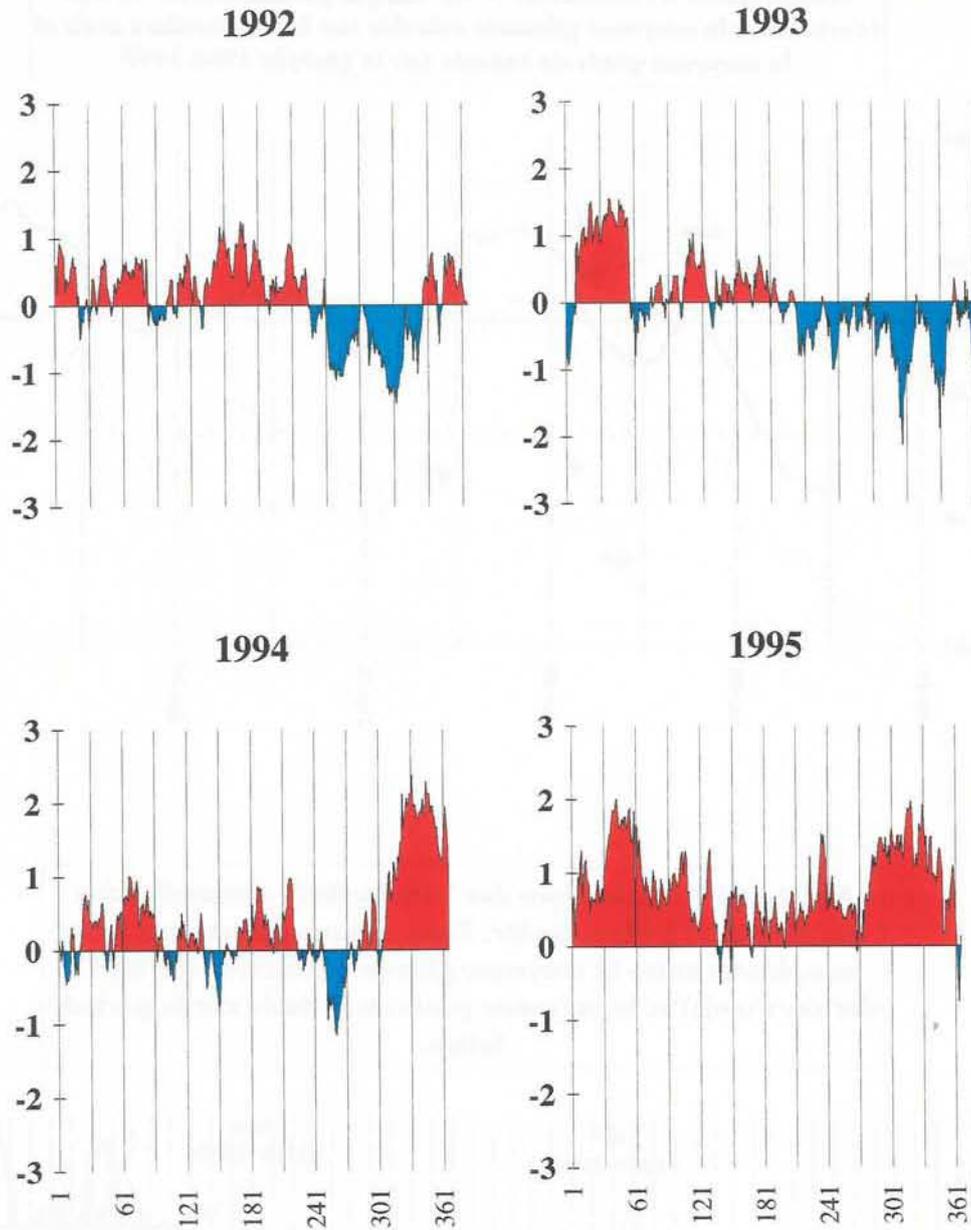


Fig. 1.15 : Comparaison des "anomalies" mensuelles des températures à Flamanville. Pour chaque paramètre, air et eau, écarts entre la moyenne glissante calculée sur les 12 derniers mois et la moyenne générale estimée sur la période 1986-1995

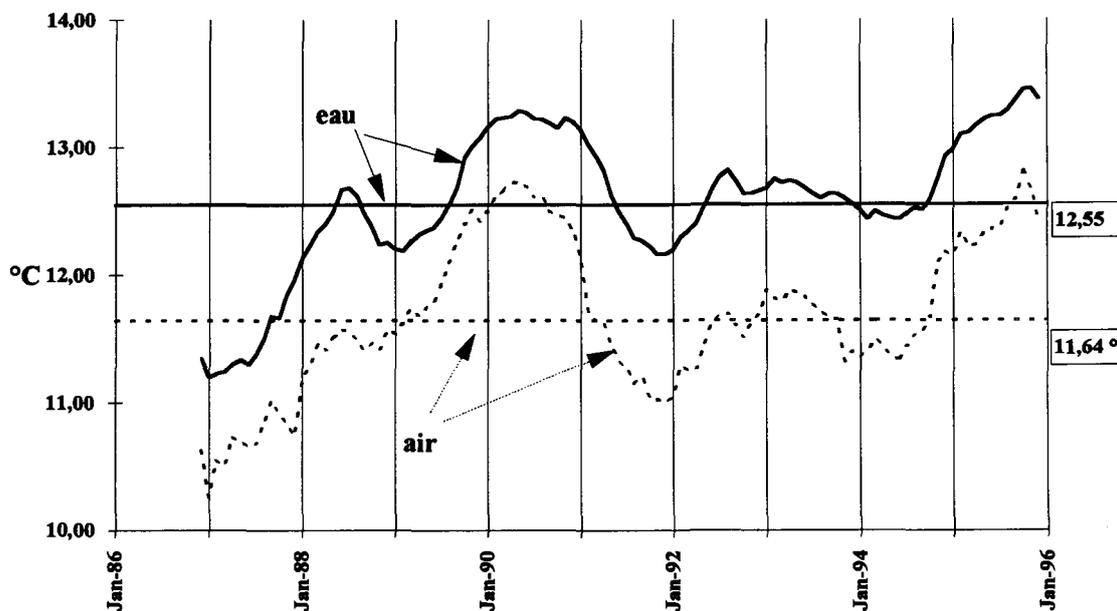
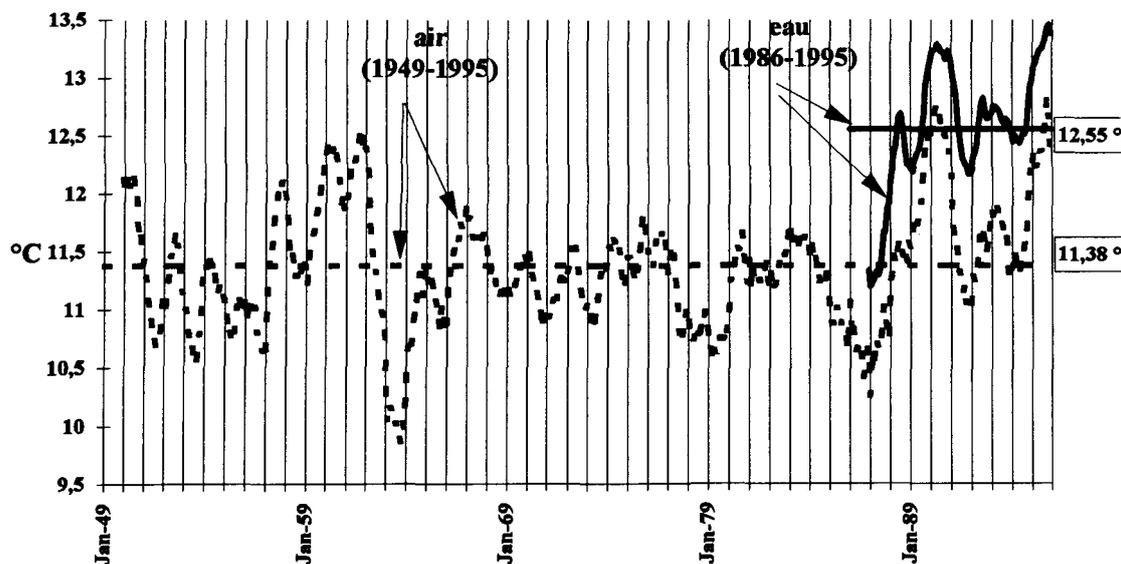


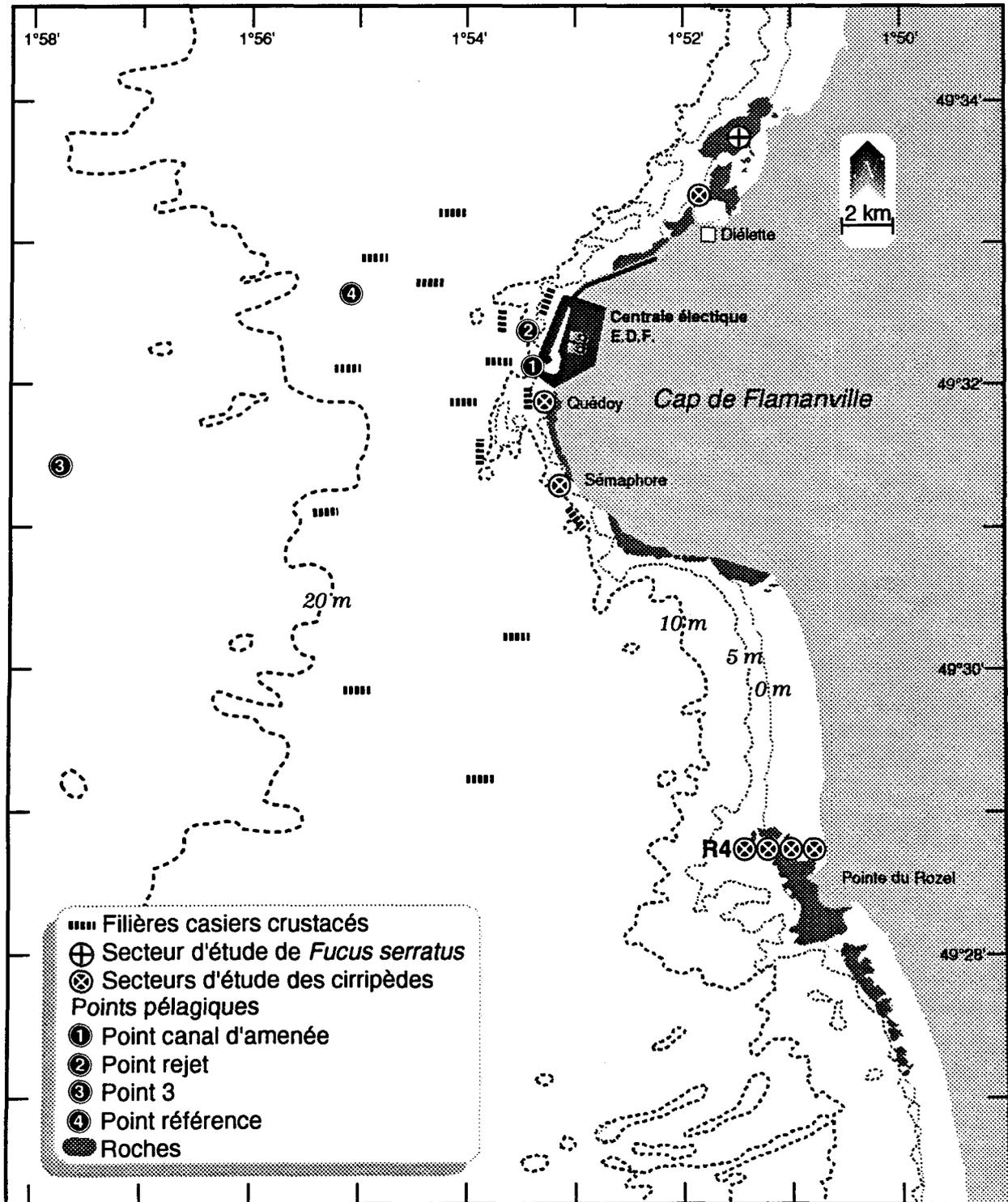
Fig. 1.16 : Comparaison des "anomalies" mensuelles des températures à Flamanville. Pour chaque paramètre, air et eau, écarts entre la moyenne glissante (calculée sur les 12 derniers mois) et la moyenne générale estimée sur la période totale.



1995	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.	9 avril
	Salinité		1 subsurface	
	Haloformes		2 subsurface	
	Sels nutritifs NH4		Référence 2 subsurf. 2 à -10m	
	Hydrobiologie		Rejet 4 subsurf.	
Phytoplancton	Chlorophylle Phaeopigments Production primaire Détermination des espèces	Rejet	C.amenée 4 subsurf.	4 juillet
Zooplancton	Biomasse Composition chimique (carbone, azote) Détermination des espèces	Canal d'amenée	6 WP2 congelés (2 triples) 1 WP2 formolé	18 septembre
Microbiologie	Dénombrement des - germes totaux - germes viables Recherche des vibriens 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	14-15-16 mars [12-13 juin]*
	- Biomasse	Secteurs 1, 2, 3	10 quadrats /secteur	8-9-10 septembre
Zoobenthos	Substrats durs intertidaux - Densité des différentes espèces de cirripèdes - Faune associée - Etude de recolonisation	Radiale R4 (points 1, 2, 3, 4) Point SEM Point QUEDOY Point Diélette Points 2, SEM, Quedoy, Diélette	Par point : 8 quadrats 12 comptages 4 grattages Par point : quadrats (3x25)cm ²	15-16 mars [12-13 juin]* 9-10 septembre
DOMAINE HALIEUTIQUE Zooplancton et Hydrologie	Densité des larves d'araignée et homard - température - salinité	[Point 3] Référence Rejet Canal d'amenée	2 Bongo 1 Neuston surface 1 Neuston oblique	20 juin 4 juillet 19 juillet 3 août
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	6-9 juin 18-21 septembre

Tableau 1.3 : Récapitulatif de l'activité réalisée par l'IFREMER en 1995 sur le site électronucléaire de Flamanville []* : échantillonnage hors contrat

Fig. 1.17 : Carte des abords de Flamanville, indiquant l'emplacement des points de prélèvements visités en 1995



2. LE DOMAINE PELAGIQUE

Etudes et rapport réalisés au Centre **IFREMER** de **BREST** par

Luc DRÉVÈS (Microbiologie, Trihalométhanes)
Evelyne ERARD LE DENN (Phytoplancton)
Michel LUNVEN (Hydrologie)
du Laboratoire DEL/Écologie
Jean Yves QUINTIN (Zooplancton)
du Service DEL/QM

avec la collaboration de

Philippe CANN
du Laboratoire DEL/CM
Marie Laure COCHARD
Marie Pierre CRASSOUS
Agnès YOUENOU
du Laboratoire DEL/Écologie

et du **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 la même procédure. 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 1995 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

Pour les points non impactés par la centrale (Canal d'Amenée et Référence), on peut remarquer des valeurs de température de l'eau de mer proches des maximales observées depuis dix ans (figure 1.11). Cette observation est à relier à la climatologie de l'année 1995 particulièrement clémente, avec des températures moyennes de l'air élevées, toutes supérieures aux moyennes estimées depuis 1949 (données du sémaphore de la Hague - figure 1.2).

09 avril	Température °C	Salinité g/l	NH4 µmol/dm3	NO3 µmol/dm3	NO2 µmol/dm3	PO4 µmol/dm3	Si µmol/dm3
Canal amenée	10.34 ±0.01	34.82	0.18 ±0.19	9.46 ±1.90	0.14 ±0.01	0.37 ±0.03	1.76 ±0.54
Rejet	11.51 ±0.29	34.95	0.17 ±0.25	9.23 ±2.77	0.17 ±0.02	0.42 ±0.03	1.67 ±0.86
Référence	10.07 ±0.02	34.96 ±0.05	0.14 ±0.09	8.01 ±0.20	0.16 ±0.00	0.42 ±0.07	1.38 ±0.12

04 juillet	Température °C	Salinité g/l	NH4 µmol/dm3	NO3 µmol/dm3	NO2 µmol/dm3	PO4 µmol/dm3	Si µmol/dm3
Canal amenée	15.27 ±0.04	34.68	0.78 ±0.76	0.87 ±0.10	0.08 ±0.01	0.11 ±0.01	0.96 ±0.54
Rejet	16.77 ±0.45	34.59	0.47 ±0.79	3.33 ±3.27	0.12 ±0.03	0.19 ±0.05	1.24 ±0.83
Référence	14.56 ±0.32	34.68 ±0.12	0.59 ±0.62	1.67 ±0.31	0.12 ±0.00	0.18 ±0.13	0.66 ±0.04

18 septembre	Température °C	Salinité g/l	NH4 µmol/dm3	NO3 µmol/dm3	NO2 µmol/dm3	PO4 µmol/dm3	Si µmol/dm3
Canal amenée	17.43 ±0.00	34.74	1.25 ±0.31	4.05 ±0.49	0.30 ±0.05	0.28 ±0.04	2.78 ±0.56
Rejet	19.00	34.76	0.86 ±0.26	4.77 ±1.00	0.32 ±0.01	0.31 ±0.01	3.33 ±0.67
Référence	17.23 ±0.10	34.86 ±0.05	0.96 ±0.26	4.60 ±1.50	0.32 ±0.01	0.29 ±0.04	2.84 ±0.07

Tableau 2.1 . : Moyennes et écarts-types des paramètres hydrologiques à Flamanville, en 1995

L'hiver 94-95, ayant été très doux, il est à noter que les températures moyennes de l'eau de mer au Canal d'Amenée sont exceptionnellement restées proches de 10 °C (relevés E.D.F - figure 1.7), avec des maxima en Janvier, Février et Avril (figure 1.11).

En tenant compte des valeurs d'échauffement de l'eau de mer relevées par E.D.F. au passage dans la centrale et des valeurs de température mesurées en surface au point Rejet lors des trois campagnes, on peut calculer le taux de dilution moyen de l'eau échauffée en ce point.

La formule appliquée est issue du rapport DERO/86.07/EL (équation simplifiée adaptée à Flamanville).

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

avec

- π : proportion d'eau échauffée
- T° Rejet : température moyenne de l'eau mesurée au point Rejet (surface)
- T° CA : température moyenne de l'eau mesurée au Canal d'Amenée (surface)
- T° SC : température de l'eau mesurée à la sortie du condenseur
(échauffement maximal - données E.D.F - figures 1.8 et 1.9).

On obtient le tableau suivant :

Date	T° CA	T° SC	T° Rejet	π
9 Avril 1995	10,34	23,2	11,51	0,091
4 Juillet 1995	15,27	25,6	16,77	0,145
18 Septembre 1995	17,4	30,0	19,0	0,127

- En Avril, $\pi = 0.091$, ce qui correspond à une dilution de 90.9%
- En Juillet, $\pi = 0.145$, ce qui correspond à une dilution de 85.5 %
- En Septembre, $\pi = 0.127$, ce qui correspond à une dilution de 82.3 %.

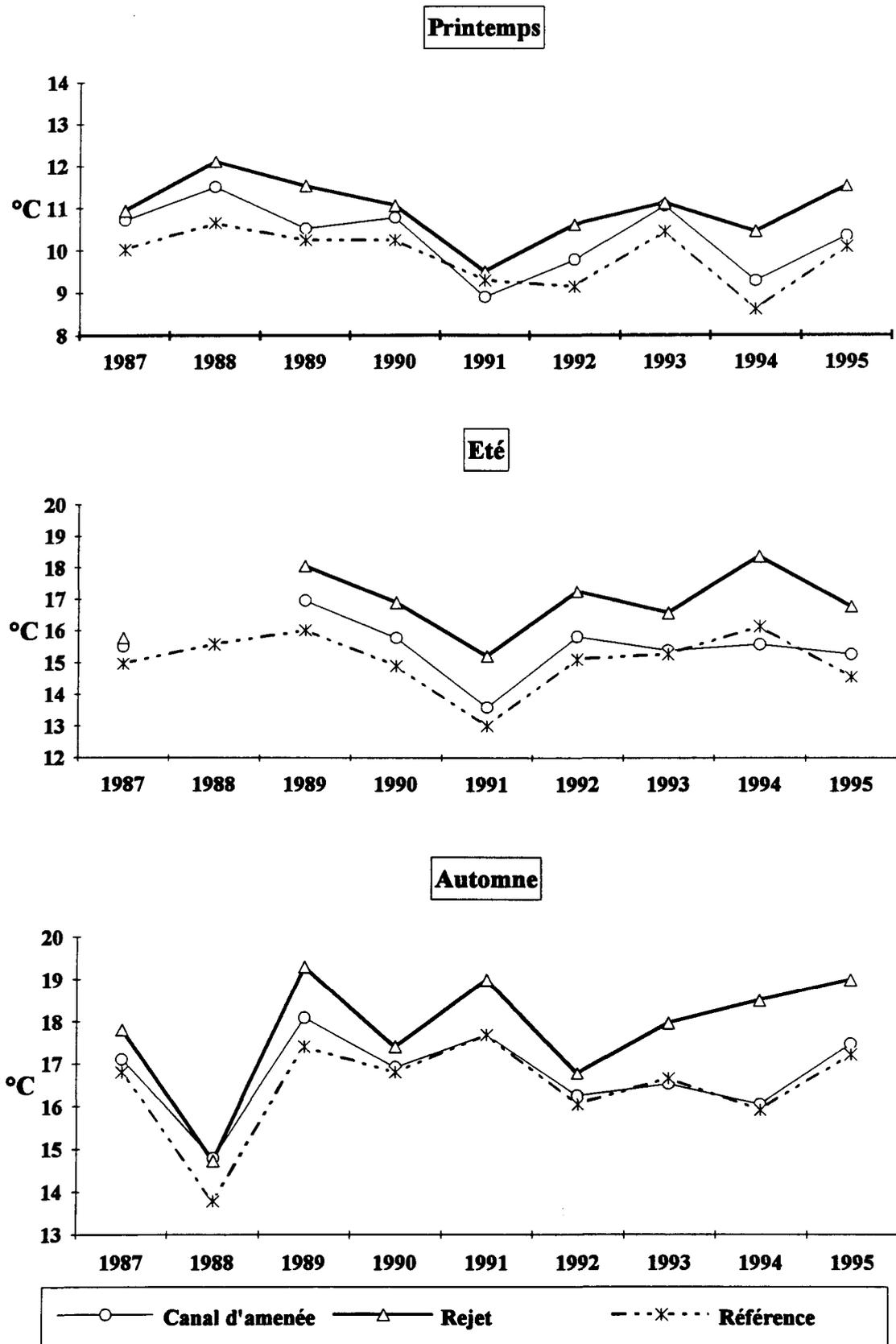


Fig. 2.1 : Evolution de la température de 1987 à 1995 au droit du CNPE de Flamanville

En considérant les températures moyennes relevées au point Référence et au Canal d'Amenée, aucun échauffement particulier attribuable au fonctionnement de la Centrale n'est estimé en ces points.

2.2.2. Salinité

L'hiver 94-95 a été marqué par une pluviométrie abondante. Les données communiquées par le sémaphore de La Hague révèlent un record de pluviosité mensuelle en Janvier 1995 (figure 1.4). Corrélativement, on observe des valeurs de salinité faibles lors des trois campagnes effectuées en 1995 (figure 2.2). La valeur faible de septembre est attribuable aux pluies abondantes enregistrées à la fin de l'été 1995.

2.2.3. Ammonium

Les teneurs moyennes en ammonium restent dans l'intervalle des valeurs observées lors des années précédentes (figure 2.3). Les valeurs les plus faibles sont relevées au début du printemps (0.18 $\mu\text{moles/litre}$) et les plus fortes au début de l'automne (0.96 $\mu\text{moles/litre}$). On peut également constater une forte variabilité des valeurs mesurées au cours de la campagne de Juillet. Cette variabilité peut être liée aux conditions de prélèvement (mer agitée) et à l'hétérogénéité naturelle du milieu en cette période de l'année.

2.2.4. Nitrate

Tout comme en 1994, on observe une forte concentration en Nitrate au début du printemps (environ 9 $\mu\text{moles/l}$; figure 2.4). Ces teneurs élevées sont à relier aux fortes précipitations de l'hiver 1994-1995 et à la minéralisation de la matière organique accumulée pendant l'hiver.

En été, les valeurs, plus faibles en Nitrate, correspondent bien à la consommation des éléments nutritifs par le phytoplancton printanier. La valeur plus élevée, mesurée à cette époque, au point Rejet, ne peut être attribuée au fonctionnement de la centrale étant donnée la forte variabilité calculée à partir des répliquats effectués.

La concentration va ensuite en croissant et atteint la valeur de 5 $\mu\text{moles/l}$ au début de l'automne.

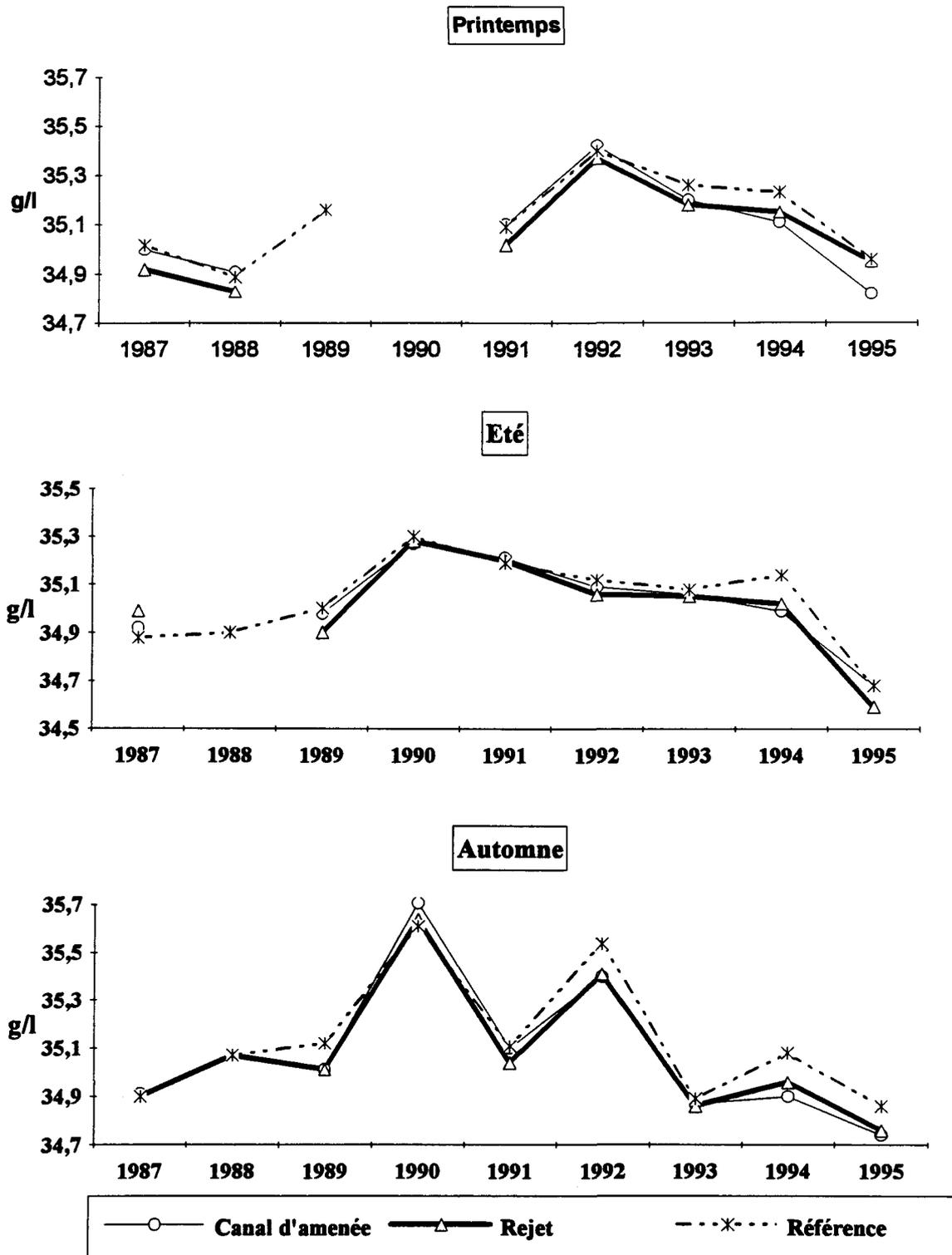


Fig. 2.2 : Evolution de la salinité de 1987 à 1995 au droit du C.N.P.E. de Flamanville

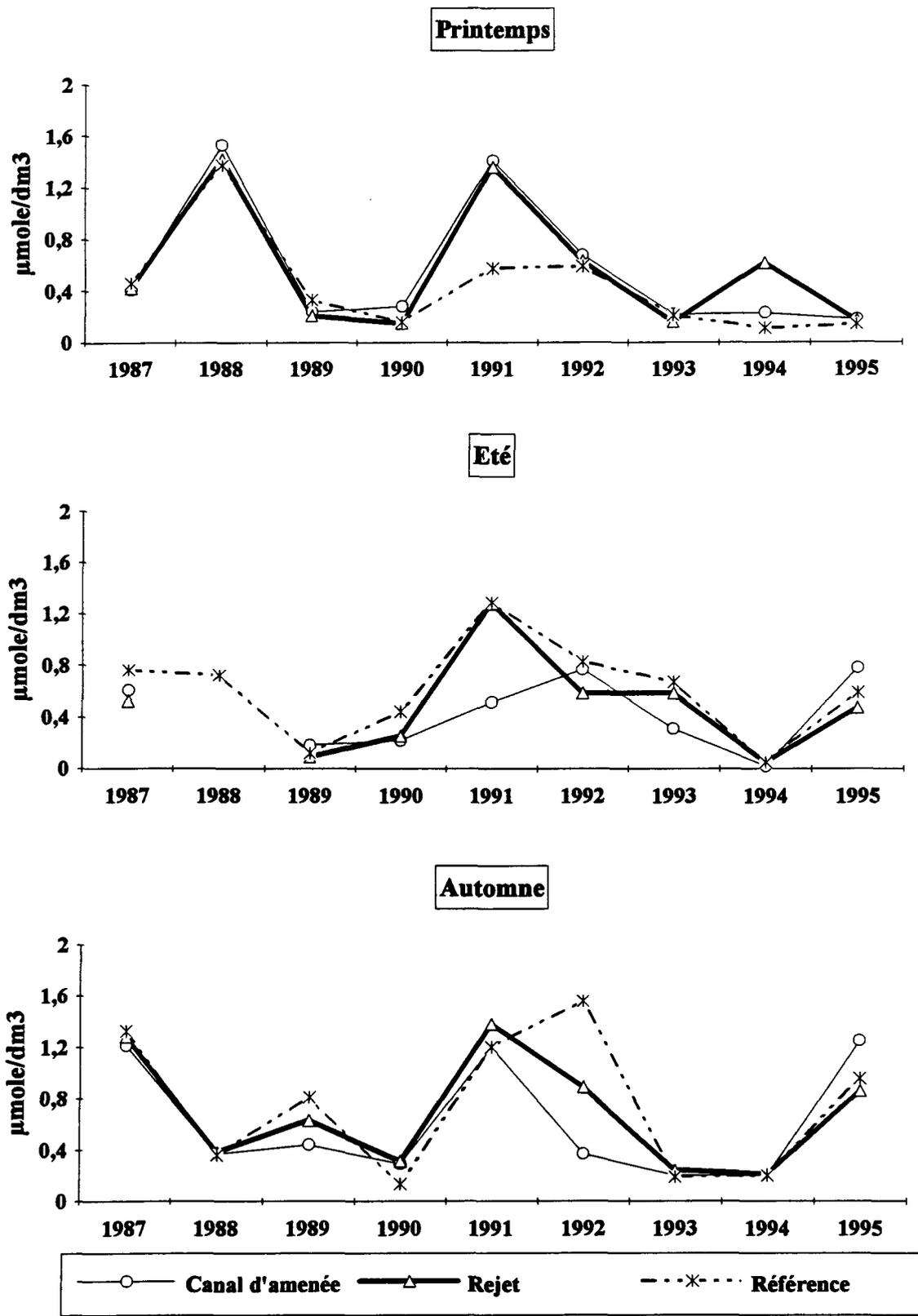


Fig. 2.3 : Evolution de la teneur en ammonium de 1987 à 1995 au droit du CNPE de Flamanville

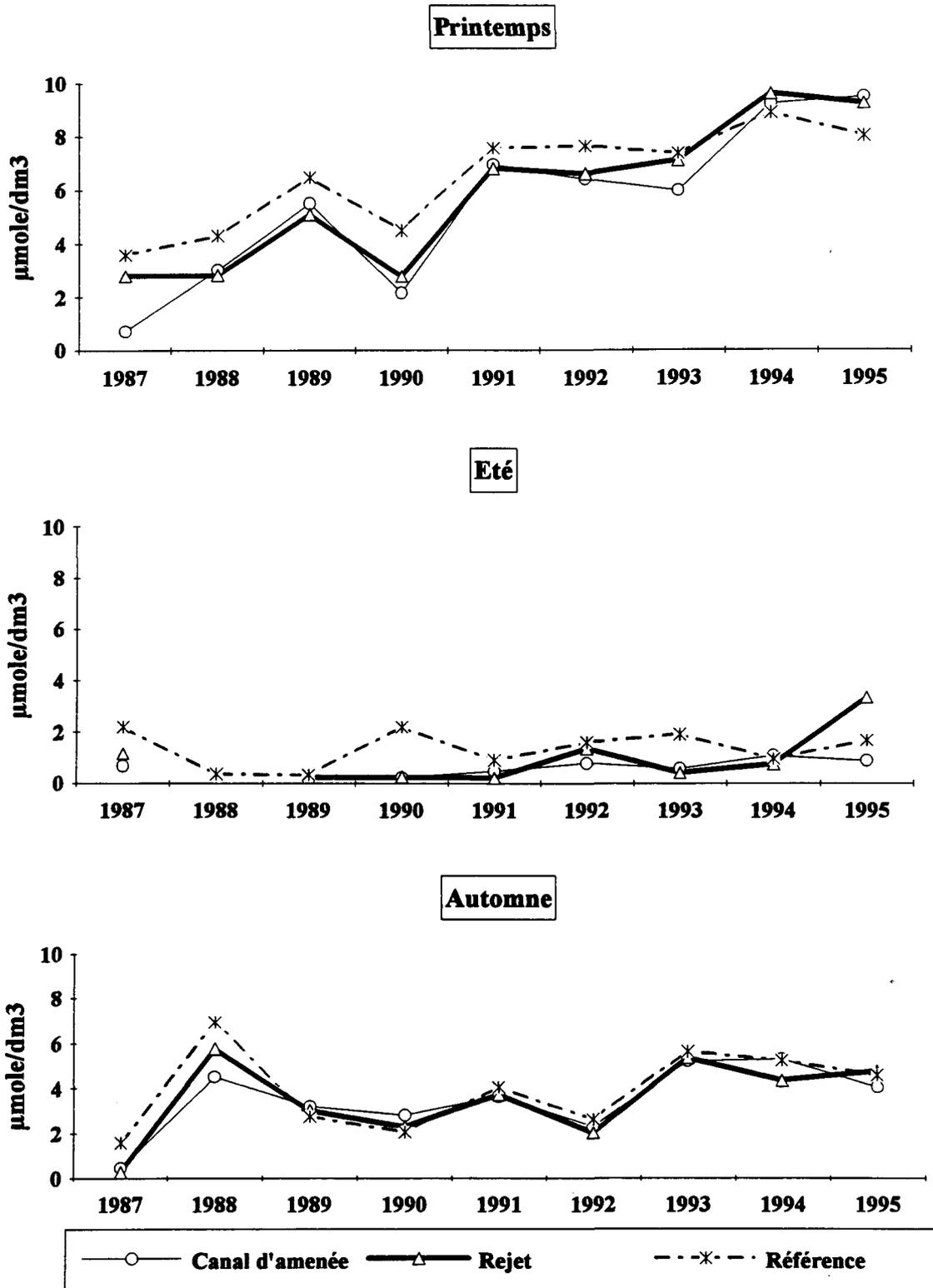


Fig.2.4 : Evolution de la teneur en nitrate de 1987 à 1995 au droit du CNPE de Flamanville

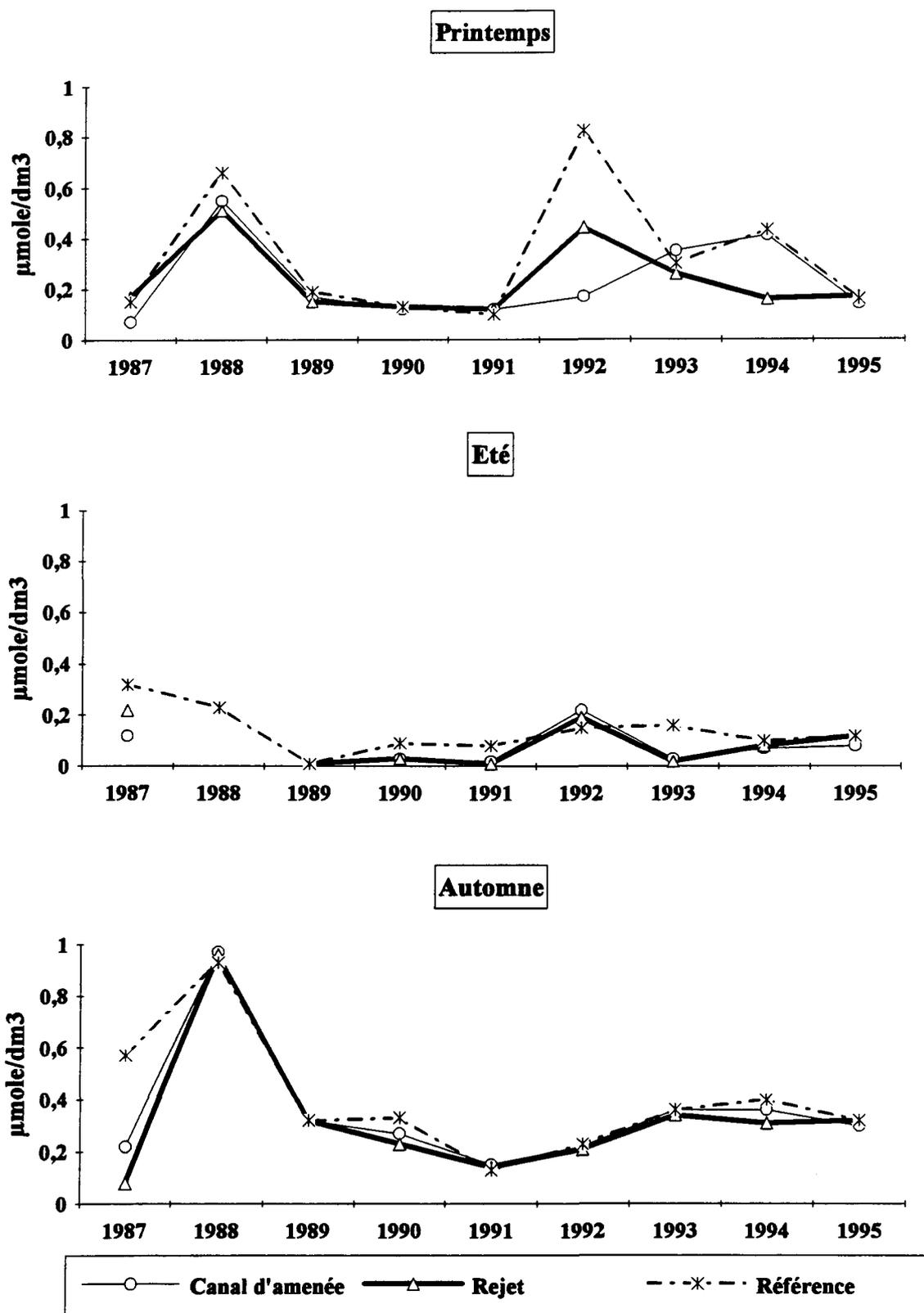


Fig. 2.5 : Evolution de la teneur en nitrite de 1987 à 1995 au droit du CNPE de Flamanville

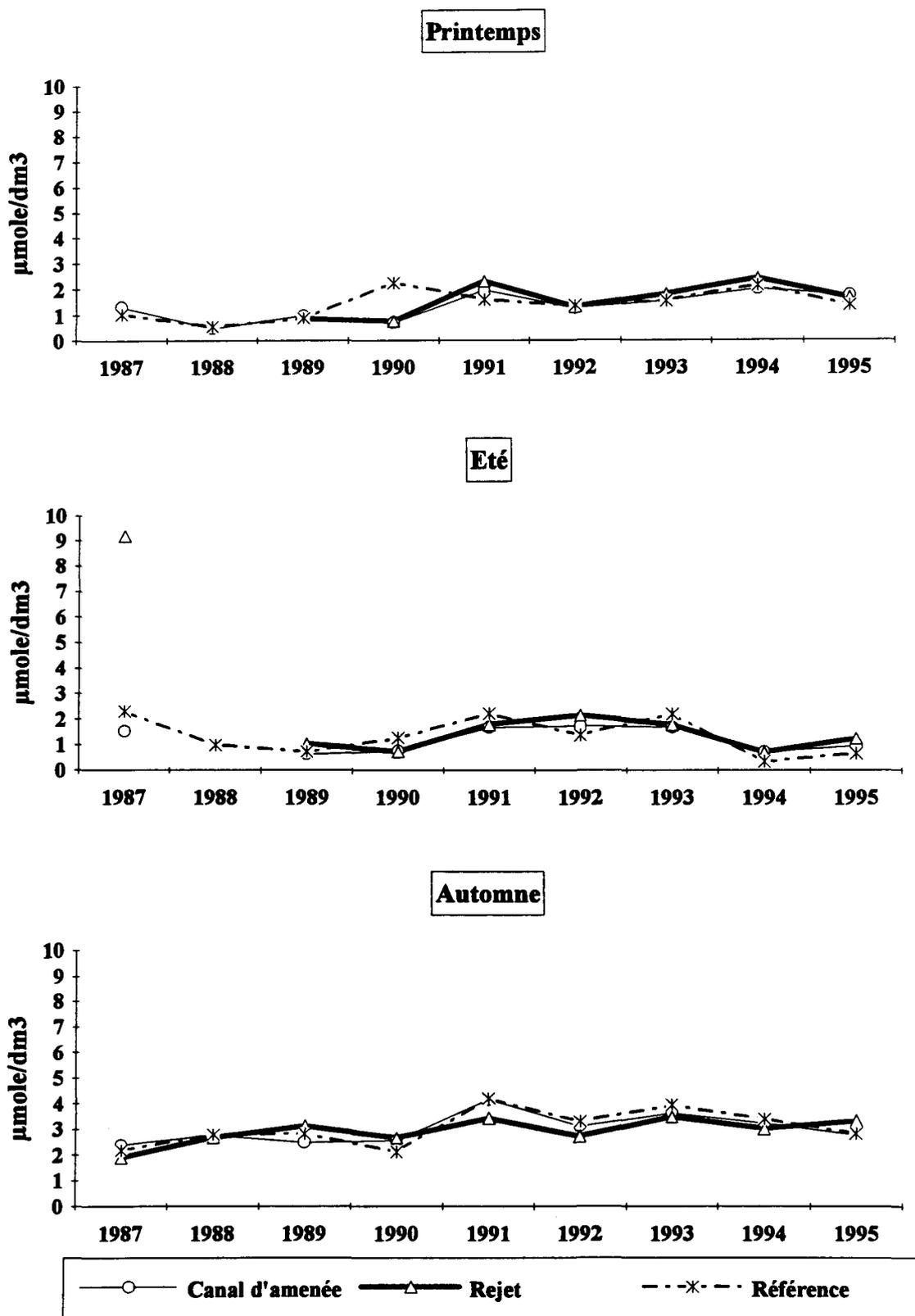


Fig. 2.6 : Evolution de la teneur en silicate de 1987 à 1995 au droit du CNPE de Flamanville

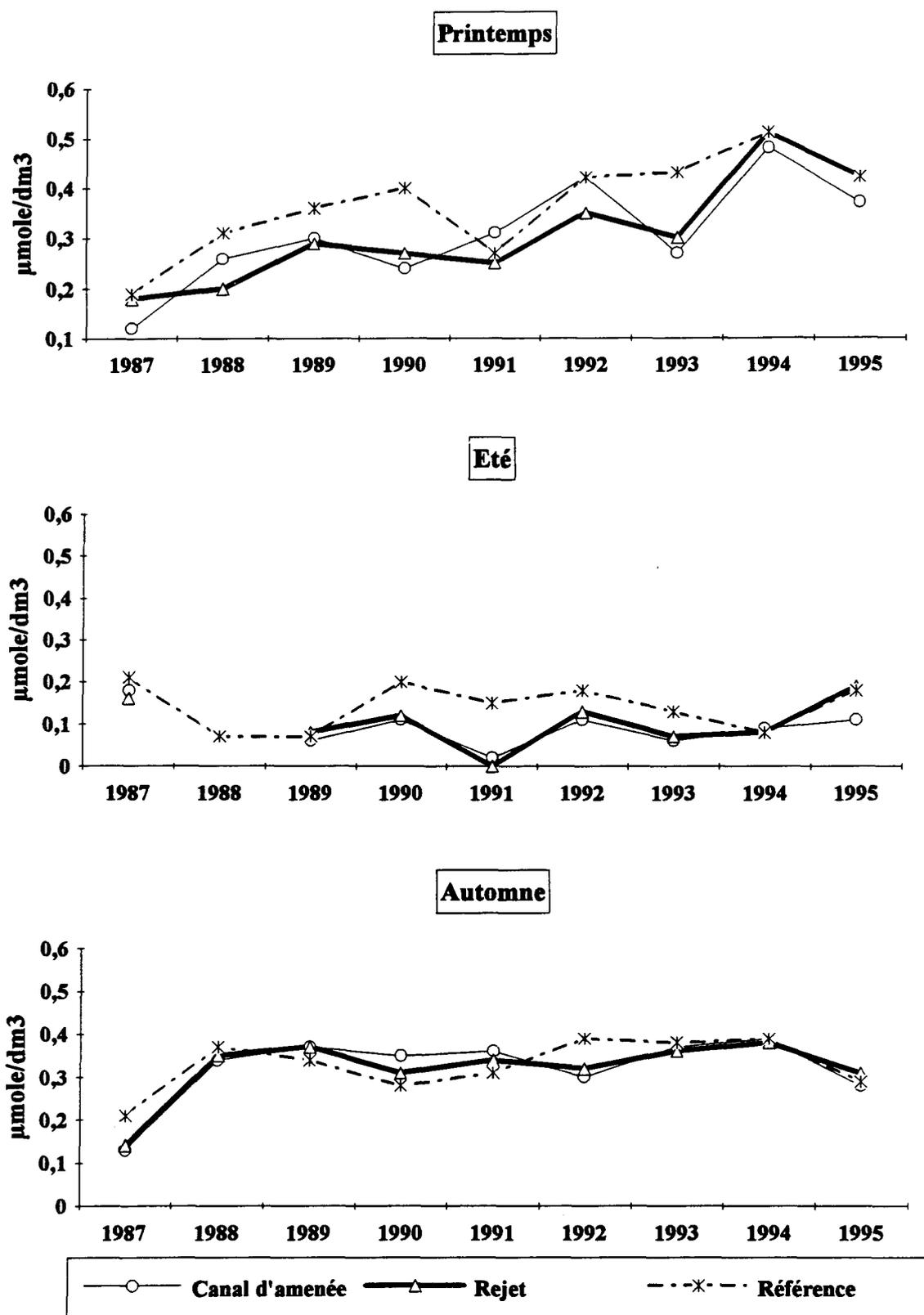


Fig. 2.7 : Evolution de la teneur en phosphate de 1987 à 1995 au droit du CNPE de Flamanville

09 avril	Chlorophylle µg/dm ³	Phaéopigments µg/dm ³	Production primaire mg C/m ³ /h	Microplancton nbre/cm ³	Nanoplancton nbre/cm ³
Canal amenée	1.03 ±0.31	0.07 ±0.14	2.91 ±0.48	45.00	186.00
Rejet	1.31 ±0.18	0.00 ±0.00	2.80 ±0.51	52.00	176.00
Référence	1.01 ±0.23	0.00 ±0.00	2.84 ±0.42	24.50 ±4.95	180.00 ±4.24

04 juillet	Chlorophylle µg/dm ³	Phaéopigments µg/dm ³	Production primaire mg C/m ³ /h	Microplancton nbre/cm ³	Nanoplancton nbre/cm ³
Canal amenée	1.17 ±0.23	0.82 ±0.32	5.86 ±0.71	89.00	*
Rejet	1.61 ±0.28	0.36 ±0.24	4.28 ±0.37	82.00	*
Référence	1.40 ±0.10	0.38 ±0.27	5.61 ±0.52	72.00 ±19.80	*

18 septembre	Chlorophylle µg/dm ³	Phaéopigments µg/dm ³	Production primaire mg C/m ³ /h	Microplancton nbre/cm ³	Nanoplancton nbre/cm ³
Canal amenée	0.88 ±0.32	0.15 ±0.29	4.31 ±1.58	102.00	755.00
Rejet	0.84 ±0.24	0.19 ±0.21	3.52 ±1.06	91.00	1081.00
Référence	1.36 ±0.29	0.01 ±0.02	5.40 ±2.47	54.00 ±2.83	931.50 ±273.65

Tableau 2.2 : Moyennes et écarts-types des paramètres phytoplanctoniques
 (* : paramètre non dénombré au vu des fortes matières en suspension)

2.2.5. Nitrite

Les teneurs moyennes en Nitrite sont conformes aux normales saisonnières (figure 2.5) ; elles restent faibles tout au long de l'année avec un maximum en Septembre (0.3 µmoles/l). La concentration minimale est observée en Juillet (0.08 µmoles/l).

2.2.6. Silicate

La même interprétation peut être faite à propos des variations des teneurs moyennes en Silicate, élément nutritif indispensable au développement du phytoplancton marin (figure 2.6). La concentration minimale (0.66 µmoles/l) est observée au mois de Juillet après le bloom phytoplanctonique ; le maximum est observé au début de l'automne (environ 3.2 µmoles/l).

2.2.7. Phosphate

Les valeurs en Phosphate observées lors des 3 campagnes restent dans l'intervalle de celles mesurées lors des années précédentes (figure 2.7). La concentration maximale est relevée à la fin de l'hiver (0.42 µmoles/l), le minimum en Juillet (0.11 µmoles/l. au Canal d'Amenée).

2.3. PHYTOPLANCTON

En 1995, tous les paramètres globaux, chlorophylle, production primaire et microplancton ont été mesurés pour estimer "l'impact" de l'échauffement de la masse d'eau. A chaque point de prélèvement, les mesures des réplicats sont moyennées et représentées sous forme de tableau (2.2) et de figures (2.8 à 2.11). Les valeurs observées servent à suivre aussi bien les éventuelles variations côte-large dues à la centrale durant l'année 1995, que l'évolution des variations temporelles depuis 1987.

Dans le cas présent, les échauffements faibles et les taux de dilution élevés (de 82.3% à 90.9%) laissent supposer qu'il y a peu de variation de la biomasse phytoplanctonique. Les calculs de déficit (tableau 2.2) aussi bien pour la biomasse chlorophyllienne que pour le microplancton sont dans ce cas simplifiés et correspondent à :

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

$$V_r = \text{valeur observée au point rejet}$$

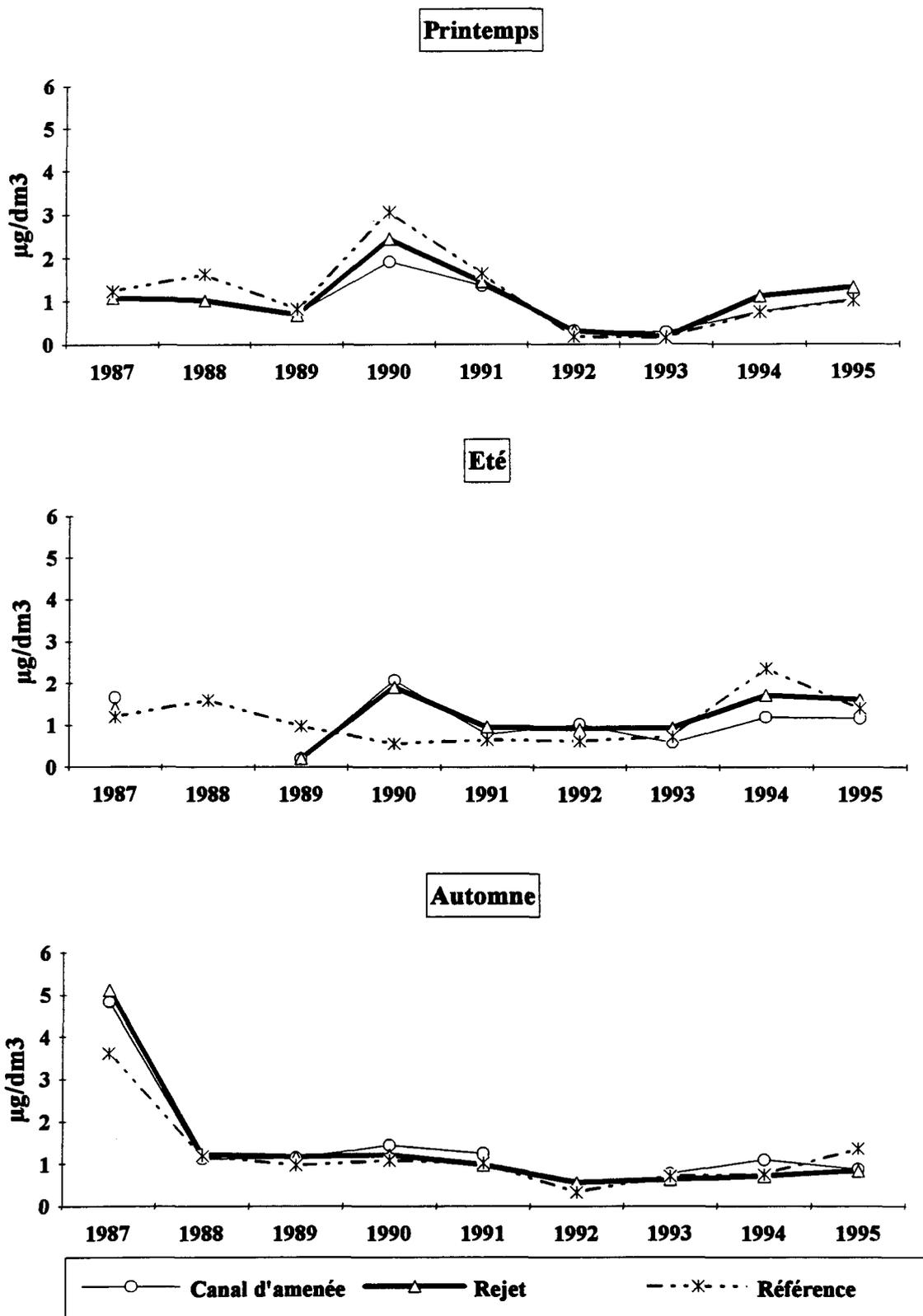


Fig. 2.8 : Evolution de la chlorophylle de 1987 à 1995 au droit du CNPE de Flamanville

	Chlorophylle	Production primaire	Microplancton
09 avril 1995	+28.43 %	-3.78 %	+15.55 %
04 juillet 1995	+36.61 %	-26.96 %	-07.86 %
18 septembre 1995	-04.54 %	-18.32 %	-10.78 %

Tableau 2.3 : Déficits phytoplanctoniques

2.3.1 Biomasse chlorophyllienne

Au cours des trois campagnes réalisées en 1995, les moyennes des biomasses algales évoluent, en μg de chlorophylle a par dm^3 , entre 0.84 ± 0.2 (en septembre au point rejet) et 1.61 ± 0.28 (en juillet au point rejet) .

L'amplitude des valeurs moyennées de cette année est inférieure à $1 \mu\text{g}.\text{dm}^{-3}$, ce qui correspond à une faible diversité de la population algale prélevée lors des campagnes.

Ces teneurs restent néanmoins situées dans l'intervalle des valeurs observées lors des années précédentes.

Un seul déficit en biomasse a été relevé en 1995, en septembre (4.54 %), corrélé aux déficits observés en production primaire et en microplancton.

2.3.2 Phaeopigments

Dépendantes des valeurs de la chlorophylle, les valeurs des pigments de dégradation suivent les mêmes fluctuations et présentent des valeurs plus élevées durant la prolifération algale estivale tout en restant inférieures à $1\mu\text{g}.\text{dm}^{-3}$.

2.3.3 Production primaire

En 1995 les valeurs en production primaire, en été et en automne, sont légèrement plus élevées que l'année précédente (jusqu'à $5.86 \text{ mgC}/\text{m}^3/\text{h}$) pour des valeurs en biomasse identiques. Cette productivité est le reflet d'une population algale en bon état physiologique, même au point rejet où les déficits calculés ont été inférieurs à 27 %.

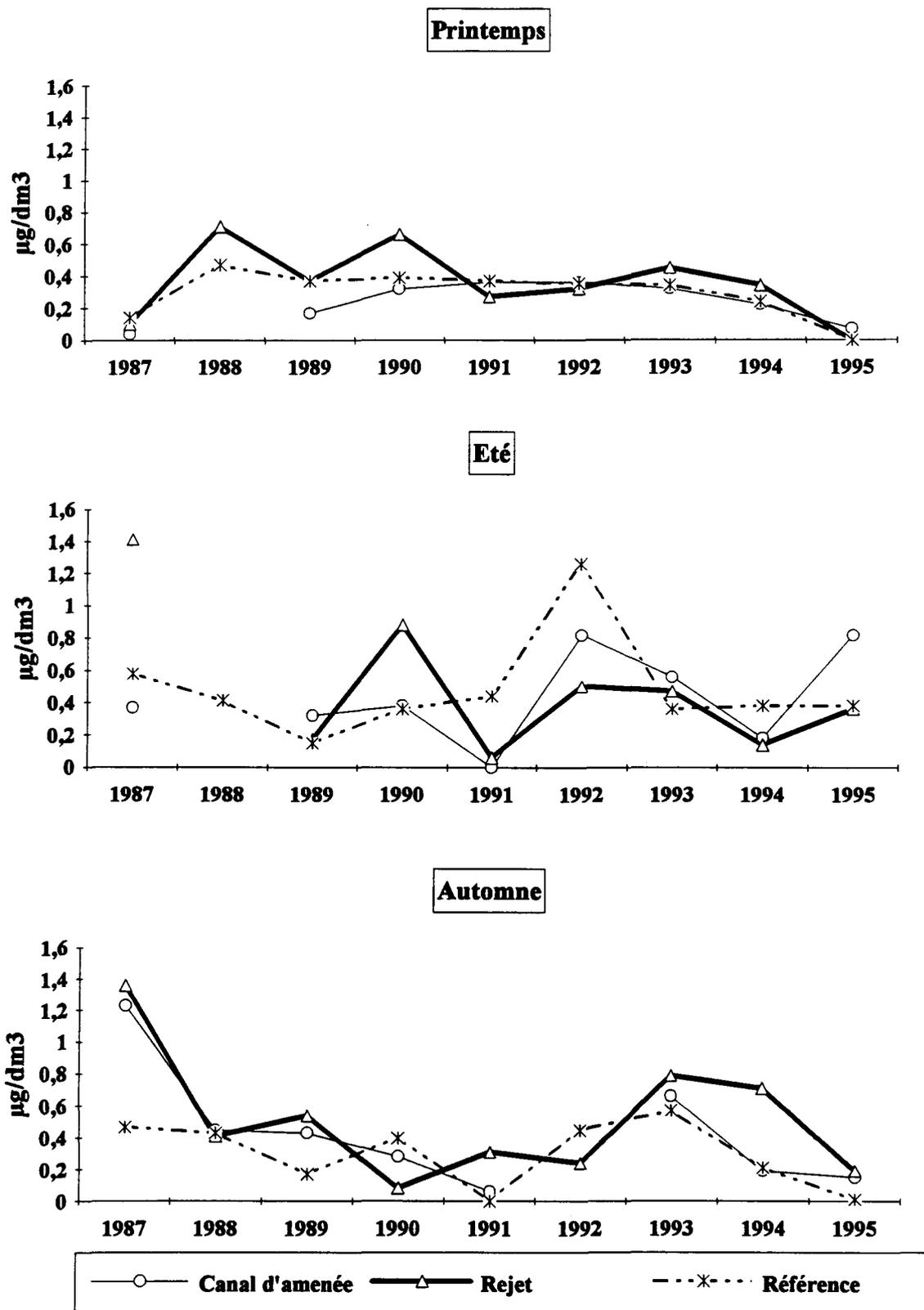


Fig. 2.9 : Evolution des phaeopigments de 1987 à 1995 au droit du CNPE de Flamanville

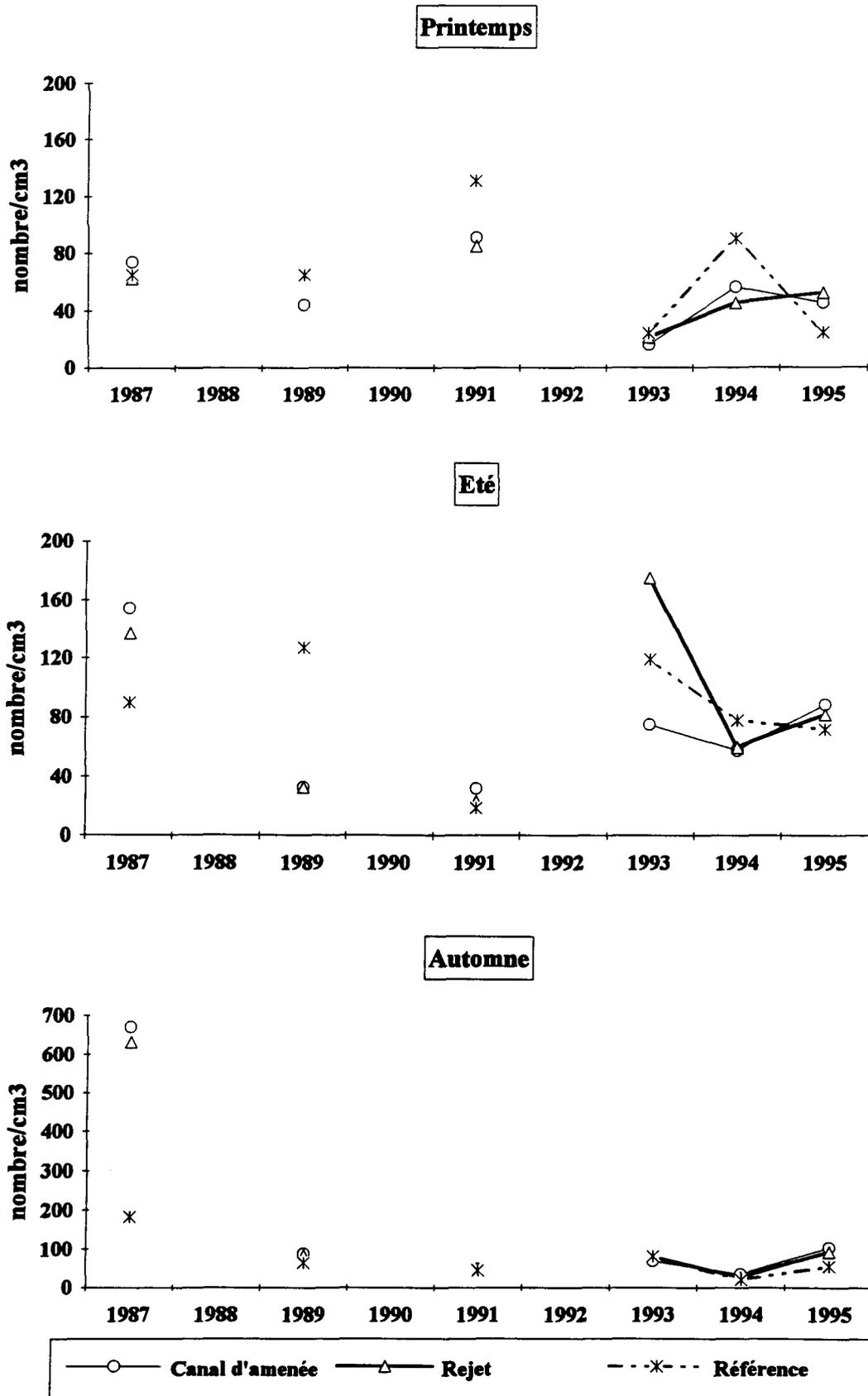


Fig. 2.10 : Evolution du microplancton de 1987 à 1995 au droit du CNPE de Flamanville

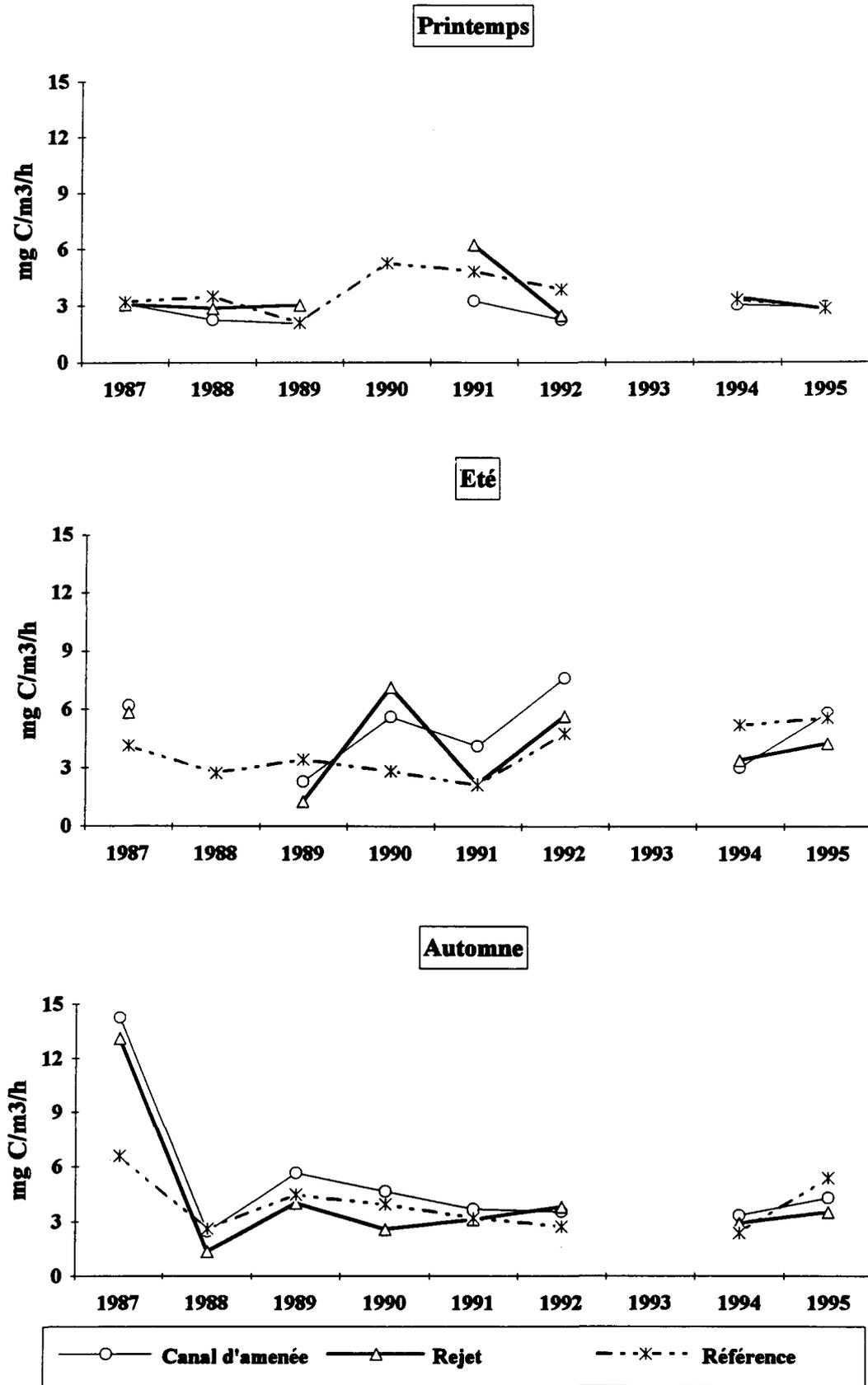


Fig. 2.11 : Evolution de la production primaire de 1987 à 1995 au droit du CNPE de Flamanville

2.3.4 Microplancton

Les valeurs microplanctoniques de 1995, inférieures ou égales à 100 000 cellules par dm^3 , sont comme celles de la chlorophylle et de la production primaire peu élevées, mais comprises dans la fourchette des fluctuations relevées depuis 1987. Deux déficits en microplancton ont été observés, en juillet et en septembre, inférieurs à 11 %.

2.3.5 Evolution des populations phytoplanctoniques

Le tableau 2.4 regroupe les taxons prédominants à plus de 0.1 % durant l'année d'étude. Les diatomées représentent toujours plus de 98 % de la population, et les différentes espèces sont le reflet des valeurs mesurées en chlorophylle et en production primaire.

Dans l'ensemble, les populations observées correspondent à une succession saisonnière classique du phytoplancton en Manche occidentale.

- En période avant bloom (avril) : présence de taxons à préférendum hivernal et côtier comme *Thalassionema nitzschoides* et *Navicula* spp qui prédomine jusqu'à 69 % au rejet.
- En période estivale le genre *Rhizosolenia* est dominant jusqu'à 91 % au point rejet. L'espèce principale est *R. stolterfothii*, cellule phytoplanctonique au volume cellulaire important dont la forte concentration a épuisé une partie du stock en silicates.
- En période automnale la population est diversifiée et représentée surtout par de petites espèces comme *Chaetoceros* spp (27 % au canal d'amenée) comprenant, *C. socialis*, *C. curvisetum* et *C. perpussilum*. D'autres taxons ont également été dénombrés comme *Skeletonema costatum* (jusqu'à 27 %) et *Thalassiosira* spp, 11 % (*T. gravida* et *T. levanderi*).

Taxons	09 avril 1995						04 juillet 1995						18 septembre 1995					
	c.amenée		rejet		référence		c.amenée		rejet		référence		c.amenée		rejet		référence	
	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%	nb	%
<i>Chaetoceros</i> spp.	0.6	1.3	0.4	0.8	0.1	0.6							27.5	26.9	14.8	16.3	14.3	26.5
<i>Navicula</i> spp.	25.9	57.6	36	69.4	11.3	46.3	0.2	0.2	1.2	1.5	0.9	1.3	0.8	0.8	1	1.1	0.7	1.3
<i>Nitzschia</i> spp.	2	4.5	2.2	4.3	4.6	18.6	0.4	0.4	1.4	1.7	0.6	0.8	3.2	3.2	4.5	4.9	2.3	4.3
<i>Paralia sulcata</i>	1.2	2.7	1.6	3.1	0.1	0.4	4.3	4.8	2.8	3.5	6.1	8.4	0.4	0.4	0.6	0.7	0.2	0.4
<i>Rhizosolenia delicatula</i>			0.2	0.4	0.2	0.8	5.7	6.4	5.1	6.2	7.5	10.4	7.1	7	7.1	7.8	1.3	2.5
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	1.6	3.6	1.2	2.3	0.7	3	0.4	0.4	0.6	0.7	0.2	0.3	1.8	1.8	1.4	1.6	0.3	0.6
<i>Rhizosolenia setigera</i>			0.2	0.4	0.1	0.5	1	1.1	0.4	0.5	0.1	0.1	1.2	1.2	0.8	0.9	0.3	0.6
<i>Rhizosolenia shrubsolei</i>																		
<i>Rhizosolenia stolterfortii</i>							73.5	82.6	68.5	83.6	53.3	74.1	1.4	1.4				
<i>Rhizosolenia</i> spp.	1.6	3.6	1.6	3.1	1	4.3	80.6	90.6	74.6	91	61.1	84.9	11.6	11.4	9.3	10.3	1.9	3.5
<i>Skeletonema costatum</i>	2.2	4.9			0.1	0.4							23.4	23	24.8	27.2	12.6	23.3
<i>Thalassionema nitzschoïdes</i>	3.8	8.6	5	9.7	3	12.4							2.6	2.6	4.9	5.3	2.1	4
<i>Thalassiosira</i> spp.	4.9	10.8	3.6	7	2.7	11.1	0.2	0.2			0.4	0.6	15.5	15.2	16.7	18.3	7.6	14

Tableau 2.4 : Nombre (par cm³) et pourcentage de dominance des espèces et genres dominants supérieurs à 0.1%.

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 nous permet 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, 1989).

Le traitement suivant est appliqué pour chaque paramètre (biomasse, carbone total, azote), et pour chacune des trois campagnes de mesures de l'année 1995, entre les points Canal, Rejet, Référence :

FLAMANVILLE 9 avril 1995

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

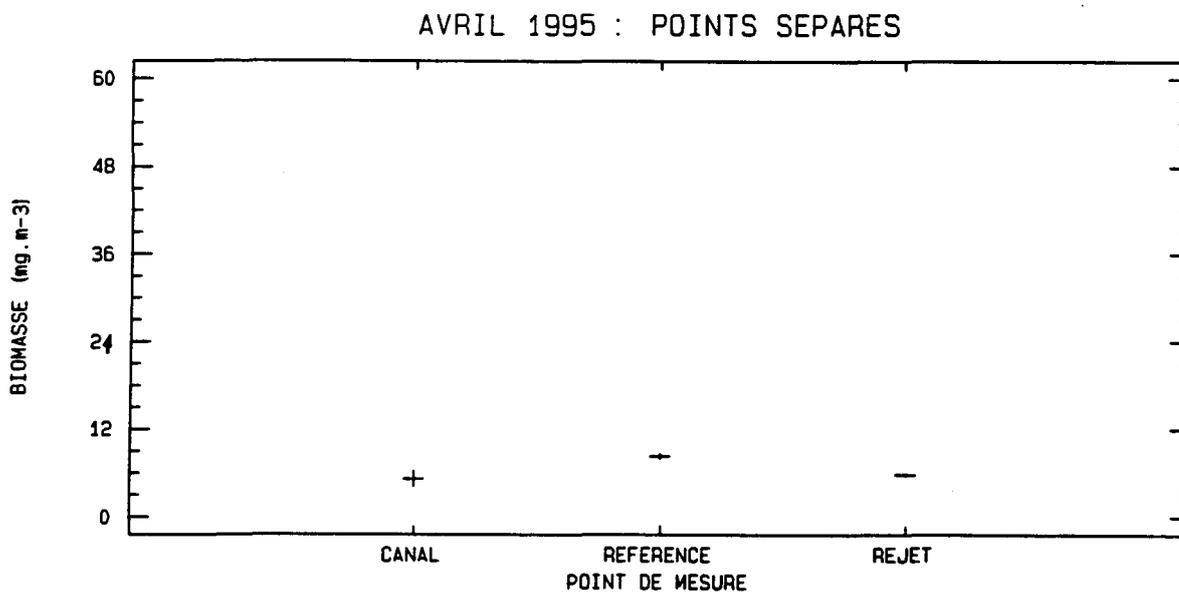
Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	5,17	1,04	7,0
REFERENCE	6	8,25	0,33	15,0
REJET	6	5,77	0,16	6,5
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 9,58				
Niveau de signification = 8,32 E-3				

Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	q_{kw}	p'	$q_{0,05;0C;p'}$	Hypothèse d'égalité
1	REFERENCE - REJET	3,90	3	3,314	REJETEE
2	REFERENCE - CANAL	5,44	2	2,772	REJETEE
3	CANAL - REJET	0,34	2	2,772	ACCEPTEE

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard



- 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 spatiale¹.

- 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 moyennes¹.

- 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 le groupe d'échantillons qui 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, 1963 ; 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 $q_{\alpha, \alpha, p'}$ de l'étendue de Student, avec $\alpha = 0,05$, alors l'hypothèse d'égalité est rejetée pour les échantillons considérés.

2.4.2. Variation spatiale en avril

2.4.2.1. Biomasse, carbone total et azote (pl.2.1 à 2.3)

Le test de Kruskal-Wallis dépasse la valeur critique $\chi^2_{0,05(2)} = 5,99$ pour la biomasse ($H = 9,58$), le carbone total ($H = 11,79$) et l'azote ($H = 15,16$). L'hypothèse (H_0) d'homogénéité spatiale est rejetée.

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

Planche 2.2

FLAMANVILLE 9 avril 1995

CARBONE TOTAL

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

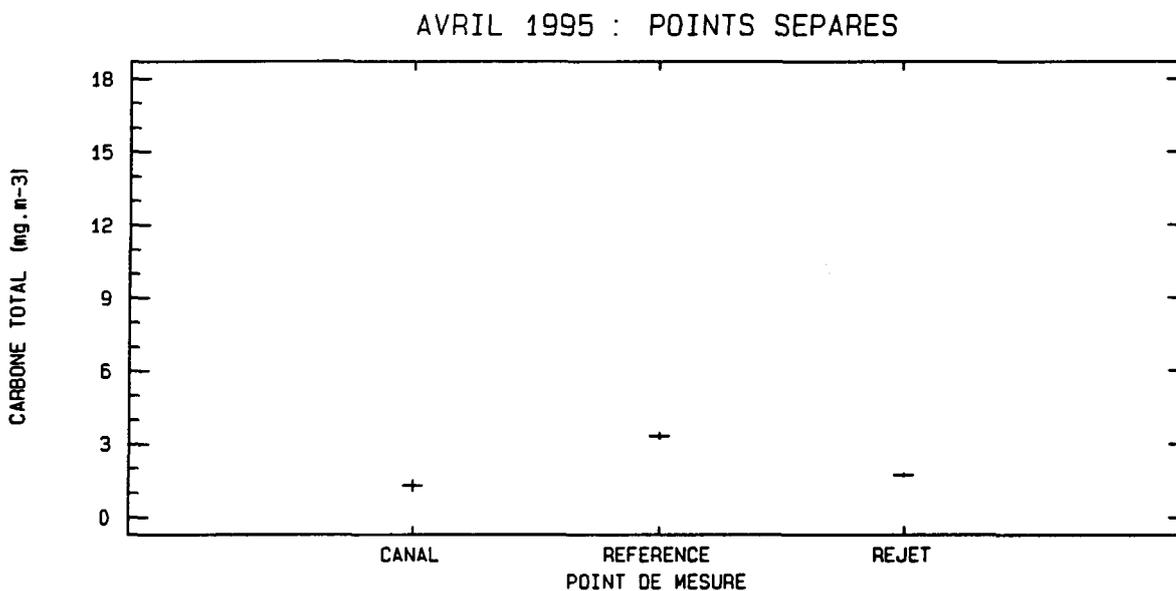
Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	1,28	0,24	5,5
REFERENCE	6	3,32	0,15	15,5
REJET	6	1,73	0,06	7,5
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 11,79				
Niveau de signification = 2,75 E-3				

Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	q_{kw}	p'	$q_{0,05;cc;p'}$	Hypothèse d'égalité
1	REFERENCE - CANAL	4,59	3	3,314	REJETEE
2	REFERENCE - REJET	5,44	2	2,772	REJETEE
3	REJET - CANAL	1,36	2	2,772	ACCEPTEE

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard



Le test de comparaison multiple montre que le point référence se distingue des autres points pour les trois paramètres étudiés. Les moyennes y sont plus élevées. Le point rejet présente des résultats proches de ceux du point canal, sauf pour l'azote.

Les tracés des moyennes font apparaître au point rejet, pour les trois paramètres, des résultats situés dans la fourchette de ceux des points non impactés (canal, référence).

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 ($H = 4,26$). Elle est dépassée pour les paramètres carbone total ($H = 7,45$) et azote ($H = 9,48$), l'hypothèse d'hétérogénéité spatiale est retenue pour ceux-ci.

Le point référence se distingue des autres points pour le carbone total et l'azote avec les valeurs les plus fortes. Les moyennes du point rejet sont inférieures à celles des autres points, et la variabilité entre réplicats d'échantillonnage y est plus importante. C'est le signe d'un milieu instable. Cependant, les moyennes du point rejet sont assez proches de celles du point canal pour qu'elles ne s'en distinguent pas d'un point de vue statistique.

2.4.4. Variation spatiale en septembre

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

La valeur critique du test H est dépassée pour la biomasse ($H = 14,36$), le carbone total ($H = 15,16$) et l'azote ($H = 13,66$). Les résultats du point référence sont les plus élevés pour les trois paramètres considérés.

Le test de comparaison multiple montre que, si les résultats diffèrent entre les points référence et canal pour le carbone et l'azote, l'hétérogénéité dans la zone étudiée est davantage due au point rejet.

Le tracé des moyennes présente, pour le point rejet, des valeurs de deux à quatre fois inférieures à celles des autres points. Elles sortent de la gamme des variations naturelles indiquées par les moyennes des points canal et référence. Cela tendrait à montrer un effet du panache échauffé, lors de la campagne de septembre 1995.

FLAMANVILLE 9 avril 1995

AZOTE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

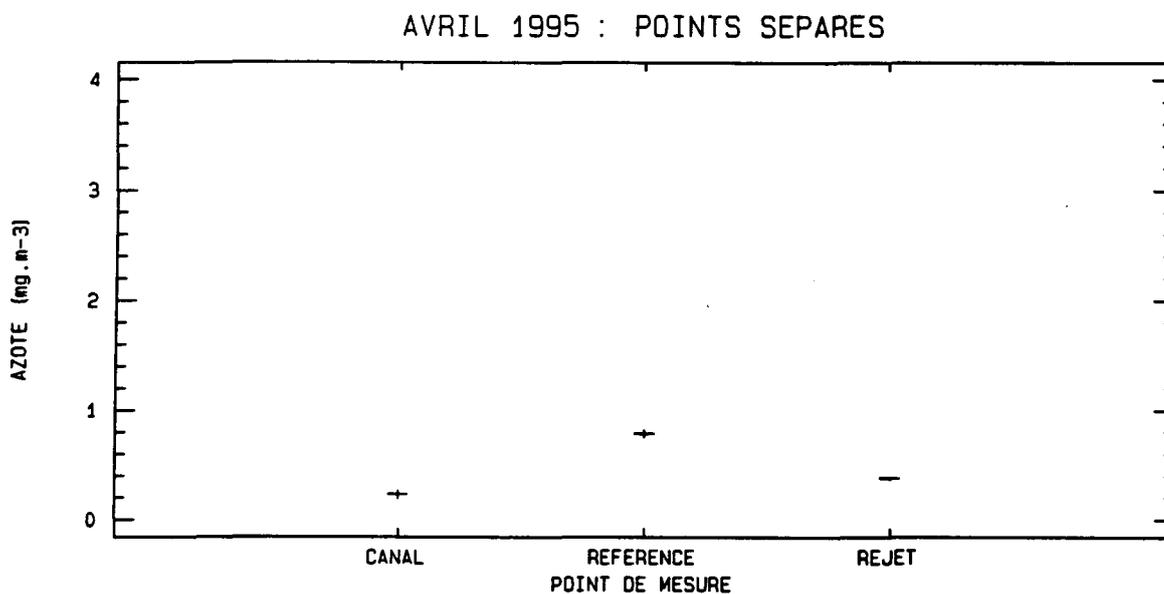
Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	0,23	0,04	3,5
REFERENCE	6	0,79	0,03	15,5
REJET	6	0,38	0,01	9,5
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 15,16				
Niveau de signification = 5,11 E-4				

Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	q_{LW}	p'	$q_{0,05;cc; p'}$	Hypothèse d'égalité
1	REFERENCE - CANAL	5,50	3	3,314	REJETEE
2	REFERENCE - REJET	4,08	2	2,772	REJETEE
3	REJET - CANAL	4,08	2	2,772	REJETEE

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard



FLAMANVILLE 4 juillet 1995

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	13,63	1,11	7,8
REFERENCE	6	18,65	1,64	13,2
REJET	6	12,16	3,11	7,5

Test statistique de Kruskal-Wallis : $H = 4,26$
Niveau de signification = 0,12

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

JUILLET 1995 : POINTS SEPARES

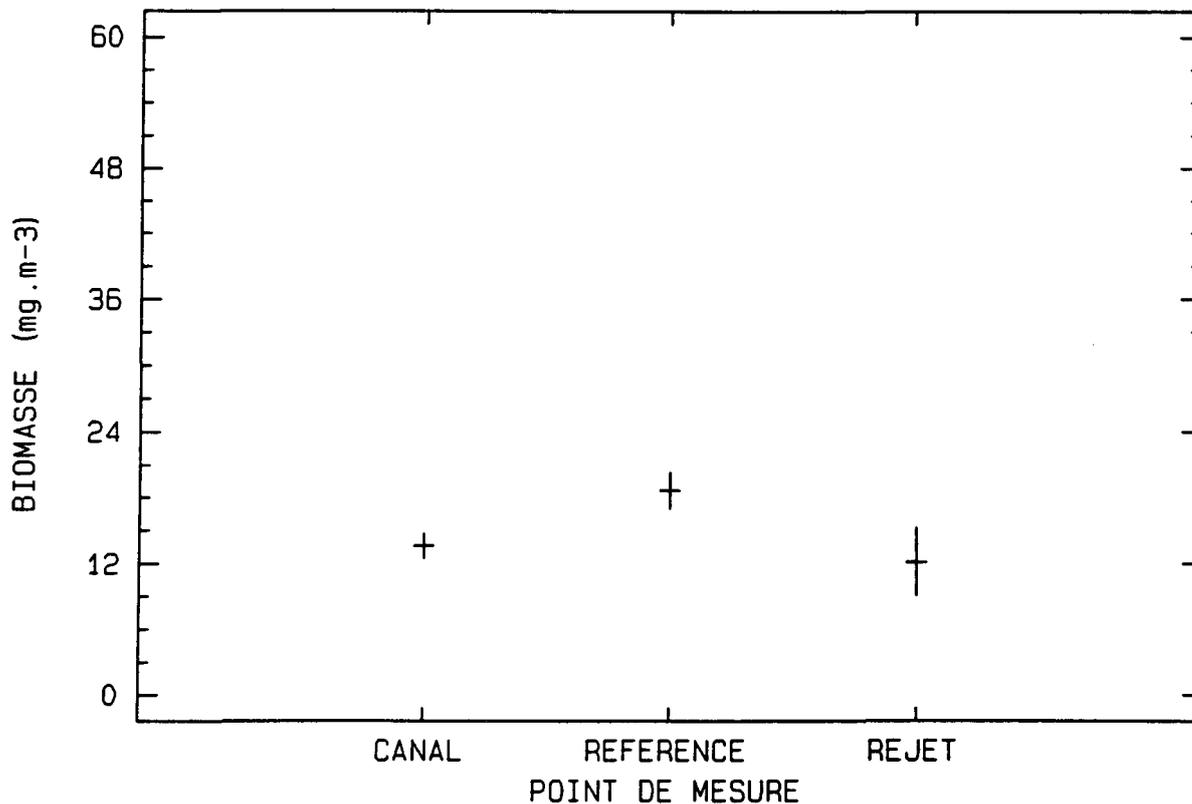


Planche 2.5

FLAMANVILLE 4 juillet 1995

CARBONE TOTAL

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	4,28	0,37	8,3
REFERENCE	6	6,19	0,60	14,2
REJET	6	3,26	0,77	6,0
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 7,45				
Niveau de signification = 0,02				

Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	q_{kw}	P'	$q_{0,05;oc; p'}$	Hypothèse d'égalité
1	REFERENCE - REJET	3,75	3	3,314	REJETEE
2	REFERENCE - CANAL	3,96	2	2,772	REJETEE
3	CANAL - REJET	1,59	2	2,772	ACCEPTEE

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

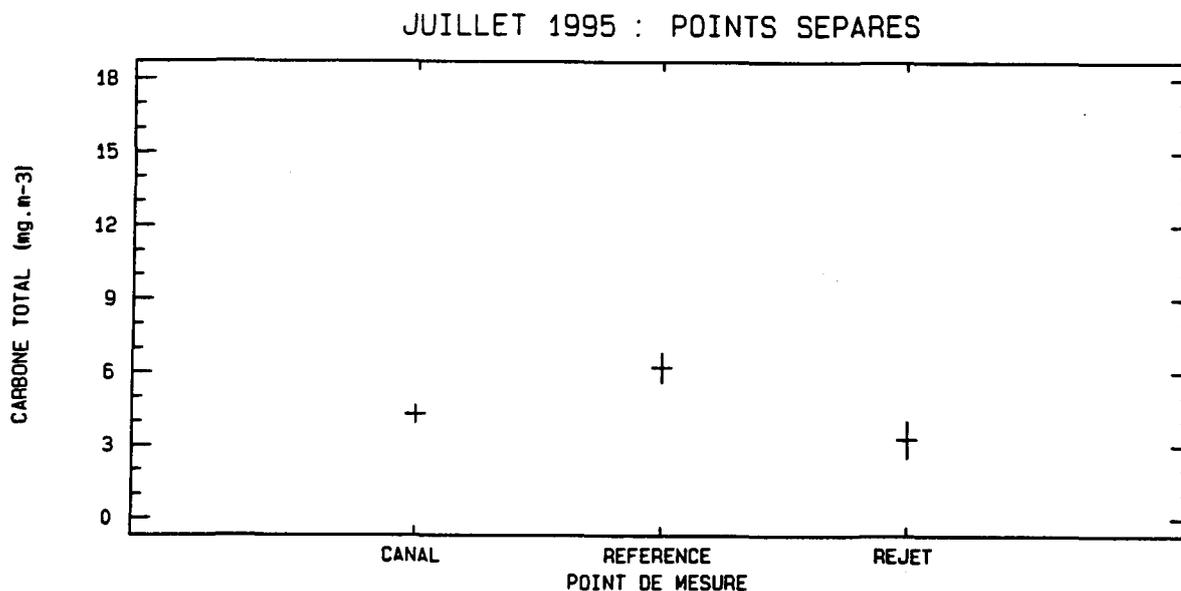


Planche 2.6

FLAMANVILLE 4 juillet 1995

AZOTE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

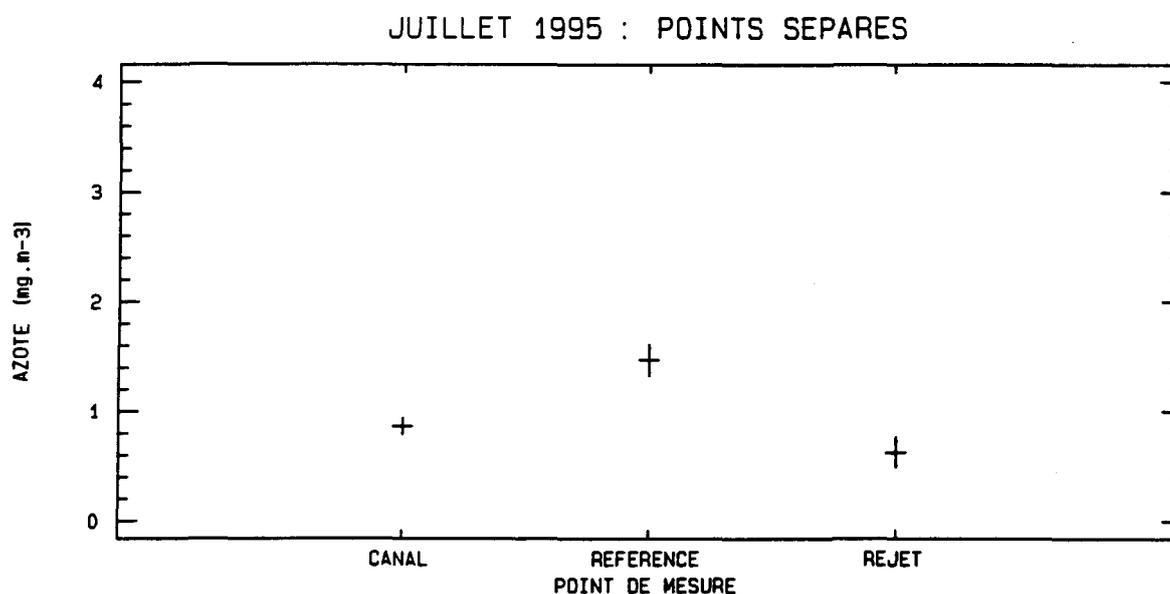
Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	0,86	0,08	8,5
REFERENCE	6	1,47	0,14	14,7
REJET	6	0,62	0,14	5,3
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 9,48				
Niveau de signification = 8,72 E - 3				

Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	q_{kw}	p'	$q_{0,05;0C; p'}$	Hypothèse d'égalité
1	REFERENCE - REJET	4,28	3	3,314	REJETEE
2	REFERENCE - CANAL	4,19	2	2,772	REJETEE
3	CANAL - REJET	2,15	2	2,772	ACCEPTEE

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard



FLAMANVILLE 18 Septembre 1995

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	8,75	0,97	9,8
REFERENCE	6	12,14	0,45	15,2
REJET	6	4,65	0,21	3,5
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 14,36				
Niveau de signification = 7,61 E-4				

Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	q_{kw}	p'	$q_{0,05;oc;p'}$	Hypothèse d'égalité
1	REFERENCE - REJET	4,59	3	3,314	REJETEE
2	CANAL - REJET	4,30	2	2,772	REJETEE
3	REFERENCE - CANAL	2,49	2	2,772	ACCEPTEE

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

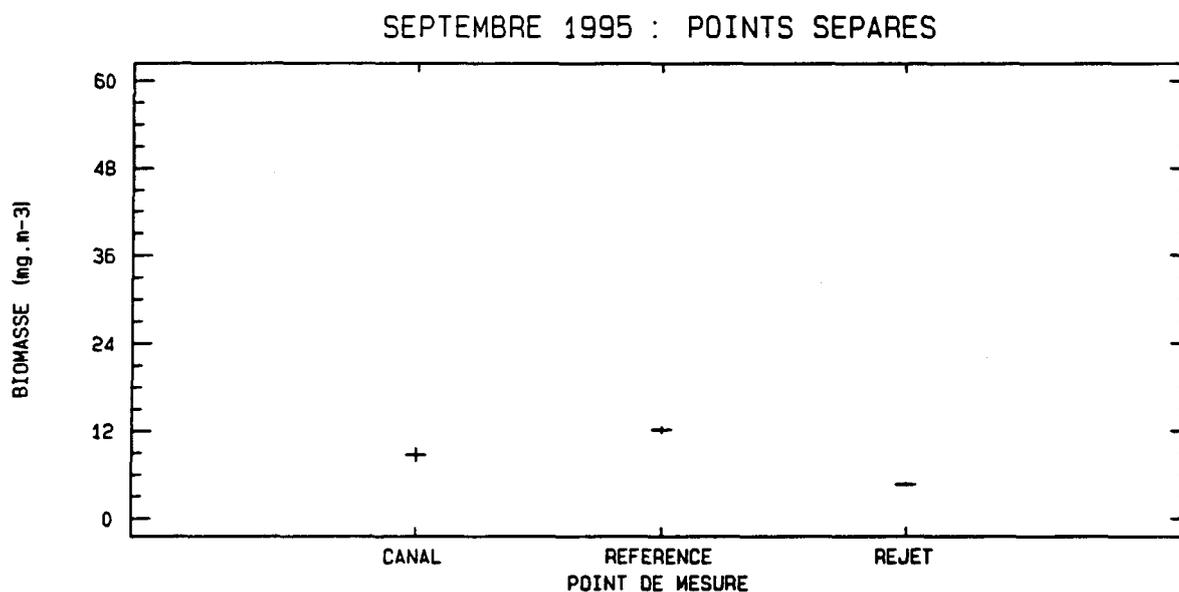


Planche 2.8

FLAMANVILLE 18 septembre 1995

CARBONE TOTAL

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

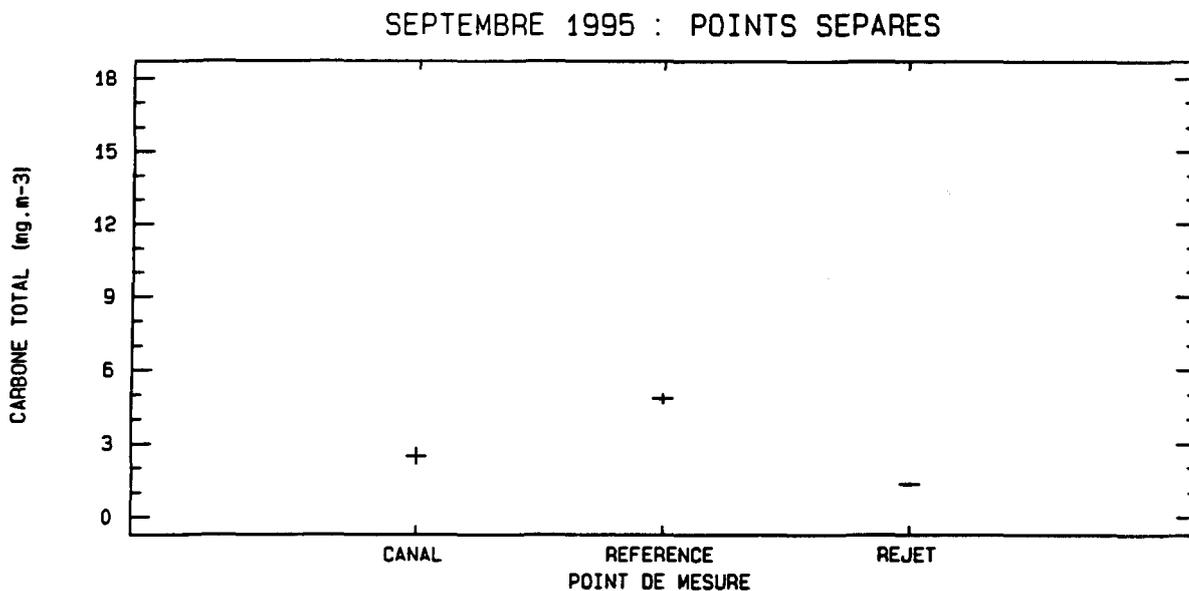
Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	2,47	0,34	9,5
REFERENCE	6	4,83	0,20	15,5
REJET	6	1,34	0,05	3,5
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 15,16				
Niveau de signification = 5,11 E-4				

Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	q_{kw}	p'	$q_{0,05;oc; p'}$	Hypothèse d'égalité
1	REFERENCE - REJET	5,50	3	3,314	REJETEE
2	REFERENCE - CANAL	4,08	2	2,772	REJETEE
3	CANAL - REJET	4,08	2	2,772	REJETEE

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard



FLAMANVILLE 18 septembre 1995

AZOTE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

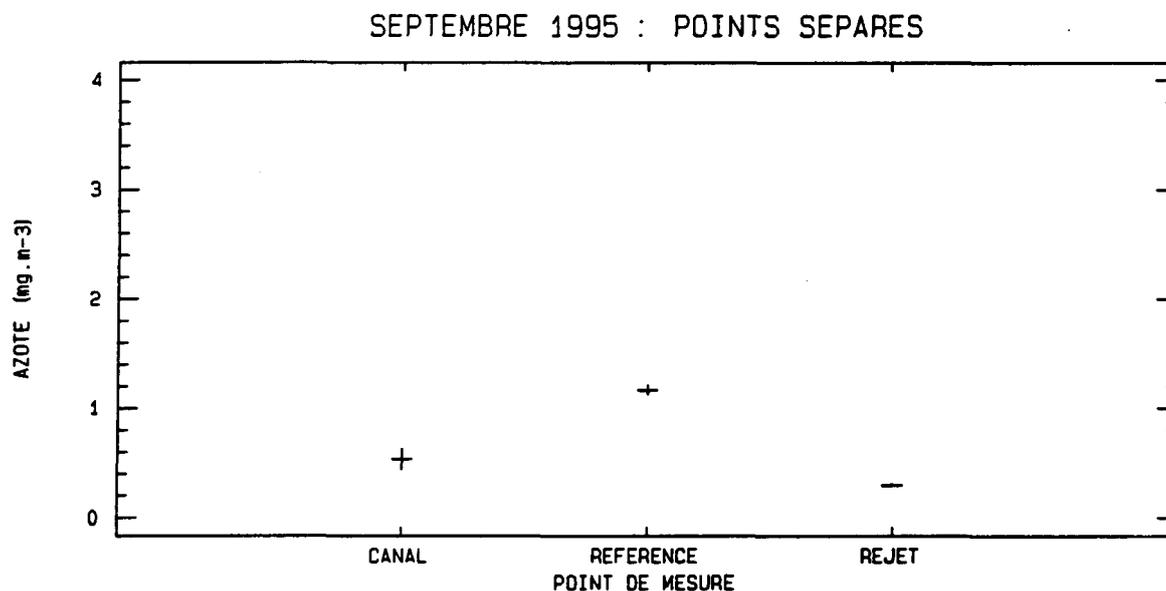
Station	N	Moyenne (mg.m-3)	et Erreur standard	Rang moyen
CANAL	6	0,53	0,09	8,8
REFERENCE	6	1,17	0,04	15,5
REJET	6	0,30	0,01	4,2
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 13,66				
Niveau de signification = 1,08 E-3				

Test non paramétrique de comparaison multiple

Etape	Station	q_{kw}	p'	$q_{0,05;cc; p'}$	Hypothèse d'égalité
1	REFERENCE - REJET	5,20	3	3,314	REJETEE
2	REFERENCE - CANAL	4,53	2	2,772	REJETEE
3	CANAL - REJET	3,17	2	2,772	REJETEE

Station	Groupes homogènes
CANAL	*
REJET	*
REFERENCE	*

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard



2.4.5. Interprétation biologique des variations spatiales en 1995 :

l'influence du facteur thermique (pl. 2.10 à 2.12)

Le diagramme température-salinité par colonne d'eau, codé pour les points canal (1), rejet (2), référence (4), groupés pour les mois d'avril, juillet et septembre 1995 montre un rassemblement des données dans les gammes de températures respectives de 10,0 -11,5 °C, 14,5-17,0°C, et 17,0-19,0 °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 1,4 °C en mars, 2,2 °C en juillet, et 1,8 °C en octobre.

D'un point de vue paramètres pondéraux globaux, nous constatons que :

- En avril, le point rejet présente des résultats en position intermédiaire entre ceux des points canal et référence.
- En juillet, les moyennes du point rejet sont plus basses que celles des autres points. Elles ne se distinguent statistiquement pas de celles du point canal.
- En septembre, le point rejet diffère des autres points par de faibles valeurs en biomasse, carbone total et azote.

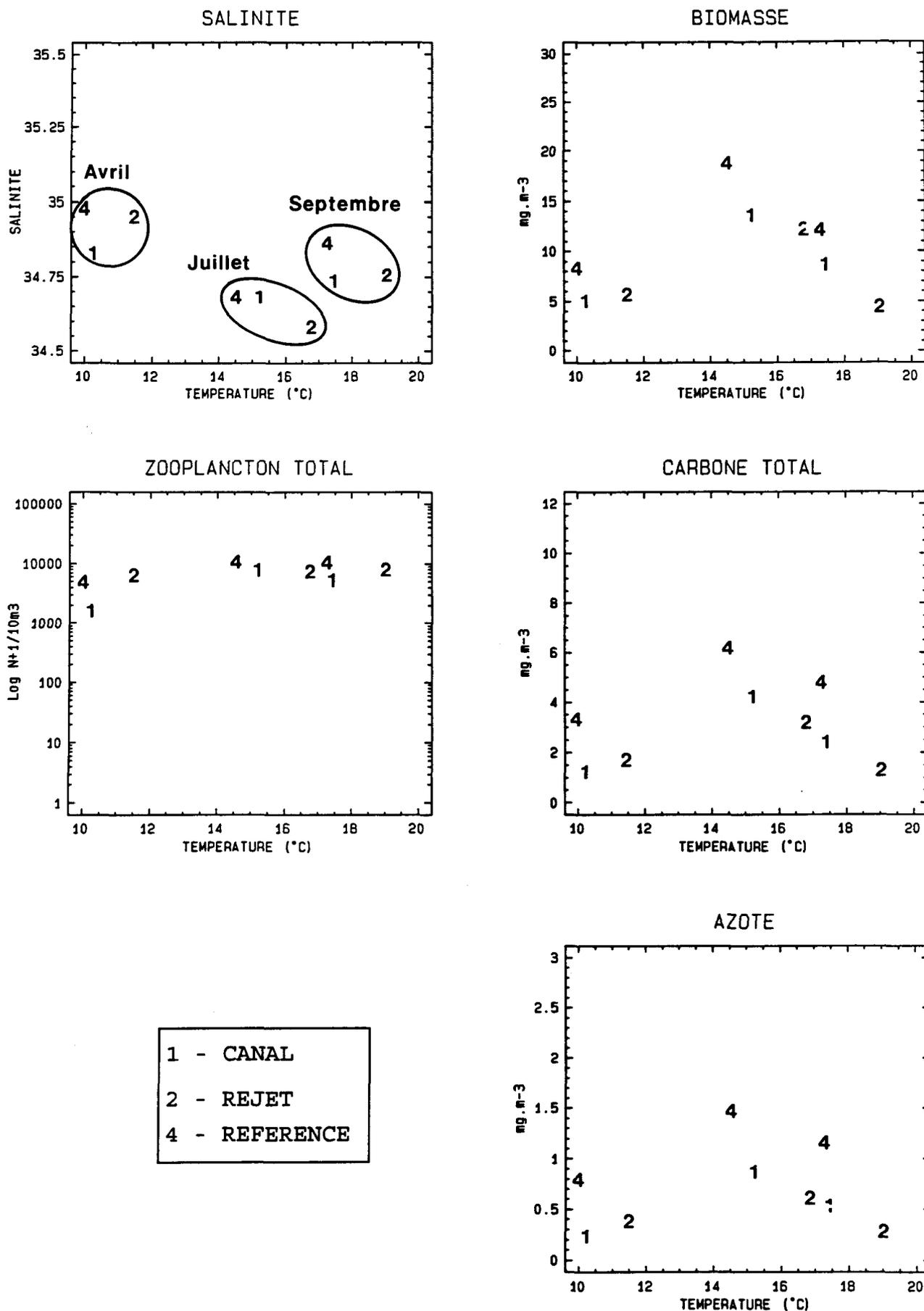
Sur ces trois périodes, le point référence montre des moyennes supérieures pour les trois paramètres étudiés.

D'un point de vue quantitatif global, la plus grande variation d'abondance zooplanctonique totale, pour chacune de ces périodes, concerne les points suivants :

- En avril, le point rejet avec 6 000 individus par 10 m^3 (ind. 10 m^{-3}) et le point canal avec 1 500 ind. 10 m^{-3} . Le point référence présente une valeur intermédiaire de 4 400 ind. 10 m^{-3} plus proche de celle du point rejet.
- En juillet, le point référence avec 9 700 ind. 10 m^{-3} et le point rejet avec 6 600 ind. 10 m^{-3} . Le point canal présente un résultat intermédiaire avec 7 000 ind. 10 m^{-3} , proche de celui du point rejet.
- En septembre, le point référence avec 9 500 ind. 10 m^{-3} et le point canal avec 5 100 ind. 10 m^{-3} . Le point rejet présente une valeur intermédiaire avec 7 400 ind. 10 m^{-3} .

La quantification du zooplancton total montre que le rejet présente des abondances inférieures aux autres points uniquement en juillet. 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 80 % de la faune planctonique totale sur chacune des périodes étudiées.

Planche 2.10 : DIAGRAMMES DES DIFFERENTS PARAMETRES EN FONCTION DE LA TEMPERATURE - FLAMANVILLE 1995 -



2.4.5.1. Avril 1995

Les moyennes pondérales (biomasse, carbone total, azote) du point rejet sont situées dans la fourchette de celles des points non impactés (canal, référence). Le zooplancton total y est le plus abondant. Ce point se caractérise par une situation pondérale globalement faible, proche du point canal, et une situation quantitative globalement forte, proche du point référence.

Cela correspond à la présence de nombreux petits individus de faibles poids au point rejet : les *nauplii* de Cirripèdes représentent plus des deux-tiers de la population totale aux points rejet et canal (4 360 ind.10 m⁻³ au point rejet, 1 470 ind.10 m⁻³ au point référence, 980 ind.10 m⁻³ au point canal). Par contre, les Copépodes, plus lourds, dominent au point référence (2 200 ind.10 m⁻³ au point référence, 400 ind.10 m⁻³ au point rejet, 140 ind.10 m⁻³ au point canal).

L'espèce thermophile *Oikopleura dioica* abonde au point rejet (520 ind.10 m⁻³ au point rejet, 340 ind.10 m⁻³ au point référence, 20 ind.10 m⁻³ au point canal). D'autres groupes sont également plus nombreux au point rejet qu'aux points canal et référence : les Cnidaires (respectivement 290 ind.10 m⁻³, 20 ind.10 m⁻³, 10 ind.10 m⁻³), les Décapodes (respectivement 100 ind.10 m⁻³, 4 ind.10 m⁻³, 50 ind.10 m⁻³), et dans une moindre mesure, les *Cypris* de Cirripèdes (respectivement 70 ind.10 m⁻³, 65 ind.10 m⁻³, 30 ind.10 m⁻³), les Mollusques (respectivement 20 ind.10 m⁻³, 7 ind.10 m⁻³, absence), et les oeufs de Poissons (respectivement 20 ind.10 m⁻³, 10 ind.10 m⁻³, 5 ind.10 m⁻³).

Les trois principaux groupes (Cirripèdes, Copépodes, Appendiculaires) représentent 82 à 91 % du zooplancton total en avril 1995 pour l'ensemble des points étudiés. Sur le plan quantitatif spécifique, et en dehors des Copépodes et des Annélides (70 ind.10 m⁻³ au point rejet, 110 ind.10 m⁻³ au point référence, 160 ind.10 m⁻³ au point canal) moins abondants au point rejet qu'au point référence, la masse d'eau du point rejet semble propice aux espèces présentes.

2.4.5.2. Juillet 1995

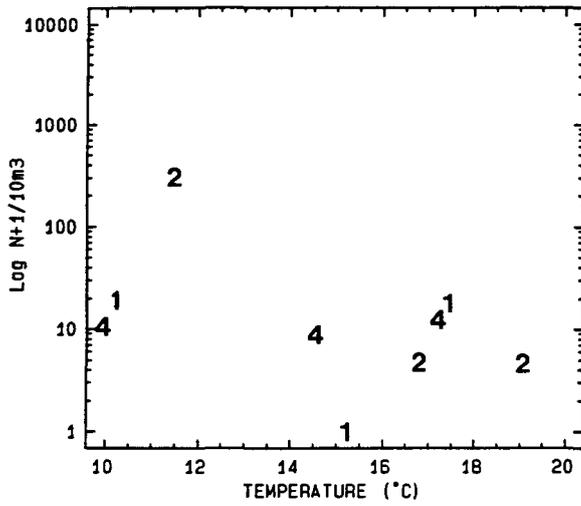
Les moyennes, pondérales (biomasse, carbone total, azote) et quantitative (zooplancton total), sont les plus faibles au point rejet et les plus fortes au point référence. Le plus grand écart thermique correspond également à ces deux points. Les plus grands écarts pondéraux et quantitatif globaux coïncident avec le plus grand écart thermique, situation la plus favorable *a priori* pour détecter un éventuel impact.

L'étude statistique sur les résultats pondéraux ne permet pas de dissocier le point rejet (impacté) du point canal (non impacté). La quantité de zooplancton total au point rejet, bien qu'elle soit la plus faible, est du même ordre de grandeur qu'au point canal, et les répartitions

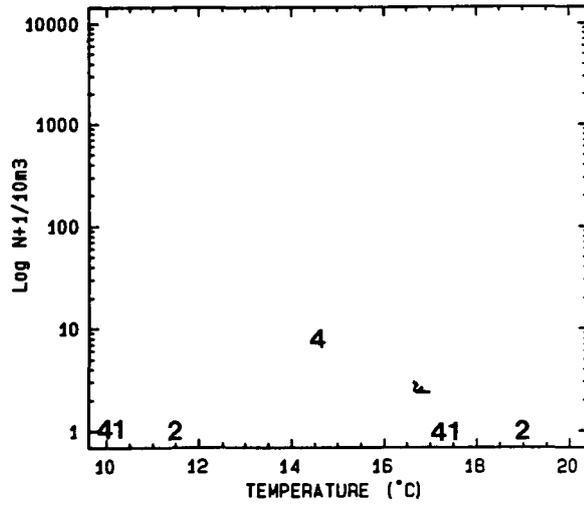
Planche 2.11 : DIAGRAMMES DES DIFFERENTS PARAMETRES EN FONCTION DE LA TEMPERATURE - FLAMANVILLE 1995

1 - CANAL 2 - REJET 4 - REFERENCE

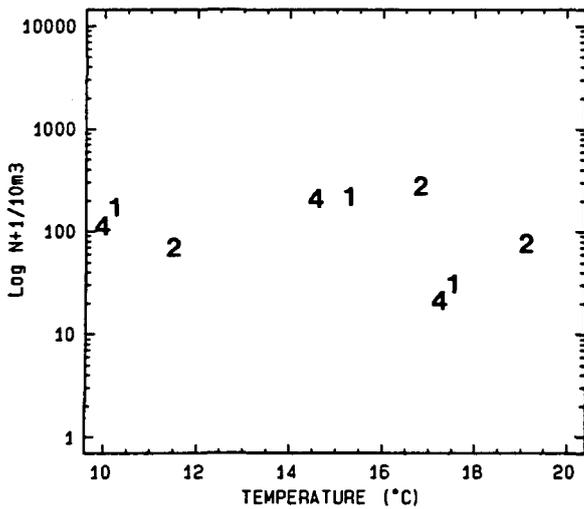
CNIDAIRES



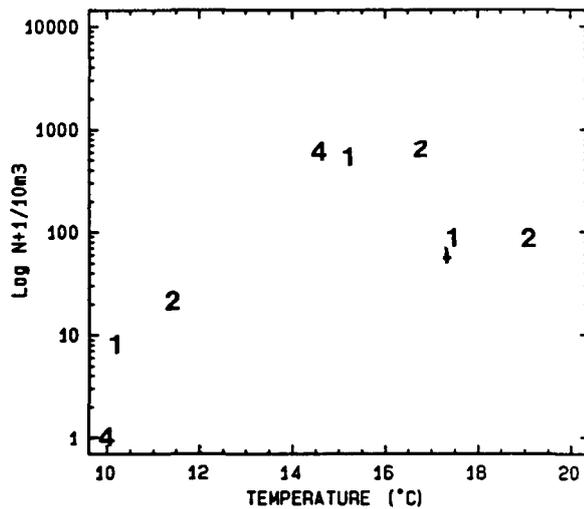
CTENAIRES



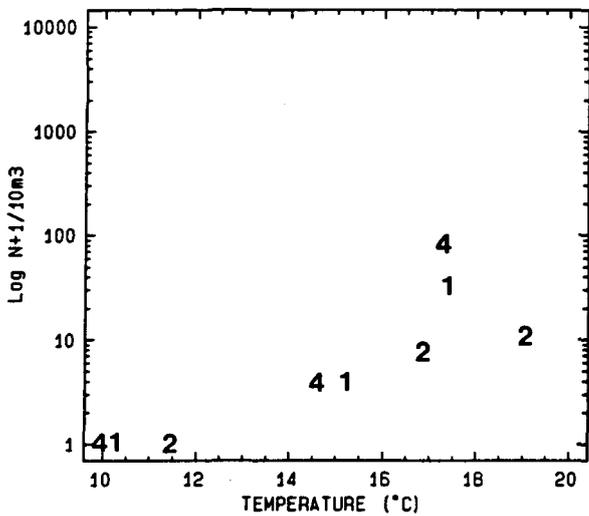
ANNELIDES



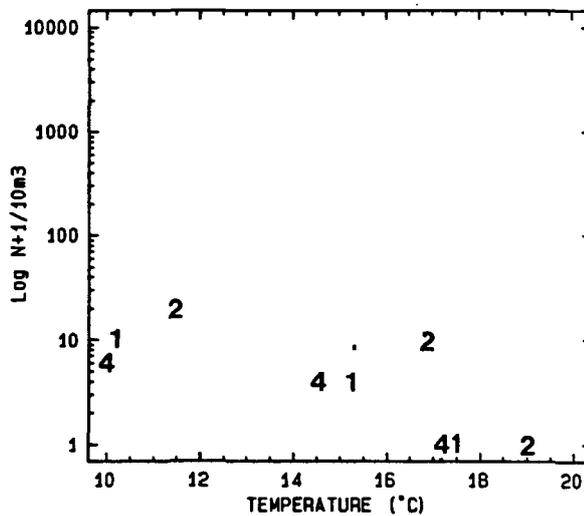
MOLLUSQUES



CHAETOGNATHES



OEUFS DE POISSONS



faunistiques y sont assez semblables. Cela nous empêche de retenir l'hypothèse d'un effet globalement néfaste du panache échauffé.

Le point référence se distingue principalement des deux autres points canal et rejet par un plus grand nombre de Copépodes (respectivement 7 380, 4 750 et 4 050 ind.10 m⁻³), de Décapodes (respectivement 430, 160 et 170 ind.10 m⁻³), et dans une moindre mesure de Cnidaires (respectivement 8 ind.10 m⁻³, absence, et 4 ind.10 m⁻³), et de Cténaires (respectivement 7 ind.10 m⁻³, absence, et 2 ind.10 m⁻³). Il comprend moins de Cirripèdes (respectivement 180, 390 et 340 ind.10 m⁻³), d'Annélides et d'*Oikopleura dioica*.

Au point rejet, *Oikopleura dioica* (1030 ind.10 m⁻³ au point rejet, 930 ind.10 m⁻³ au point canal, 800 ind.10 m⁻³ au point référence), les Mollusques (660 ind.10 m⁻³ au point rejet, 530 ind.10 m⁻³ au point canal, 580 ind.10 m⁻³ au point référence), les Annélides (280 ind.10 m⁻³ au point rejet, 210 ind.10 m⁻³ au point canal, 210 ind.10 m⁻³ au point référence), et les oeufs de Poissons (10 ind.10 m⁻³ au point rejet, 3 ind.10 m⁻³ au point canal, 3 ind.10 m⁻³ au point référence), et les Chaetognathes (7 ind.10 m⁻³ au point rejet, 3 ind.10 m⁻³ au point canal, 3 ind.10 m⁻³ au point référence), sont plus abondants qu'aux autres points.

Pour les trois points, l'ensemble des Copépodes, Appendiculaires, et Cirripèdes représentent 82 à 87 % de la faune totale. Seuls les Copépodes sont moins nombreux au point rejet qu'aux autres points, mais leur abondance est proche de celle du point canal.

2.4.5.3. Septembre 1995

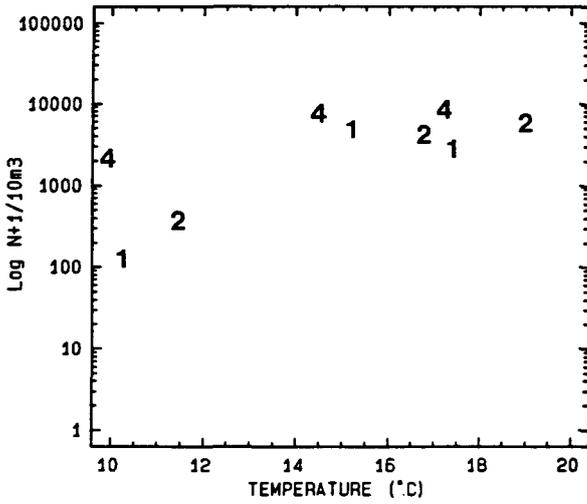
Une tendance à l'hétérogénéité spatiale apparaît pour les paramètres pondéraux globaux en septembre 1995. Elle est plus marquée pour le carbone total et l'azote. Elle concerne principalement le point rejet, dont les moyennes sont les plus basses en biomasse, carbone total, et azote. Au point rejet la quantité de zooplancton total est située dans la gamme de celles des points non impactés (canal et référence).

L'écart quantitatif le plus important correspond aux points référence et canal. Les Copépodes, groupe dominant à tous les points (de 55 à 90 % de la population totale), sont surtout concernés avec respectivement 8 350 et 2 800 ind.10 m⁻³. Le point rejet montre une valeur intermédiaire de 6 200 ind.10 m⁻³. Le second groupe dominant au point référence est celui des Décapodes (en ind.10 m⁻³ : 600 au point référence, 140 au point canal, 50 au point rejet) ; les Chaetognathes y sont également plus nombreux (80 ind.10 m⁻³ au point référence, 30 au point canal, 10 au point rejet). Copépodes, Décapodes et Chaetognathes constituent une biomasse importante au point référence par rapport aux autres points.

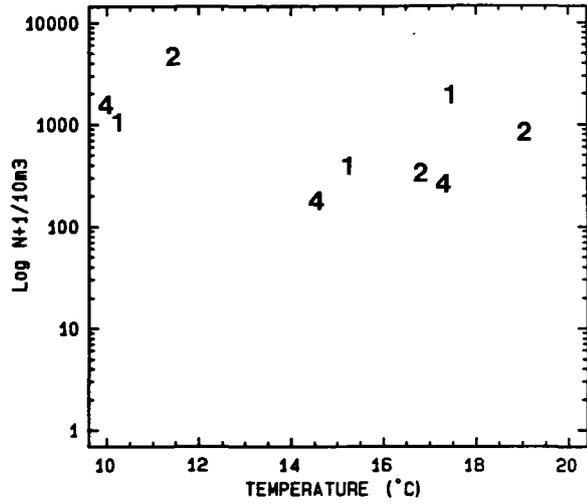
Planche 2.12 : DIAGRAMMES DES DIFFERENTS PARAMETRES EN FONCTION DE LA TEMPERATURE - FLAMANVILLE 1995

1 - CANAL 2 - REJET 4 - REFERENCE

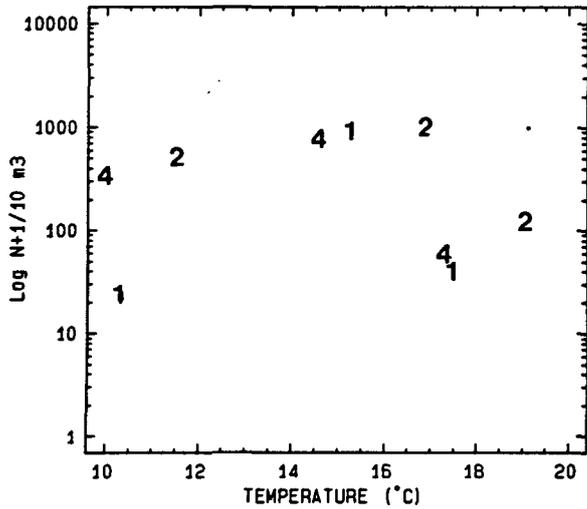
COPEPODES



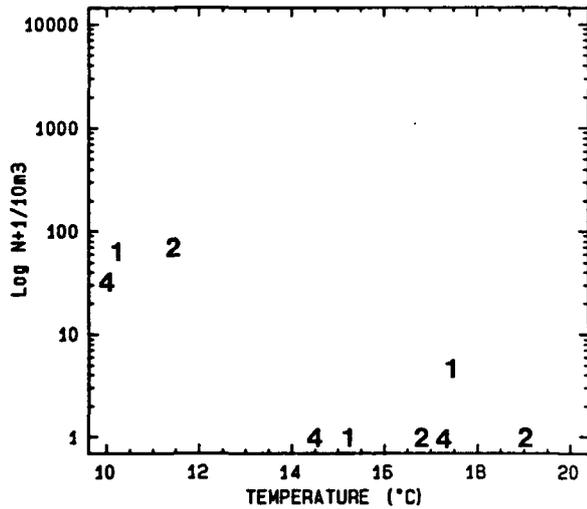
NAUPLII DE CIRRIPEDES



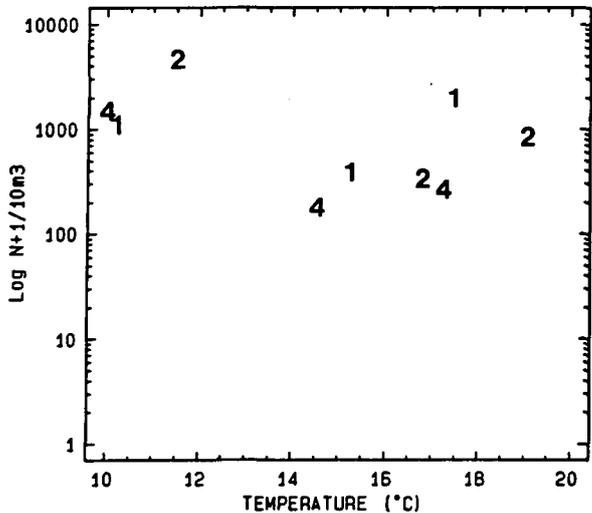
DIKOPLEURA DIOICA



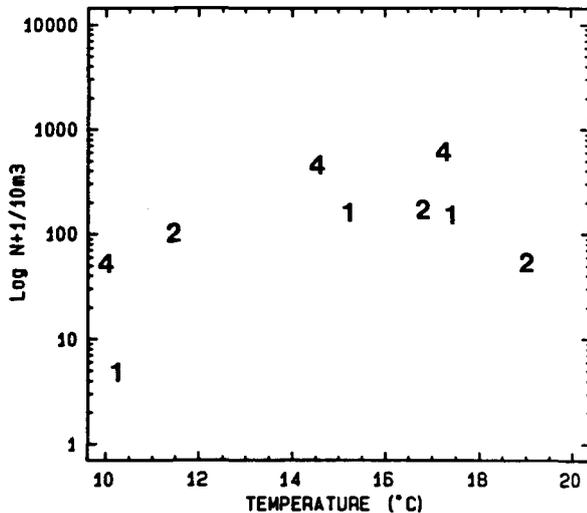
CYPRIS DE CIRRIPEDES



CIRRIPEDES



DECAPODES



Les *nauplii* de Cirripèdes sont le second groupe dominant aux points canal et rejet, avec respectivement 1 890 ind.10 m⁻³ et 850 ind.10 m⁻³. Le point référence n'en comprend que 260 ind.10 m⁻³. De petite taille, ils constituent une faible biomasse ; leur forte abondance au point canal et rejet ne permet pas de compenser les écarts pondéraux globaux observés entre ces points et le point référence.

Les *Oikopleura dioica* sont plus abondants au point rejet qu'au points canal et référence (respectivement 130 ind.10 m⁻³, 40 ind.10 m⁻³, 60 ind.10 m⁻³). Il en est de même pour les Annélides (respectivement 80 ind.10 m⁻³, 30 ind.10 m⁻³, 20 ind.10 m⁻³). Les abondances sont plus faibles au point rejet qu'aux point canal et référence pour les Décapodes et les Chaetognathes, ainsi que pour les Cnidaires (respectivement 4 ind.10 m⁻³, 20 ind.10 m⁻³, 10 ind.10 m⁻³).

Sur les trois points étudiés, 92 à 97 % de la faune zooplanctonique est constituée de Copépodes, Appendiculaires et Cirripèdes. Au point rejet, Décapodes, Chaetognathes et Cnidaires présentent des moyennes pas plus de trois fois inférieures à celles des autres points.

2.4.6. En résumé

L'étude statistique des variations spatiales en 1995 pour les paramètres pondéraux globaux du zooplancton a montré une hétérogénéité spatiale en avril, juillet et septembre, sauf pour la biomasse de juillet. Ces hétérogénéités spatiales sont dues principalement au point référence en avril et juillet, au point rejet en septembre. Le point référence montre les moyennes les plus fortes pour les trois paramètres (biomasse, carbone total, azote) en avril, juillet et septembre. Pour le point rejet, les moyennes pondérales sont plus basses qu'au point canal en juillet et septembre, mais ne s'en écartent statistiquement qu'en septembre.

En ce qui concerne les populations zooplanctoniques, Copépodes, Cirripèdes et Appendiculaires représentent plus de 80% de la faune zooplantoniques. *Oikopleura dioica* est une espèce thermophile, mais fragile. Au point rejet, elle est en quantité supérieure à celle des autres points pour les trois périodes considérées. Le panache échauffé lui a été favorable pour les campagnes de mesures de 1995. Le point rejet présente des moyennes inférieures à celles du milieu naturel (canal, référence), pour les Annélides en avril, pour les Copépodes en juillet, et pour les Décapodes, les Chaetognathes et les Cnidaires en septembre. Mais, c'est en septembre seulement que ces faibles abondances s'écartent le plus de celles du milieu naturel, d'un facteur 3 environ.

Les résultats de l'année 1995 conduisent à l'hypothèse suivante. Les conditions favorables pour la détection d'un éventuel impact du panache échauffé semblent réunies en juillet, quand les plus grands écarts pondéraux et quantitatifs globaux coïncident avec l'écart thermique le plus grand entre les points rejet et référence. C'est pourtant en septembre que le point rejet est responsable de l'hétérogénéité spatiale. Il semble que ce n'est pas tant l'écart

thermique maximum entre point impacté et points non impactés, mais davantage les conditions thermiques optimales dépassées de chaque espèce qui pourrait avoir un effet néfaste sur les populations planctoniques animales.

		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		
1995		09-Avr	04-Jul	18-Sep	09-Avr	04-Jul	18-Sep	09-Avr	04-Jul	18-Sep
C M A N A L	d' I	104	230	124	<i>V. c.</i>	<i>V. a.</i>	<i>V. a.</i>	987 500	739 440	750 000
	A J	104	248	132	Abs	<i>V. p.</i>	<i>V. a.</i>	1 109 375	889 200	903 125
	E Moyenne	104	239	128	+	+	+	1 048 438	814 320	826 563
	N Ecart type	0	13	6				86 179	105 896	108 276
	E T eau °C	10,5	16,6	17,4						
	H prélevé	15h10	14h35	13h55						
P O I N T	K	68	166	80	<i>V. d.</i>	<i>V. a.</i>	<i>V. a.</i>	1 053 125	979 680	843 750
	L	80	200	60	-	Abs	<i>V. p.</i>	1 121 875	1 129 440	828 125
	E Moyenne	74	183	70	+	+	+	1 087 500	1 054 560	835 938
	J Ecart type	8	24	14				48 614	105 896	11 049
	T T eau °C	12,1	17,5	19,0						
	H prélevé	14h45	14h50	13h30						
P O I N T	E	48	130	34	Abs	Abs	Abs	387 450	318 240	303 125
	F	42	112	40	-	-	<i>V. a.</i>	462 500	287 040	296 875
	G	36	128	38	-	-	<i>V. p.</i>	725 000	249 600	275 000
	H	34	150	18	<i>V. d.</i>	-	<i>V. a.</i>	584 375	336 960	262 500
	E Moyenne	40	130	33	+	-	+	539 831	297 960	284 375
T Ecart type	6	16	10				147 729	38 254	18 923	
	T eau °C	9,8	17,1	17,4						
	H prélevé	14h15	14h20	14h30						

V. a. = *Vibrio alginolyticus*
V. c. = *Vibrio cholerae*
V. d. = *Vibrio damsela*
V. p. = *Vibrio parahaemolyticus*

Tableau 2.5 : Analyses microbiologiques réalisées en 1995 sur le site du C.N.P.E. 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-Oppenheim est préparé avec de la bactopectone 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 bactopectone 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 2.5)

2.5.2.1. Bactéries hétérotrophes.

Le dénombrement des germes revivifiables en milieu de Zobell fournit des valeurs moyennes par cm³ comprises entre 33 germes au point de référence en septembre et 239 au point canal d'aménée en juillet.

Sur la période 1987-1995 (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.

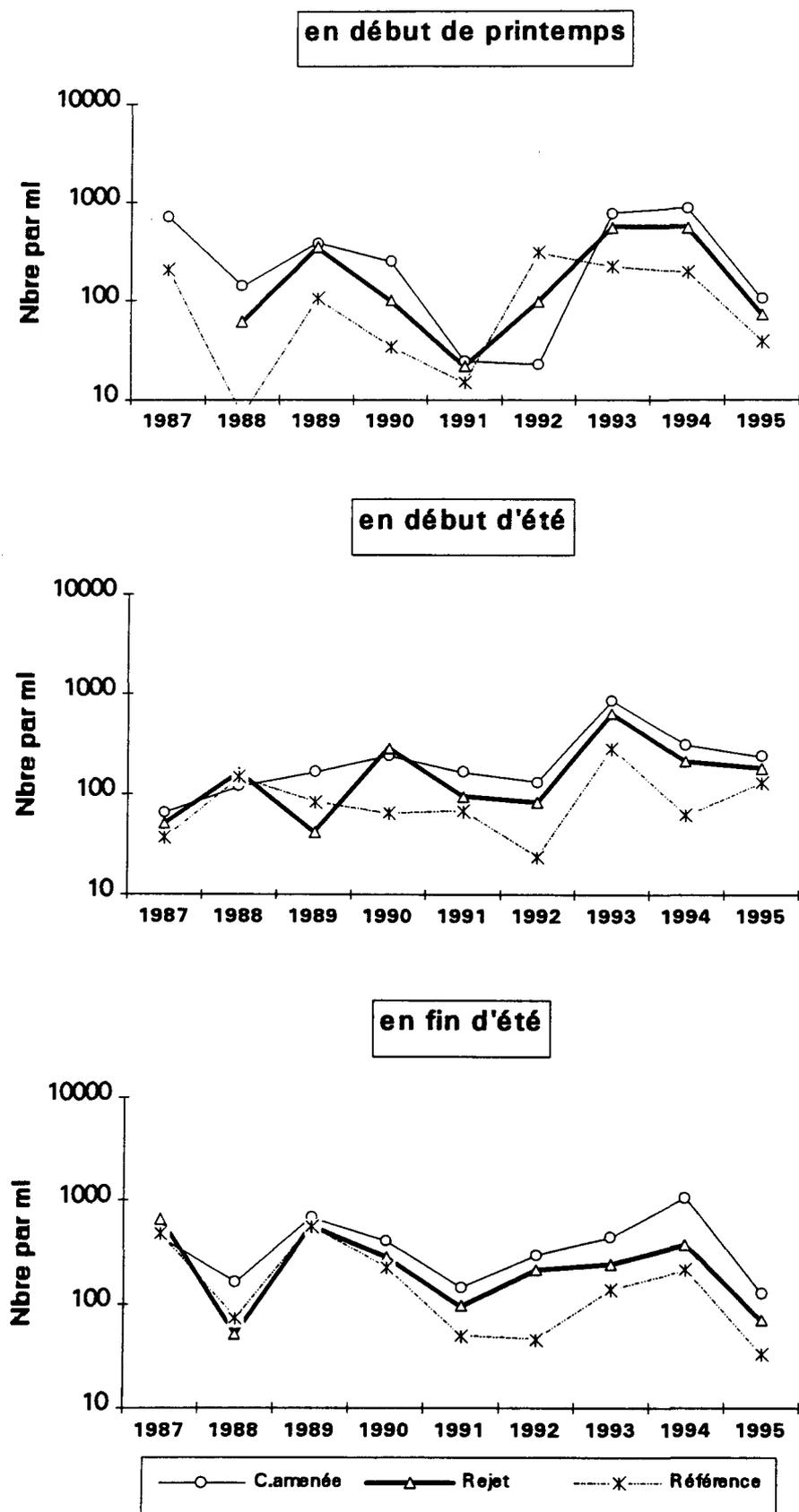


Fig 2.12 : Evolution des germes totaux de 1987 à 1995 au droit du C.N.P.E. de Flamanville

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

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

2.5.2.2. Germes totaux.

Le dénombrement microscopique des germes colorés à l'acridine orange donne des valeurs moyennes par cm³ de 892 000 en avril, 722 000 en juillet et 649 000 en septembre sur l'ensemble des trois points visités en 1995. Les valeurs, quoique du même ordre de grandeur, sont plus fortes à la côte qu'au large aux trois périodes, observation déjà mentionnée en 1994.

L'examen de l'évolution de ce paramètre de 1987 à 1995 (fig. 2.13) met en évidence :

- la particularité de l'année 1991, où de très faibles densités ($< 10^5 \text{.cm}^{-3}$) 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 détectable que depuis 1993.

2.5.2.3. Vibrions halophiles.

A l'exception du point référence en juillet, la présence de vibrions halophiles est notée en chaque point au cours des trois campagnes.

La particularité de cette année 1995 est la détermination de *Vibrio cholerae* dans le canal d'amenée en mars. L'identification de cette espèce a été faite par l'unité des entérobactéries de l'Institut Pasteur, le laboratoire départemental du Calvados ayant des doutes sur son identification préliminaire (*Vibrio parahaemolyticus*). Il s'agit ici de souches de *Vibrio cholerae* non O1, non O139 non toxinogènes. La présence de ce vibron dans le canal d'amenée est le signe d'un mauvais fonctionnement de la station d'épuration, de la Centrale, dont les eaux sont rejetées dans ce canal.

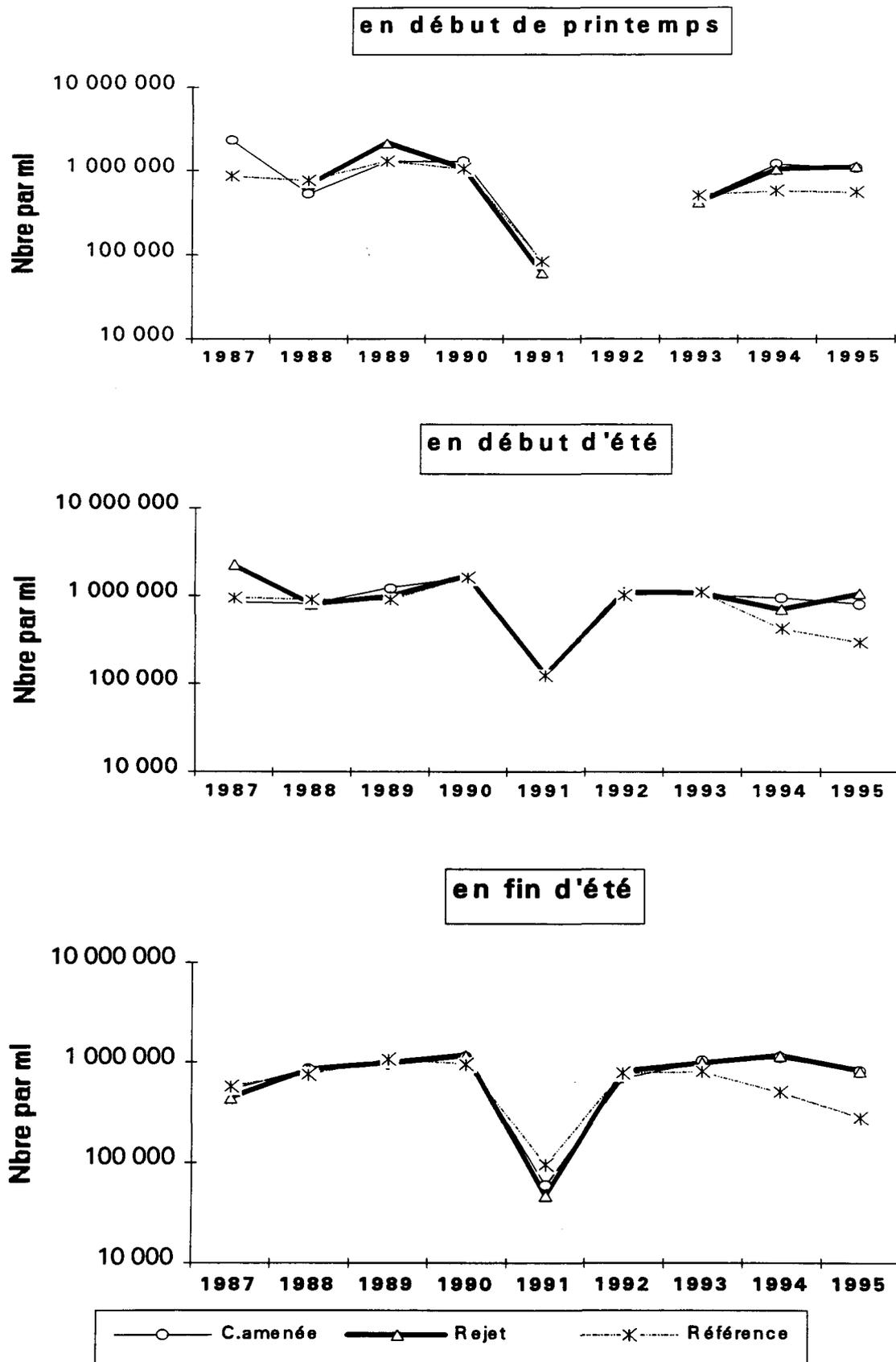


Fig. 2.13 : Evolution des germes colorés à l'acridine de 1987 à 1995 au droit du C.N.P.E. de Flamanville

Trois autres espèces de vibrions, faisant partie de la flore marine autochtone, sont également identifiées :

- *Vibrio damsela*, qui se trouve à la suite de surinfection de plaies ; c'est une souche pathogène pour les poissons ;
- *Vibrio alginolyticus* ;
- *Vibrio parahaemolyticus*, pathogène pour l'homme ; ce vibron peut en effet être la cause de gastro-entérite à la suite d'ingestion de coquillages contaminés.

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 depuis 1994 au droit du site de Flamanville.

D'après les documents transmis chaque mois par EDF, nous notons que l'électrochloration ne fonctionnait pas le 10 avril. Le 5 juillet, par contre, 1 512 kg de chlore ont été injectés dans le circuit de refroidissement de la tranche 2 (la tranche 1 étant en arrêt), soit une concentration de 0,511 mg de chlore par litre d'eau de mer. De même, le 19 septembre, 1 858 kg de chlore ont été injectés dans le circuit de refroidissement de la tranche 1 (la tranche 2 étant en arrêt), soit une concentration identique de 0,511 mg de chlore par litre d'eau de mer.

Les résultats obtenus en 1995 (tableau 2.6) montrent la détection, uniquement en septembre, d'un seul de ces composés, le bromoforme, dans l'un des deux répliquats prélevés au niveau des têtes de rejets. La concentration observée dans ce prélèvement est de 12 microgrammes par litre.

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.

Trihalométhanes 1995	Limite de détection	Canal d'aménée	Rejet	Référence
10 avril				
Chloroforme	1	(/)	(/)	(/)
Dichloromonobrométhane	1	(/)	(/)	(/)
Dibromomonochlorométhane	1	(/)	(/)	(/)
Bromoforme	4	(/)	(/)	(/)
5 juillet				
Chloroforme	1	(/)	(/)	(/)
Dichloromonobrométhane	1	(/)	(/)	(/)
Dibromomonochlorométhane	1	(/)	(/)	(/)
Bromoforme	4	(/)	(/)	(/)
19 septembre				
Chloroforme	1	(/)	(/)	(/)
Dichloromonobrométhane	1	(/)	(/)	(/)
Dibromomonochlorométhane	1	(/)	(/)	(/)
Bromoforme	4	(/)	(6)	(/)

Résultats exprimés en microgrammes par litre

(/) = composé non détecté

Tableau 2.6 : Analyses des trihalométhanes en 1995 sur le site du C.N.P.E. de Flamanville

3. LE DOMAINE BENTHIQUE

Etude et rapport réalisés au Centre **IFREMER** de **BREST** par :

Luc DRÉVÈS (Phytobenthos et Zoobenthos)

avec la collaboration de :

Jean-Dominique GAFFET

Erwan LE GALL

du Laboratoire DEL/Ecologie

3.1. PHYTOBENTHOS INTERTIDAL

Le peuplement de *Fucus serratus* du platier de Diélette (fig. 1.17 et 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, en fin d'hiver et en fin d'été.

L'espèce *Fucus serratus* devait 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.

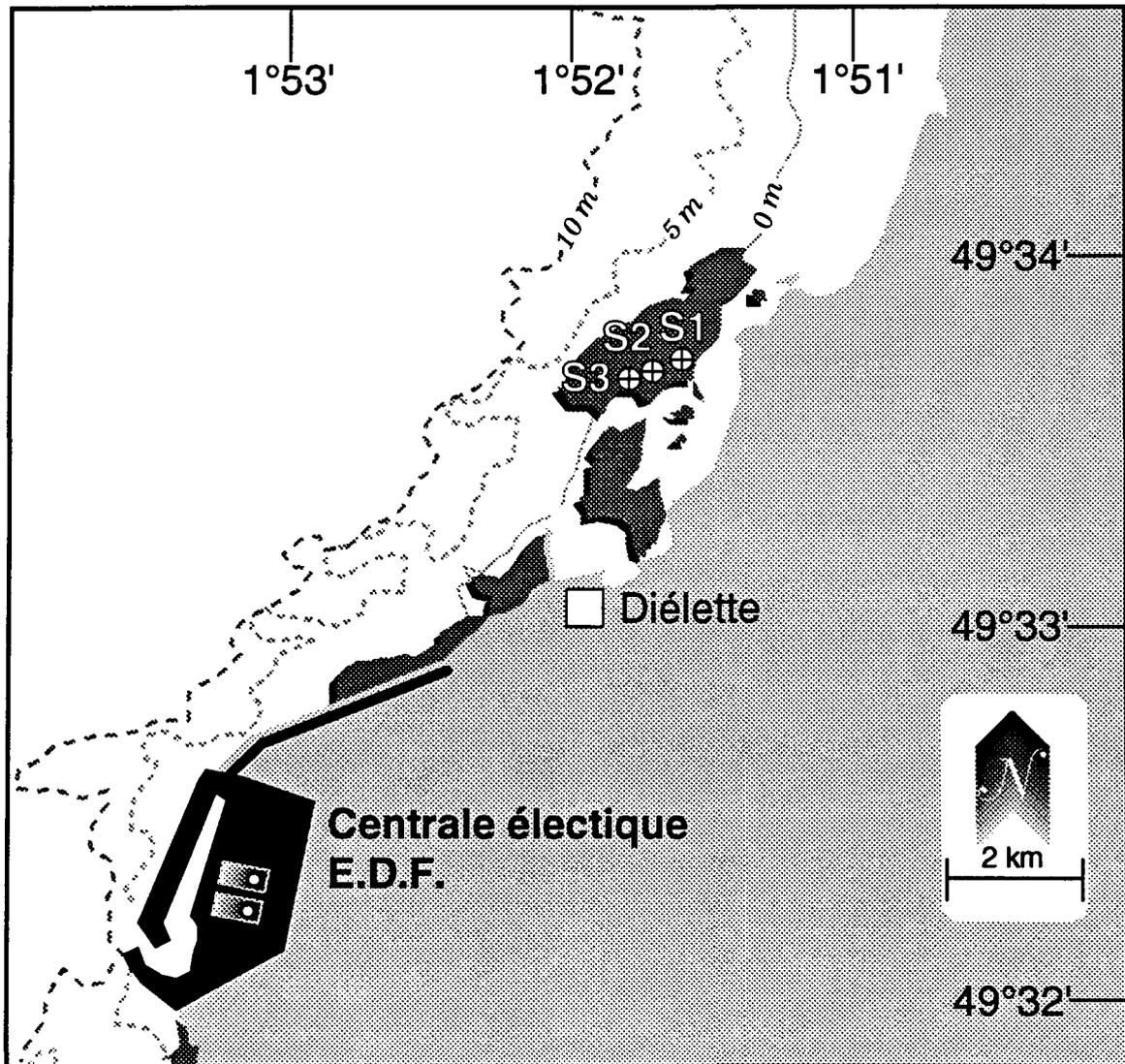


Fig. 3.1 : Flamanville - Platier de Diélette
Secteurs d'étude de *Fucus serratus*

Seuls les pieds pouvant soutenir une bague sont considérés. C'est pourquoi toute une catégorie parmi les plus jeunes individus 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, 200 en mars 1994, et enfin de 200 nouveaux stipes en mars 1995. Le 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, l'observation s'effectue généralement pendant 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 1995 (Fig.3.2 et 3.3) se situe, en poids sec par quart de m², entre 40 g et 126 g en mars, 135 g et 571 g en septembre.

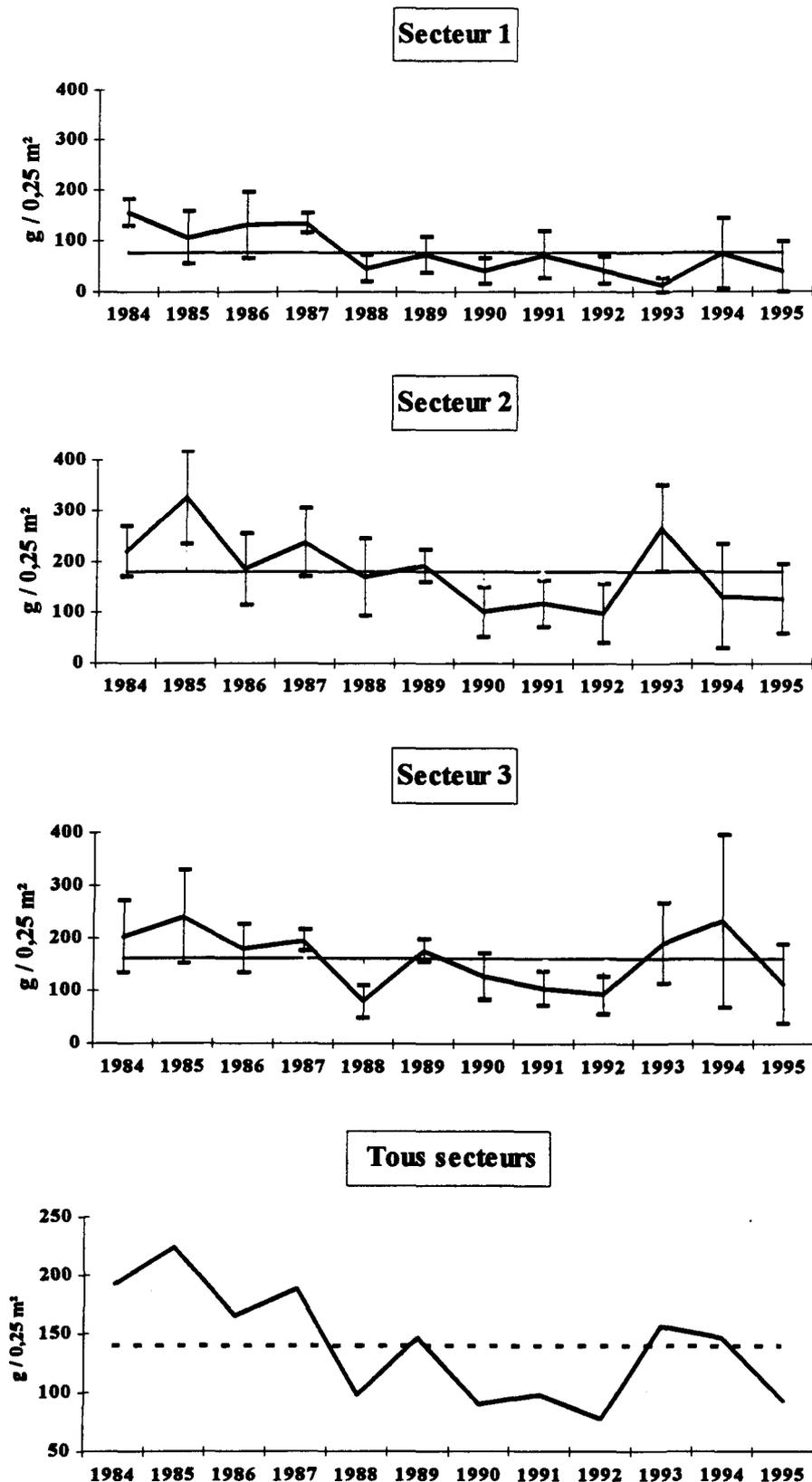


Fig. 3.2 : Evolution du poids sec de *Fucus serratus* en mars (moyenne et écart-type, comparés au stock moyen estimé sur la période 1984-1995)

L' accroissement normal de la biomasse de ce peuplement algale est donc observé de mars à septembre. Le phénomène est proportionnellement identique quel que soit le niveau bathymétrique (facteur multiplicatif de 3 à 4 entre ces deux périodes).

Aux deux périodes d'observations, tant en 1995 que sur la période 1983-1995, le maximum de biomasse s'observe 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.

Chaque secteur échantillonné étant représentatif du tiers du peuplement, l'estimation globale du stock sur l'ensemble du platier est aisément réalisable. Tous secteurs confondus, les valeurs les plus importantes de poids sec sont enregistrées en début d'étude (200 à 225 g par quart de m² en mars 1984 et 1985 ; aux environs de 500 g par quart de m² en septembre 1983 et 1984). Les estimations décroissent par la suite, les valeurs minimales étant enregistrées de 1990 à 1992, tant en fin d'hiver (70 g / 0,25 m²) qu'en fin d'été (200 g / 0,25 m²). En 1993, le phénomène s'inverse très nettement, une augmentation importante du stock est enregistrée. En mars, les poids secs notés en 1993 et 1994 sont supérieurs à la moyenne saisonnière estimée sur la période 1984-1995 (140 g / 0,25 m²), mais une nouvelle diminution est observée en 1995. En septembre, le stock reste constant au cours des trois dernières années et avoisine la moyenne saisonnière estimée de 1983 à 1995 (365 g / 0,25 m²).

Les fluctuations du stock de *Fucus serratus* sont moins désordonnées 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 à partir de 1993, surtout en fin d'été.

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.

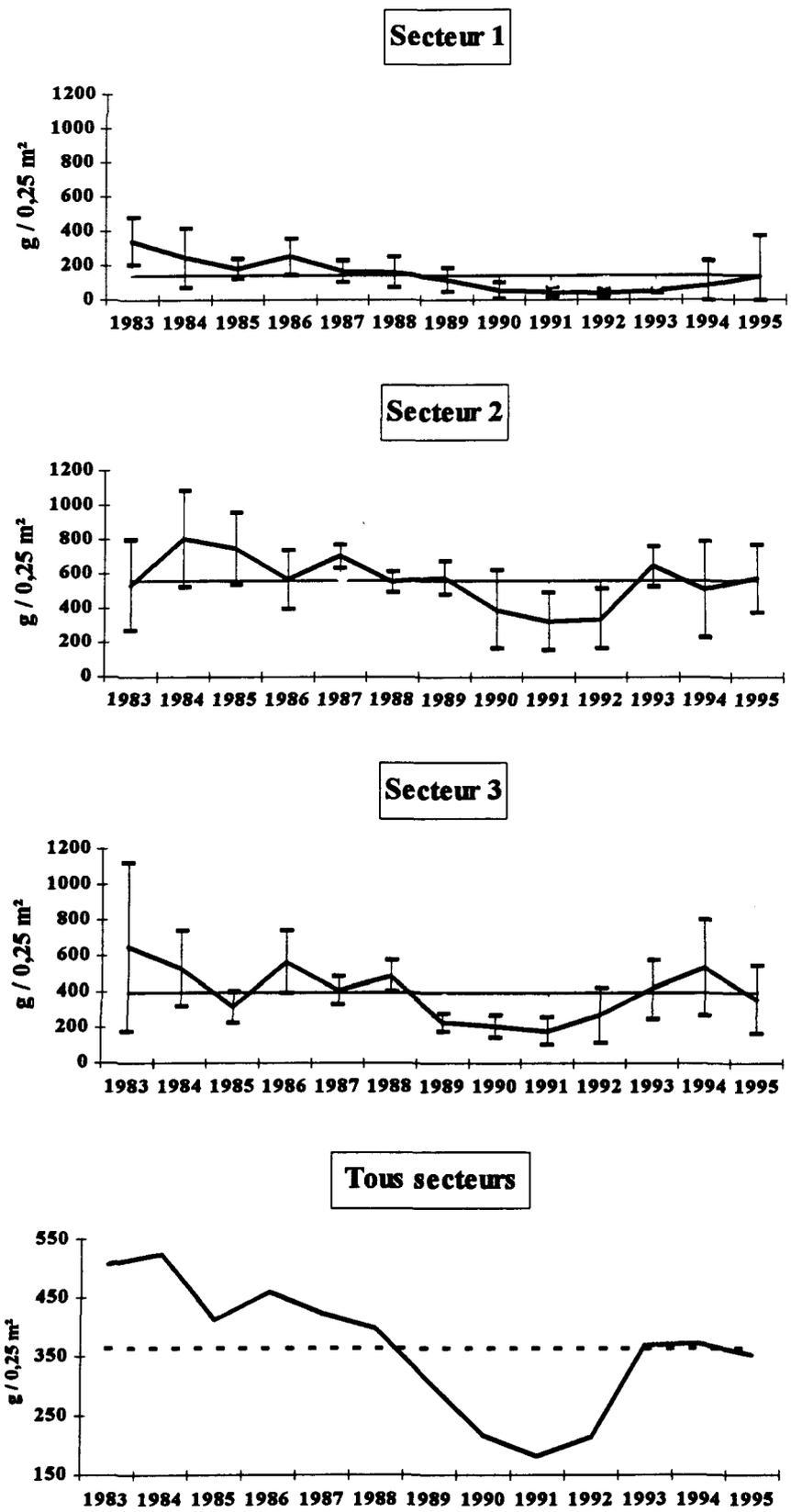


Fig. 3.3 : Evolution du poids sec de *Fucus serratus* en septembre (moyenne et écart-type, comparés au stock moyen estimé sur la période 1983-1995)

3.1.2.2. Dénombrement des algues baguées

Trois lots d'algues baguées, respectivement en mars 1993, mars 1994 et mars 1995, ont pu être suivis en 1995.

Sur les 250 pieds de *Fucus serratus* bagués en mars 1993, 5 (soit près de 2 % du lot initial) ont encore été retrouvés en mars 1995, et 2 (1 %) en septembre. Depuis 1987, aucun lot n'avait pu être suivi plus de deux ans.

Sur les 200 individus bagués en mars 1994, 47 (soit 24 % du lot initial) sont recensés en mars 1995, et 18 (9 %) en septembre suivant.

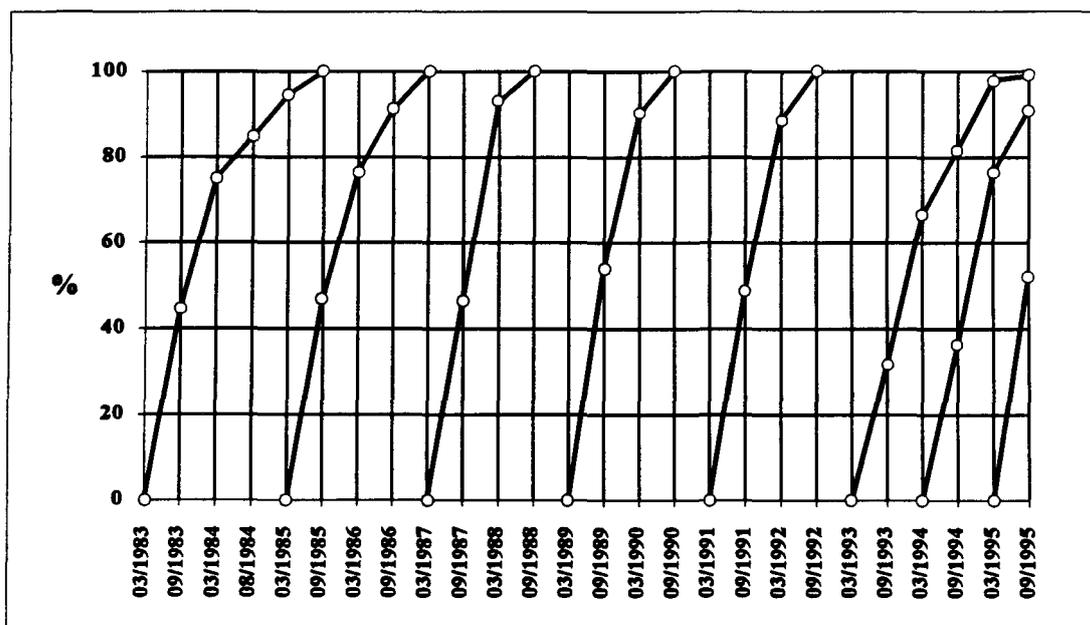


Fig. 3.4 : Dépopulation, en pourcentage, des individus bagués

Le taux de dépopulation au bout des 6 premiers mois est de 52 % en 1995. Ce taux varie entre 42 % et 58 % depuis 1983, à l'exception des années 1993 et 1994 où il était plus faible (respectivement 32 % et 36 %). Ces derniers pourcentages sont à rapprocher de l'observation effectuée sur les variations du stock mentionnées au chapitre 3.1.2.1.

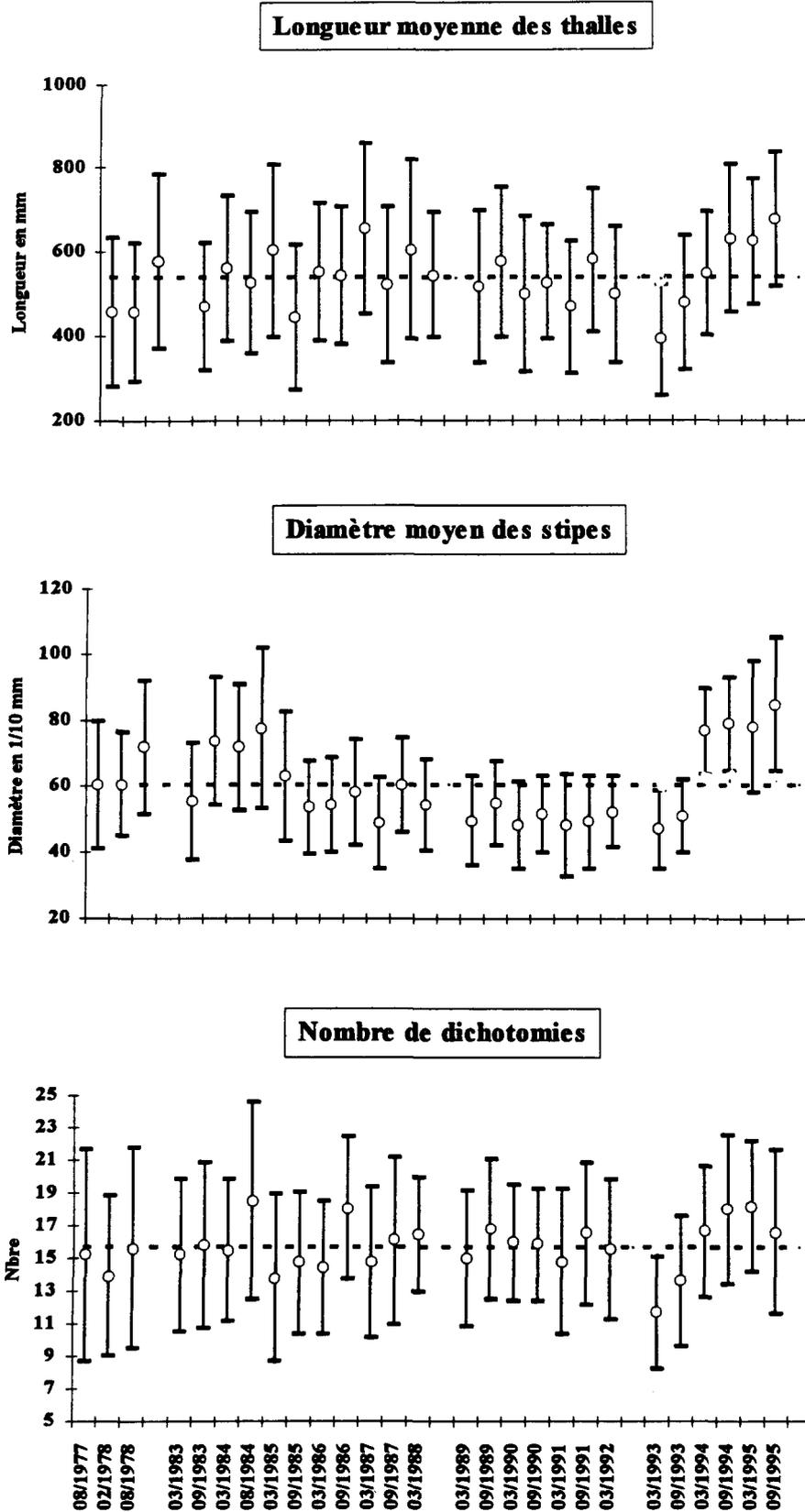


Fig. 3.5 : Evolution saisonnière des paramètres mesurés chez *Fucus serratus* à Diélette (moyenne et écart-type par rapport à la mesure moyenne estimée de 1983 à 1995)

3.1.2.3. Biométrie des algues baguées (Fig. 3.5)

*** Longueur des thalles.**

La croissance des algues se fait entre mars et septembre ; ceci explique l'augmentation de la longueur moyenne à cette période. 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 suivant, suivie d'une nouvelle augmentation en fin d'été.

La faible longueur moyenne des thalles notée en mars 1993 était le résultat du baguage d'une population plus jeune que les années précédentes. Le phénomène de "décroissance" automno-hivernale n'apparaît pas dans le suivi de ce lot et des deux plus récents, à l'exception d'une légère stagnation entre septembre 1994 (631 mm) et mars 1995 (623 mm).

L'observation des données de longueurs moyennes acquises depuis 1977 ne permet pas, pour l'instant, de conclure à une évolution de ce paramètre en relation avec le fonctionnement de la Centrale.

*** Diamètre des stipes.**

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

A compter de mars 1994, le diamètre moyen des individus bagués est supérieur ou égal à 7,7 mm. Notons, comme pour le paramètre précédent, une diminution très sensible du diamètre entre septembre 1994 (7,9 mm) et mars 1995 (7,8 mm). La valeur moyenne estimée en septembre 1995 (8,5 mm) est maximale sur ce site.

*** 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).

Par la suite, ce nombre croît régulièrement de mars 1994 (16,7) à mars 1995 (18,2). La baisse observée en septembre 1995 du nombre de dichotomies (16,6) va à l'encontre des observations effectuées sur les autres paramètres, tant état du stock que longueur et diamètre.

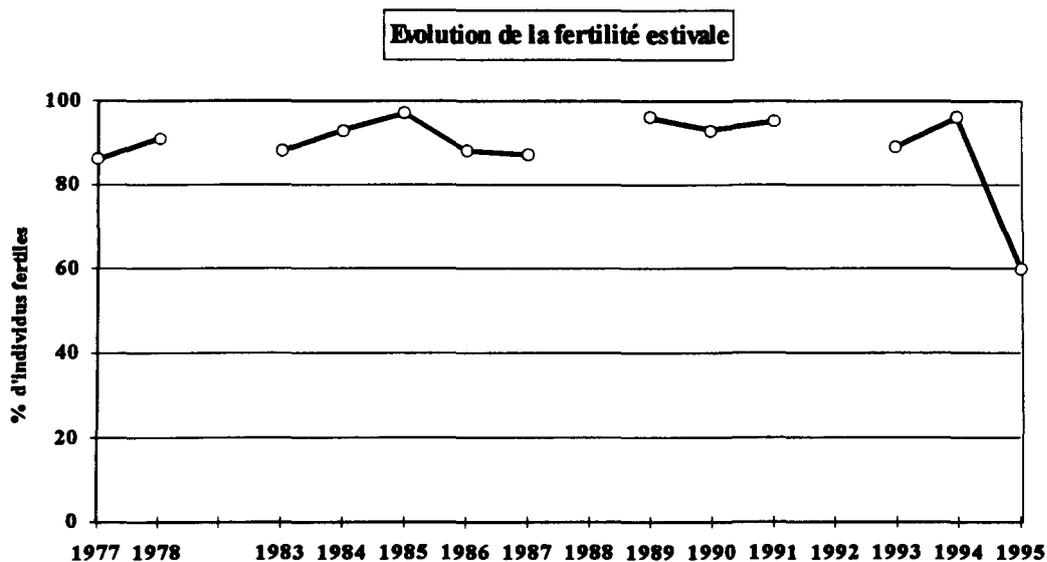
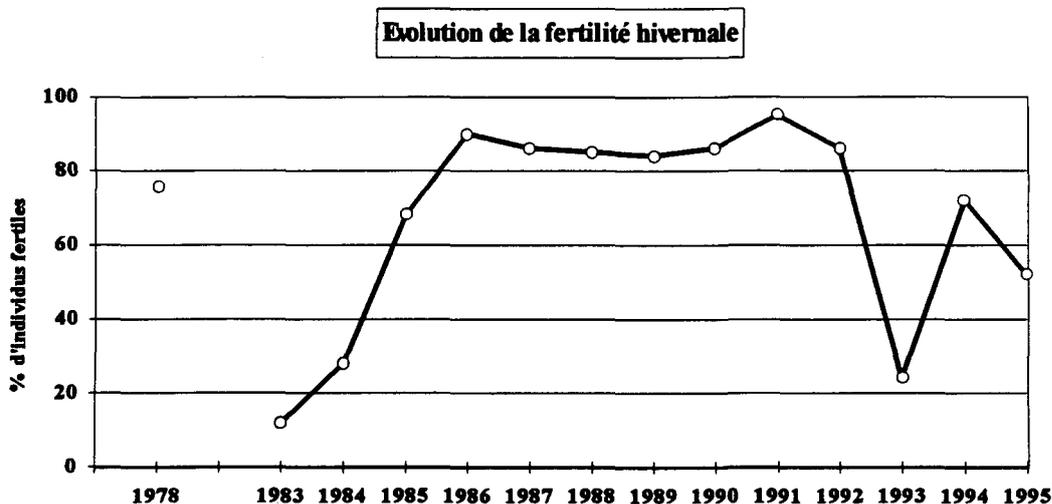
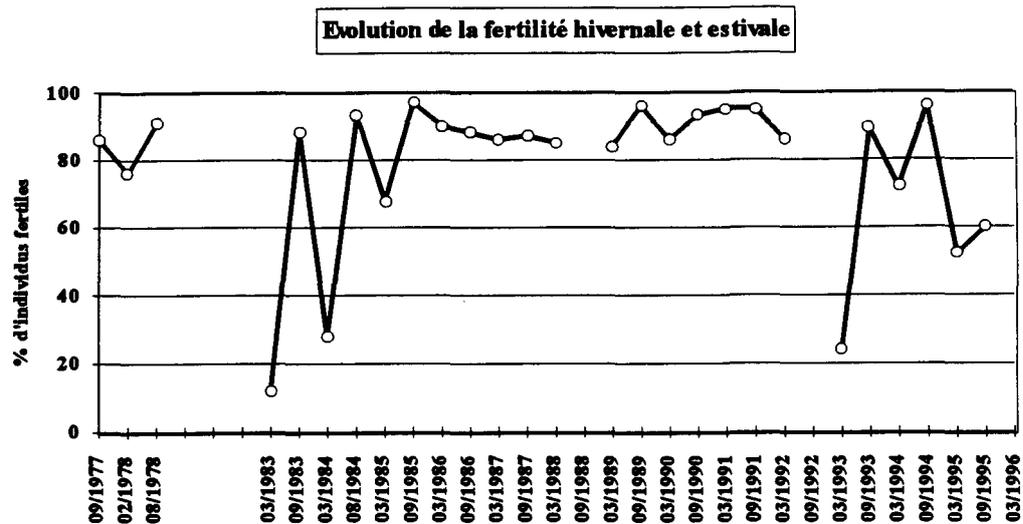


Fig. 3.6 : Evolution du pourcentage moyen de fertilité du peuplement de *Fucus serratus* du platier de Diélette

3.1.2.4. Fertilité (fig.3.6)

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. Le taux moyen de fertilité en 1995, peu significatif vu le faible effectif retrouvé, est de 30 % en fin d'hiver et de 50 % en fin d'été.

Pour le lot bagué en 1994, les valeurs sont 37 % (47 individus retrouvés) en mars et 78 % (18 individus) en septembre 1995. Quant au lot bagué en 1995, il présente aux deux périodes un taux faible, respectivement 56 % et 57 %.

Sur l'ensemble des individus observés, le taux de fertilité est donc, en 1995, de 52 % en mars (252 individus) et 60 % en septembre (117 individus).

Les deux derniers lots ont fait l'objet d'une observation (non contractuelle) en juin 1995. Le but était de vérifier le taux de fertilité printanier, période au cours de laquelle ce taux devrait théoriquement (telle est notre hypothèse) être minimal sur ce site. L'observation a porté sur 162 individus. Le lot le plus ancien (3 individus seulement) présente un taux nul. Pour les deux autres lots, le taux est de 28 % (29 individus) et 23 % (130 individus). La fertilité moyenne globale n'est donc que de 23 % en fin de printemps.

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 1995 amène deux constats :

- le pourcentage de pieds fertiles est quasi-stable en fin de période estivale, oscillant de 86 % à 98 %, à l'exception de 1995 où il n'est que de 60 % ;

- 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 % ; en 1995, il est de 52 %.

L'observation de juin 1995, si elle se confirme les années à venir, permettra de préciser le cycle annuel de l'évolution de la fertilité chez l'algue *Fucus serratus* à Flamanville. Le nombre de pieds fertiles présenterait un maximum, supérieur ou égal à 90 %, en automne et un minimum, inférieur ou égal à 20 % en fin de printemps (fig. 3.7). Entre ces deux périodes, la variation du taux, décroissance en hiver et croissance en été, serait fonction des conditions naturelles du milieu. Mais les liens avec des variations naturelles ou non de la température du milieu, par exemple, restent cependant à démontrer.

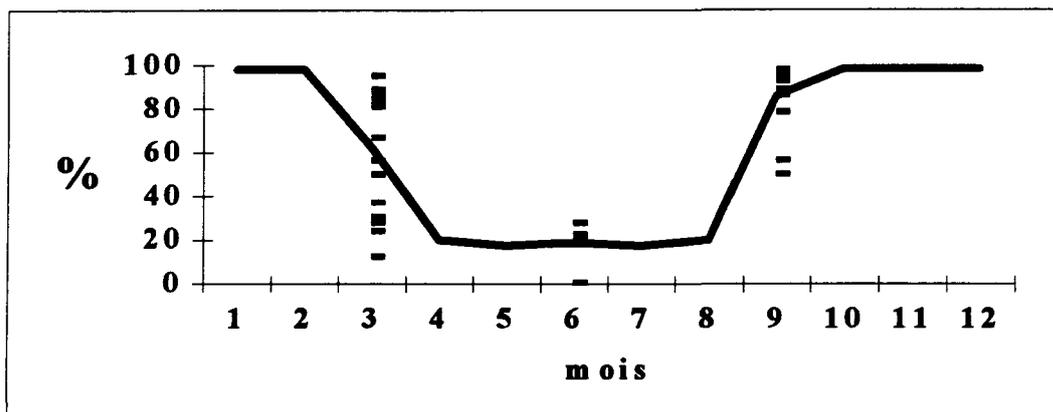


Fig. 3.7 : Essai de représentation de l'évolution du pourcentage de fertilité au cours d'une année chez *Fucus serratus* sur le platier de Diélette.

Ainsi, les variations hivernales du taux de fertilité de cette espèce sur le platier de Diélette s'expliqueraient plus par le fait que la période de mesures choisie (mars) se situerait dans une période charnière dans la décroissance de la fertilité.

De même, les conditions thermiques exceptionnelles de l'été 1995 (cf. chapitre 1) pourraient expliquer un retard dans l'augmentation du taux de fertilité sur ce site.

L'étude similaire entamée à partir de 1994 sur le site électronucléaire de Paluel devrait permettre une comparaison inter-sites 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 au cours de l'année 1994 (PIRIOU, 1995) 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 1995 (MAHEUX, 1996), la fertilité est de 0 % à 50 % en mars, et de 80 % à 100 % en septembre. L'hypothèse avancée au paragraphe précédent ne se vérifie donc pas sur cet autre site.

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.

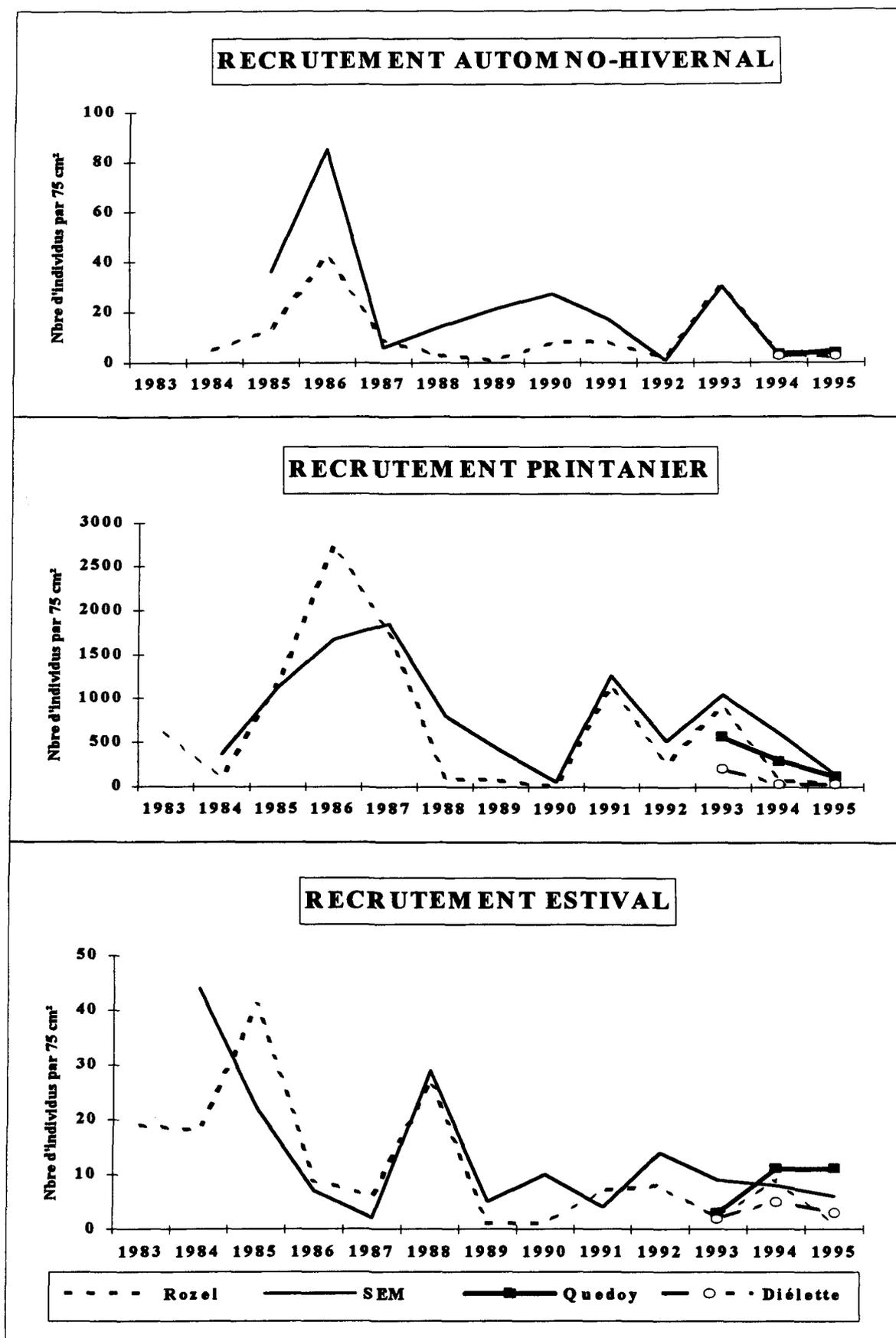
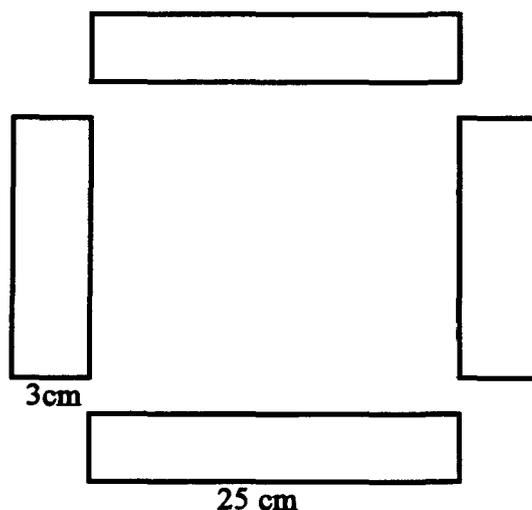


Fig. 3.8 : Recrutement saisonnier des crustacés cirripèdes intertidaux aux abords du cap de Flamanville

Les densités des principales espèces accompagnatrices sont évaluées à chaque point à partir d'une surface unitaire de $1/16 \text{ m}^2$ (quadrat $0,25 \text{ m} \times 0,25 \text{ m}$) ; les patelles sont dénombrées sur le 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 3.8 montre les variations moyennes de recolonisation observées sur 75 cm^2 à la pointe du Rozel et au cap de Flamanville depuis 1983, dans l'anse de Quedoy et à Diélette depuis 1993. 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.

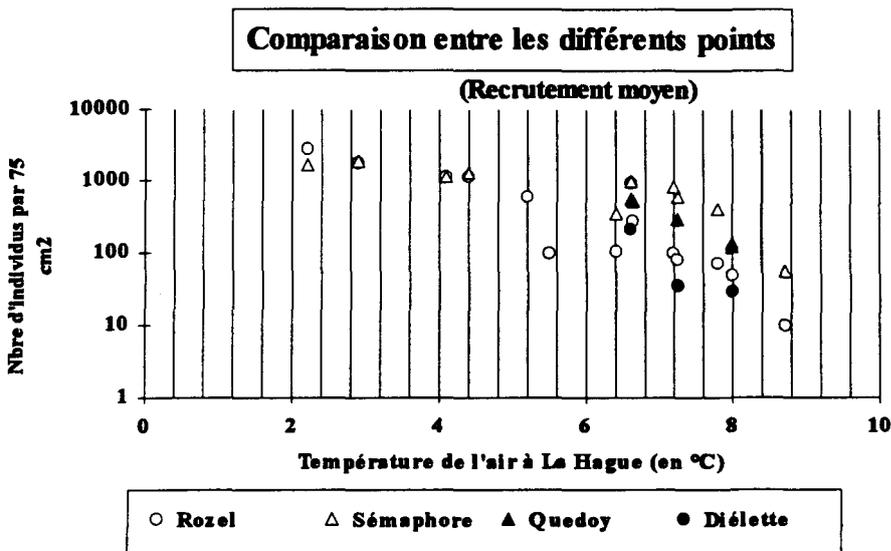
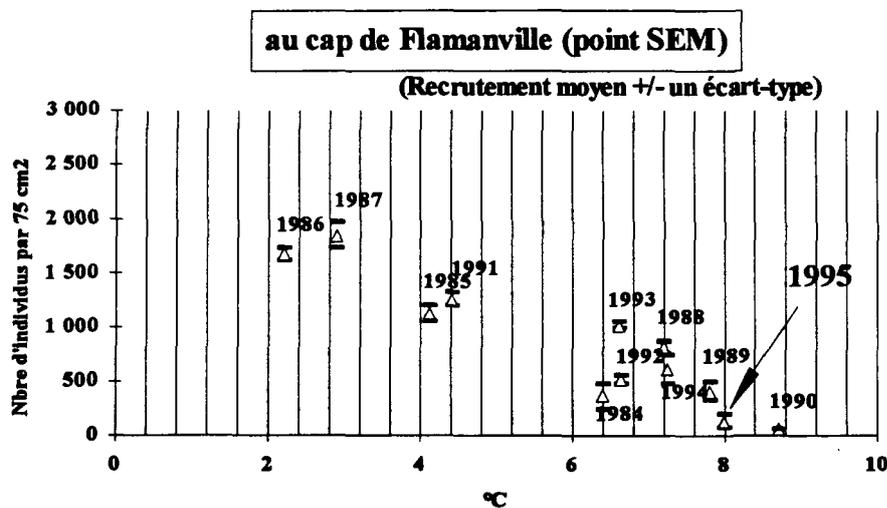
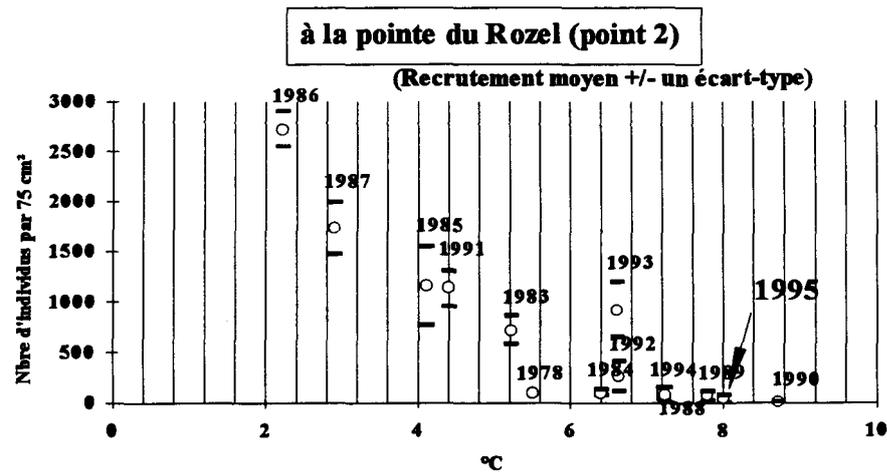


Fig. 3.9 : Recrutement printanier des crustacés cirripèdes intertidaux en fonction de la rigueur de l'hiver (Température moyenne mensuelle minimale de l'air à La Hague)

Le recrutement annuel des cirripèdes enregistré de septembre 1994 à septembre 1995 est, en nombre d'individus par 75 cm², de 51 à la pointe du Rozel, 152 au droit du sémaphore, 134 dans l'anse de Quedoy et 36 à Diélette. Ces valeurs sont inférieures, pour les deux premiers points cités, aux moyennes calculées sur l'ensemble de la période 1983-1995, à savoir 710 au Rozel sur 13 ans, 856 à Flamanville sur 12 ans. Au cours des trois dernières années communes aux quatre points, le recrutement moyen annuel est, en nombre d'individus par 75 cm², plus important au bas du sémaphore (617), similaire à la pointe du Rozel (354) et dans l'anse de Quedoy (346), le plus faible à Diélette (102).

Les fluctuations sont plus importantes à la pointe du Rozel, oscillant entre 20 individus par 75 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 les fluctuations 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 1995, la part du recrutement printanier reste très importante, 84 % à Diélette et 94 % au Rozel (points où le substrat rocheux est de nature schisteuse), 89 % à Quedoy et 93 % au sémaphore (substrat granitique). Les individus recrutés à cette saison appartiennent tous à l'espèce *Balanus 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 1983-1995 ; 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 1995 est de 3 % à Diélette et au sémaphore, et de 8 % aux deux autres points. Ce recrutement estival concerne quasi exclusivement *Elminius modestus*.

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 *Balanus 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
		Septembre 1993			Septembre 1994			Septembre 1995		
Rozel	Pt 1	80	35 300	28 240	70	48 000	33 600	50	32 450	16 225
Rozel	Pt 2	100	106 500		100	50 800		100	36 900	
Rozel	Pt 3	100	90 600		100	44 800		100	31 300	
Rozel	Pt 4	90	81 200	73 080	100	43 200		80	38 600	30 880
Flamanville	SEM sup	100	54 300		100	34 400		100	23 267	
Flamanville	SEM inf	100	76 700		100	47 200		100	44 533	
Flamanville	Quédoy	100	72 300		100	38 800		100	44 000	
Flamanville	Diélette	90	54 400	48 960	100	42 000		100	44 600	

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	26700		
91	73 136	72000		
92	38 233	38000		
93	74 605	76700	72300	48960
94	43 100	47200	38800	42000
95	28 826	44533	44000	44600

Tableau 3.1 : Comparaison des densités globales de cirripèdes (nbre d'individus par m²)

Le parallèle ainsi mis en évidence (Fig. 3.9) 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*.

La faiblesse des recrutements observés en 1988, 1989, 1990 et 1995 s'explique par la douceur climatique de l'hiver. L'impact de la Centrale, s'il existe, sur le recrutement des cirripèdes intertidaux est, de fait, difficilement décelable.

L'examen de l'importance numérique du recrutement printanier au cours des 12 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.

A l'exception des points 1 et 4 du Rozel, le substrat rocheux est toujours colonisé à 100 % chaque année. En 1995, les deux points précédemment cités ne sont colonisés qu'à respectivement 50 % et 80 %.

La faiblesse numérique du recrutement printanier entraîne une baisse des densités relevées tant aux quatre points de la pointe du Rozel qu'au bas du sémaphore. L'augmentation des densités aux deux autres points pourraient s'expliquer, du moins à Quedoy, par le recrutement estival supérieur quantitativement.

Septembre 1995	BALA BAL		ELMI MOD		CHTH STE		CHTH MON	
	%	D	%	D	%	D	%	D
ROZEL 1	88,3	14 327	8,3	1 347	2,3	373	1,1	178
ROZEL 2	83,6	30 848	12,2	4 502	0,0	0	4,2	1 550
ROZEL 3	88,4	27 669	8,1	2 535	0,1	31	3,4	1 064
ROZEL 4	84,6	26 124	12,0	3 706	0,3	93	3,1	957
ROZEL (1-4)	86,0	24 791	10,3	2 969	0,5	144	3,2	922
Flamanville-SEM	76,1	17 706	5,4	1 256	4,2	977	14,3	3 327
Flamanville-Quédoy	74,5	32 780	1,0	440	11,1	4 884	13,4	5 896
Flamanville-Diélette	86,2	38 445	11,0	4 906	1,3	580	1,6	714

BALA BAL = *Balanus balanoides*

ELMI MOD = *Elminius modestus*

CHTH STE = *Chthamalus stellatus*

CHTH MON = *Chthamalus montagui*

	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
1995	86	24 791	10	2 969	4	1 067
Flamanville - SEM						
1983	92	60 984	4	2 838	3	2 178
1984	76	45 916	15	8 835	9	5 349
1985	85	63 538	5	3 869	9	6 993
1986	92	68 900	4	3 012	5	3 388
1987	89	68 299	2	1 532	9	7 161
1988	82	49 440	4	2 460	14	8 100
1989	80	32 490	2	940	18	7 438
1990	68	18 197	13	3 484	19	5 119
1991	90	67 470	-	-	10	7 330
1992	84	31 806	4	1 558	12	4 636
1993	*	*	*	*	*	*
1994	88	41 347	5	2 171	8	3 729
1995	76	17 706	5	1 256	19	4 304

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*. Ainsi le faible recrutement du printemps 1995 entraîne une baisse des pourcentages de cette espèce. A la pointe du Rozel, les proportions varient de 84 % au point 2 à 88 % au point 3, la valeur moyenne sur l'ensemble de ce platier étant de 86 %, pour 91 % en 1994. Les représentativités les plus faibles se rencontrent au sémaphore et à Quedoy (~ 75 %). Ce pourcentage est à rapprocher de ceux relevés au bas du sémaphore en 1990 (68 %) et 1984 (76 %), deux années également à faible recrutement printanier.

Elminius modestus est bien représenté tant au Rozel (10 %) qu'à Diélette (11 %), points où les pourcentages sont en augmentation par rapport aux années précédentes. Sa présence reste plus faible au droit du sémaphore (5 %) et surtout à Quedoy (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 est à la hausse sur l'ensemble du site. Elle demeure cependant plus faible sur les substrats schisteux (3,7 % à la pointe du Rozel, 2,9 % à Diélette). Plus proche de la Centrale, sur un substrat granitique, cette représentativité est nettement plus importante (19 % au sémaphore, 24,5 % à Quedoy). Cette hausse, tant en pourcentage que numérique, des chthamales est à lier aux bonnes conditions météorologiques (température estivale, par exemple) des deux dernières années.

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 et fig. 3.10). Selon l'espèce et le point considérés, la fluctuation des effectifs par rapport aux années antérieures diffère, sans toutefois qu'une évolution se dégage.

4. LE DOMAINE HALIEUTIQUE

Etudes et rapport réalisés, au sein de la Direction des Ressources Vivantes, par

Jocelyne MARTIN (IFREMER / Nantes)
Dominique MIOSSEC (IFREMER / Port-en-Bessin)

avec la collaboration de :

PAUL BOURRIAU (IFREMER / Nantes)
Liliane FIANT (IFREMER / Port-en-Bessin)
Patrick GRELLIER (IFREMER / Nantes)
Daniel HALGAND (IFREMER / Nantes)
Joël VIGNEAU (IFREMER / Port-en-Bessin)
Cathy VIMONT (IFREMER / Nantes)
pour les missions en mer

et de

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

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. 1.3) : les quatre missions prévues au contrat ont été réalisées de juin à août, les trois premières à bord du chalutier artisanal " le Cap de Carteret " et la dernière à bord de " la Schôle " en raison d'un problème technique.

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. 16 .

Dans la mesure du possible, la date des campagnes est choisie en fonction des coefficients de marée les plus bas 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 traict de zooplancton) : température de l'eau et salinité. Les relevés sont faits à deux niveaux (sub-surface et voisinage du fond) à l'aide d'une sonde VALEPORT, 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 $\text{cm}\cdot\text{s}^{-1}$ 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 de pêche. Chaque filet se termine par un collecteur à oreilles où les organismes se rassemblent dans un volume d'environ 2 litres empêchant leur détérioration.

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 71 m^3 et 490 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 flacons 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.

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

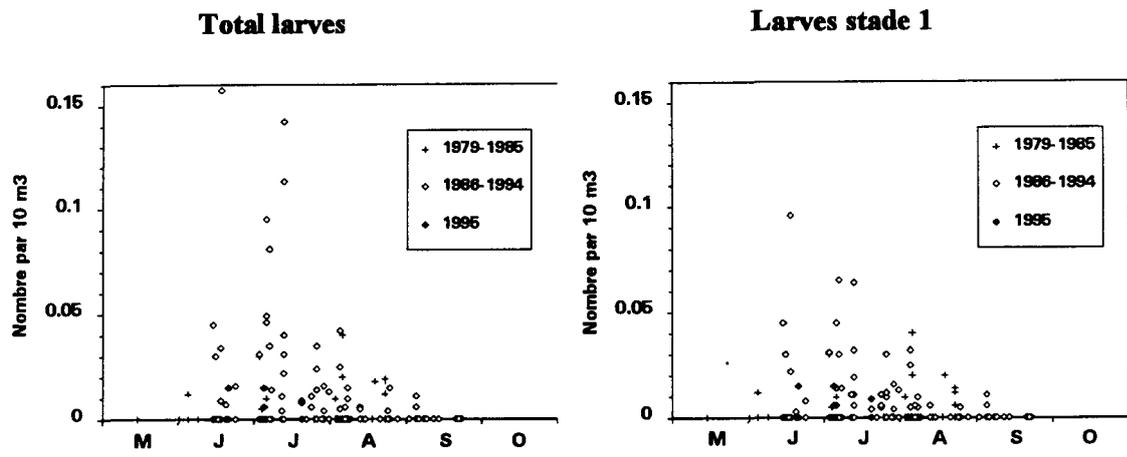


Figure 4.2.- *Homarus gammarus*, larves prélevées au Neuston sur toute la colonne d'eau.

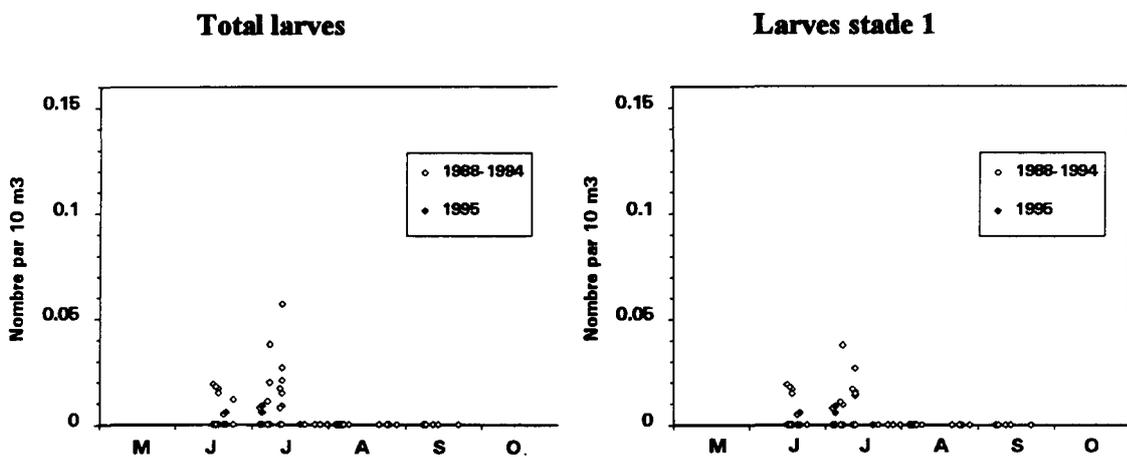
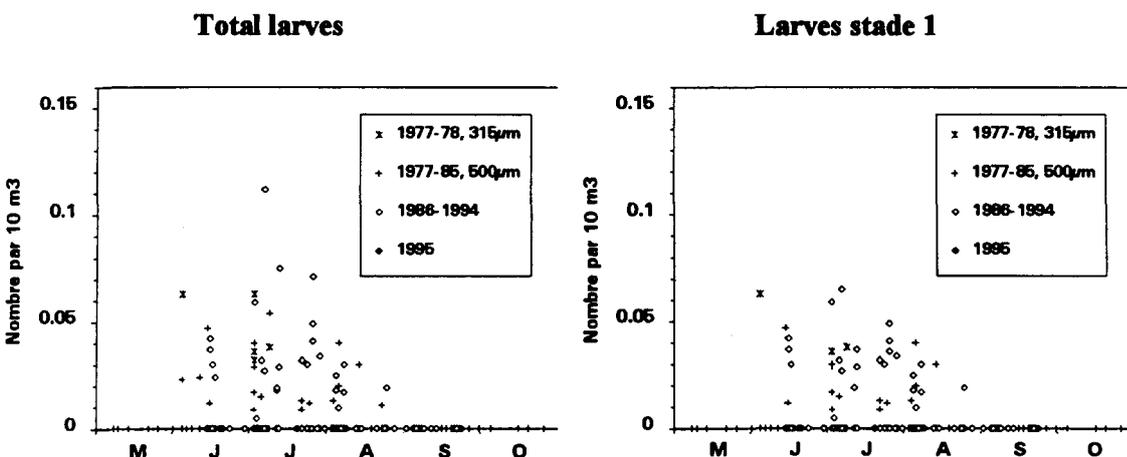


Figure 4.3.- *Homarus gammarus*, larves prélevées au Bongo sur toute la colonne d'eau.



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.

4.1.2. Résultats

Les résultats des paramètres hydrologiques (température et salinité), mesurés dans le cadre de l'étude halieutique, figurent annexe 4.2. et la température, étroitement liée à l'étude des larves d'araignée, est illustrée dans 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 (1977-1985). 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).

L'observation de ces figures montre que nous n'avons pas récolté de quantité notable de larves au cours de cet été, pas plus en surface que sur l'ensemble de la colonne d'eau ; les densités obtenues en 1995 sont inférieures à 0,02 par 10 m³. Les densités importantes, comprises entre 0,08 et 0,16 par 10 m³ et observées en 1986, 1988, 1993 et 1994, semblent donc assez exceptionnelles et elles ont toujours été relevées en surface.

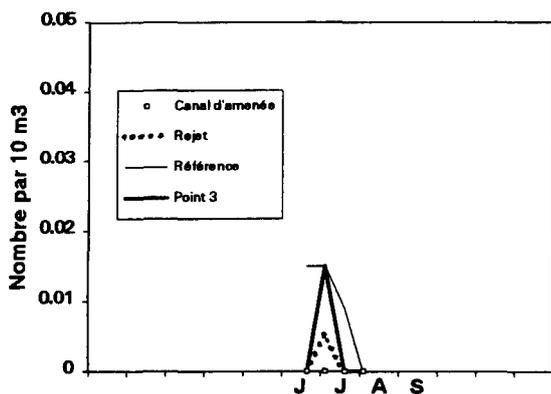


Figure 4.4.- *Homarus gammarus*, Total Larves Prélèvement en surface au Neuston

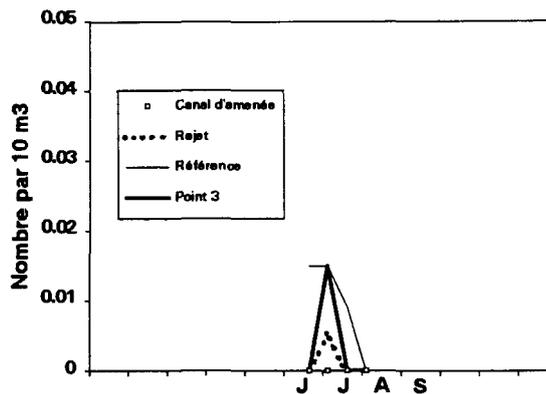


Figure 4.7.- *Homarus gammarus*, Larves stade 1 Prélèvement en surface au Neuston

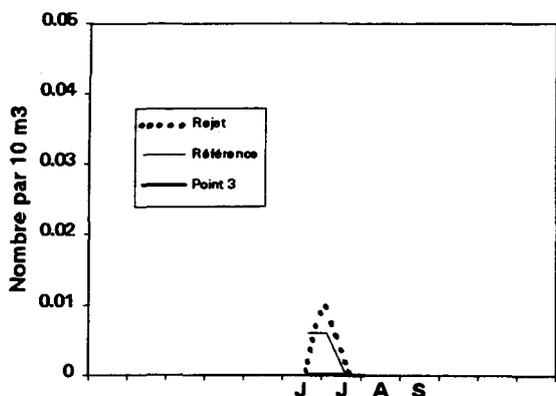


Figure 4.5.- *Homarus gammarus*, Total Larves Prélèvement sur toute la colonne d'eau, au Neuston

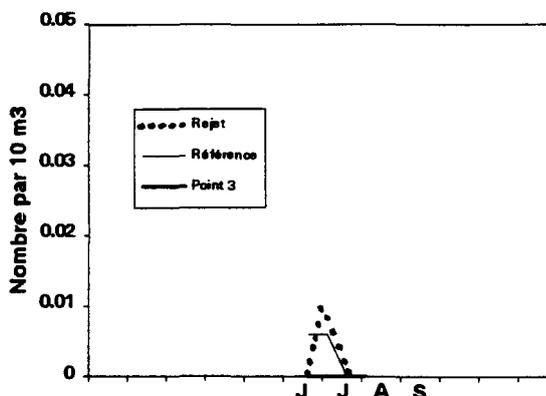


Figure 4.8.- *Homarus gammarus*, Larves stade 1 Prélèvement sur toute la colonne d'eau, au Neuston

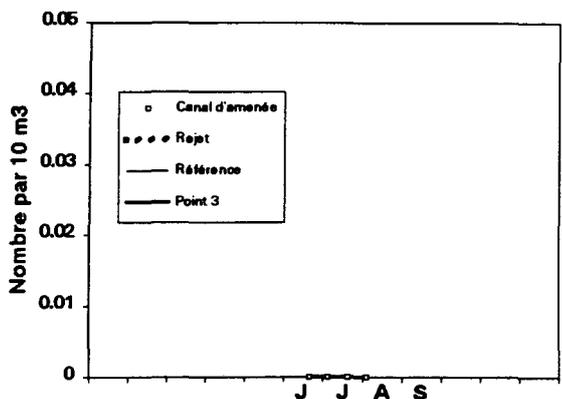


Figure 4.6.- *Homarus gammarus*, Total Larves Prélèvement sur toute la colonne d'eau, au Bongo

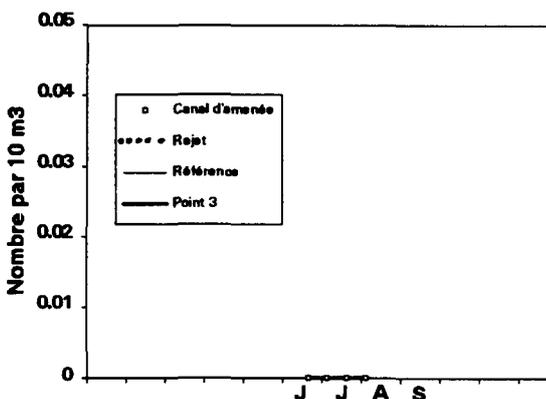


Figure 4.9.- *Homarus gammarus*, Larves stade 1 Prélèvement sur toute la colonne d'eau, au Bongo

En 1995 (figures 4.4 à 4.6 ci-contre) des larves de homard ont été récoltées lors des trois premières missions, soit du 20 juin au 19 juillet. L'évolution des densités de larves, toutes au stade 1 (figures 4.7 à 4.9), suggère que le pic d'éclosion se situe assez tôt, fin juin-début juillet.

Comme chaque année depuis 1989, aucune larve n'a été récoltée dans le canal d'amenée ; dans les environs du rejet, nous en avons pêché début juillet.

Sur un total de 15 larves récoltées, 12 l'ont été en surface ; quelle que soit la couverture nuageuse, la proportion de larves pêchées en surface a toujours été supérieure cette année, excepté aux environs du rejet où la densité trouvée sur l'ensemble de la colonne d'eau est légèrement supérieure.

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 3¹ 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 pour 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.

¹ Quelques relevés plus côtiers, faits au point 11 par l'équipe chargée de la partie 2 du rapport, y ont été ajoutés pour compléter la courbe au printemps.

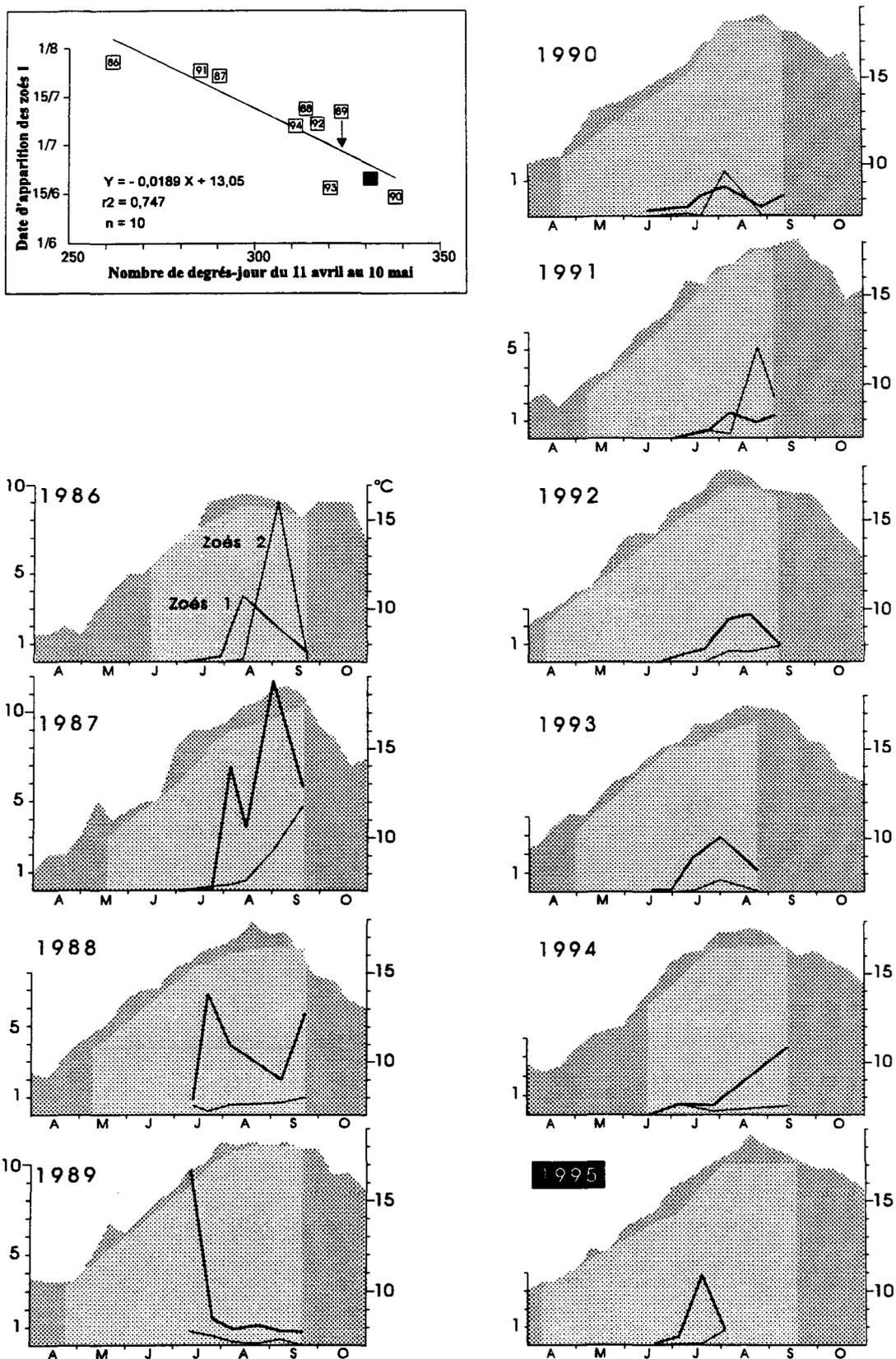


Figure 4.10.- Zoés d'araignée de mer (stades 1 et 2, en nombre par 10 m³) récoltées au point 3 depuis le début du fonctionnement de la Centrale et température de l'eau (en °C) mesurée en ce point (grisé clair) et à l'entrée de la Centrale (grisé foncé). En haut, à gauche : relation entre le nombre de degrés-jour observés au début du printemps et la date d'apparition des zoés 1.

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 tient compte des résultats obtenus depuis 1993, et pour l'ensemble des dix dernières années (1986-1995) la période donnant le meilleur coefficient de corrélation va du 11 avril au 10 mai. Il semblerait ainsi que l'influence de la température agisse surtout en début de période d'incubation.

Le schéma de l'année 1995 avec la présence de zoés dès la première mission et un nombre de degrés-jour assez élevé au cours du printemps, rejoint celui des années précoces (1989, 1990 et 1993). Le pic d'abondance se situe mi-juillet.

La densité maximale de zoés relevée en 1995, identique à celle de l'année passée (4,0 par 10 m³), est de l'ordre des moins élevées. L'année 1983 demeure donc exceptionnelle avec 61 zoés par 10 m³.

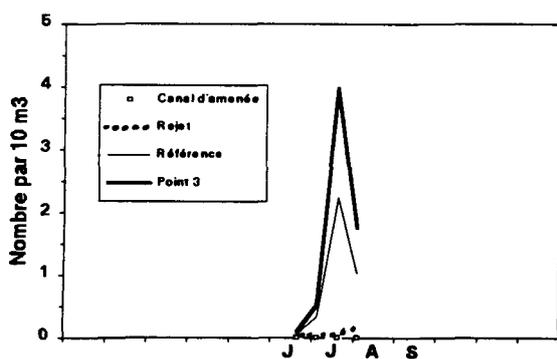


Figure 4.11.- *Maja squinado*, Total Zoés

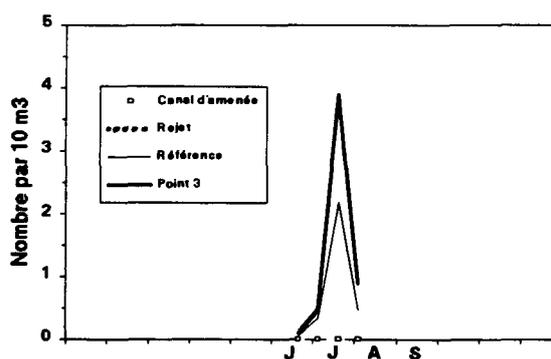


Figure 4.13.- *Maja squinado*, Zoés stade 1

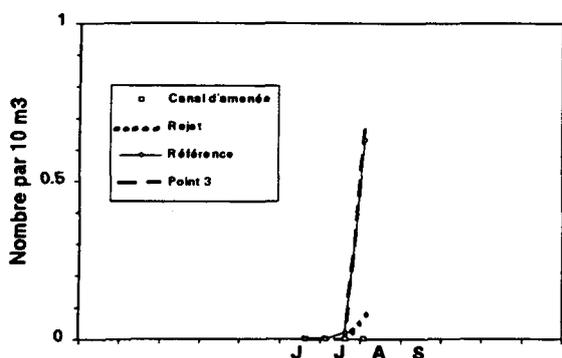


Figure 4.12.- *Maja squinado*, Mégalopes

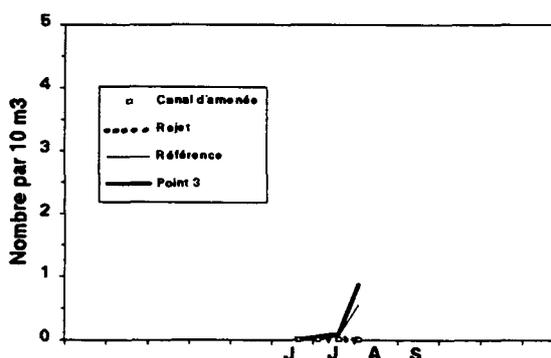


Figure 4.14.- *Maja squinado*, Zoés stade 2

Les figures 4.11 à 4.14 de la page précédente confirment pour l'année 1995 :

- la relative richesse en zoés du point 3 comparé aux autres points, malgré une densité maximale assez faible depuis quelques années ; les densités maximales de mégaloopes sont toujours partagées entre les points 3 et référence montrant cette année des valeurs particulièrement proches ;
- une abondance en zoés nettement plus faible au point référence qu'au point 3 ; seules les années 1990 et 1991 se caractérisaient par une abondance en zoés au point référence assez proche à celle du point 3 en raison de la supériorité des densités de stades 1 obtenues;
- l'absence quasi-régulière de larves d'araignée dans le canal d'amenée ;
- le peu de larves récoltées aux alentours des bouches de rejet ; quelques zoés au stade 1 sur toute la période étudiée et quelques zoés stade 2 et mégaloopes le 3 août ; l'effectif maximum de zoés (0,09 par 10 m³) et celui de mégaloopes (0,06 par 10 m³) se situent dans la fourchette des valeurs observées au cours des années antérieures, à savoir respectivement 0,07 à 1,7 par 10 m³ pour les zoés et 0,04 à 0,19 par 10 m³ pour les mégaloopes.

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

En 1995, comme 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 Dielette 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 cinq 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, notamment pour les crustacés.

4.2.2. Pêches expérimentales

En 1995, comme les années précédentes, 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 quatre 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 chincharde 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
JUN	6	15
	7	15
	8	15
	9	15
SEPTEMBRE	18	12
	19	13
	20	15
	21	15

4.2.2.1.2. Observations réalisées

Les observations réalisées en 1995 reposent sur 2 300 casiers relevés (annexe 4.9). 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 1995 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 4.5)

- Rendements (figure 4.16)

Les rendements mensuels (nombre d'individus pêchés pour 10 casiers relevés) calculés pour l'année 1995 sont plus élevés que ceux observés au cours des années précédentes et le rendement moyen calculé pour l'ensemble de la saison de pêche est de 2,15 individus pour 10 casiers contre 0,87 en 1994.

- Répartition des tailles (figure 4.18)

La taille moyenne des homards capturés en 1995 est de 8,5 cm (longueur céphalothoracique). C'est une valeur voisine de celles qui ont été observées les années précédentes, un peu plus faible que celle de 1994.

- 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 $b=3,122$

Figure 4.16.- Rendements en nombre d'individus pour 10 casiers

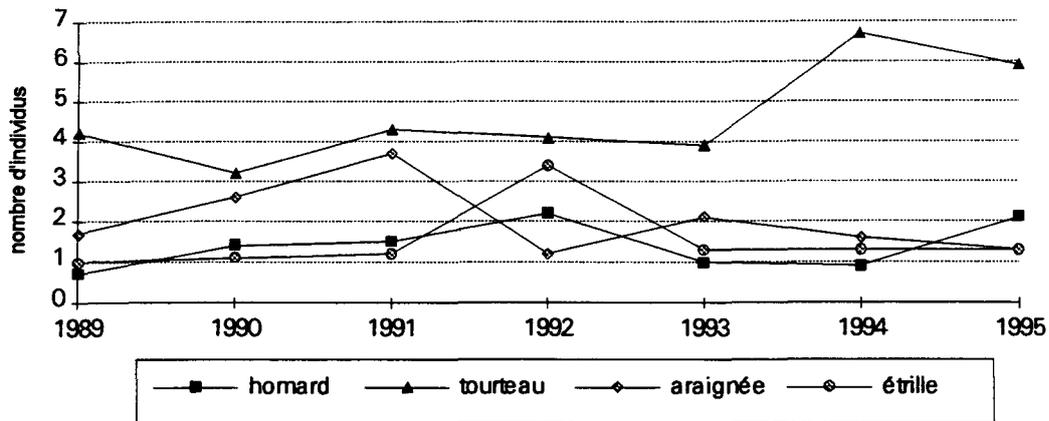


Figure 4.17.- Rendements en nombre d'individus pour 10 casiers

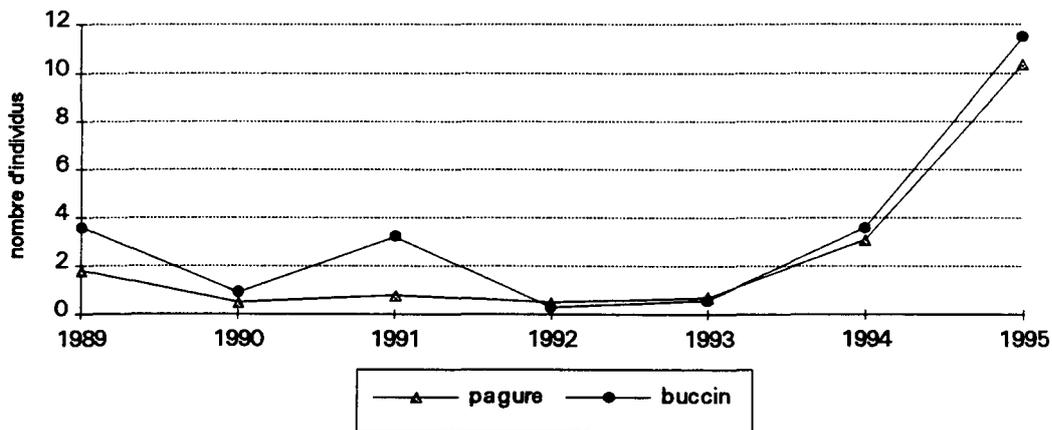
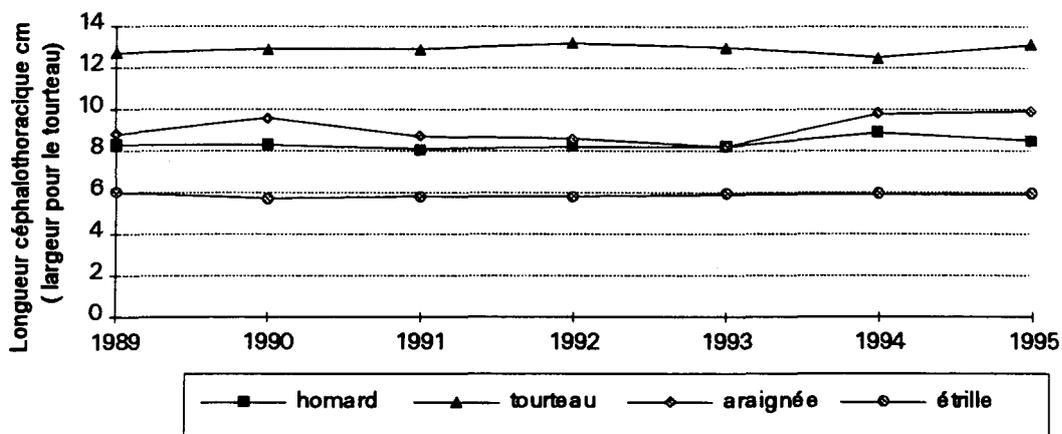


Figure 4.18.- Evolution des tailles moyennes



Comme la taille moyenne est plus faible que l'année passée, le poids moyen l'est aussi : 451 g en 1995 et 491 g en 1994.

- 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 : 53 % des individus sont de sexe mâle.

4.2.2.2.2. Tourteau (annexe 4.6)

Le rendement moyen en tourteaux est de 5,9 pour 10 asiers, valeur élevée bien qu'inférieure à celle de l'année précédente (figure 4.16).

La taille moyenne des individus capturés (largeur du céphalothorax), stable par rapport aux années précédentes, est de 13,1 cm en 1995 (figure 4.18).

Le sex-ratio des captures est, comme celui de l'année passée, plus faible en juin qu'en septembre : la proportion de mâles pêchés en juin est 56 %, en septembre 70 %. Le bilan annuel fait état de 63 % d'individus de sexe mâle.

4.2.2.2.3. Araignée (annexe 4.7)

Comme en 1994 le rendement moyen est faible en 1995 : 1,3 araignée pour 10 casiers (figure 4.16) mais les missions ont eu lieu avant et après la période d'abondance maximale observée les années précédentes.

La taille moyenne des captures est de 9,9 cm, très proche de celle de 1994. Cette valeur élevée a déjà été atteinte en 1990 : 9,6 cm pour la moyenne de juin et septembre (figure 4.18). Les nombreuses captures de jeunes araignées immatures en juillet-août avaient tendance à diminuer la taille moyenne calculée sur cinq missions.

L'évolution mensuelle du rapport des sexes est toujours dans les limites de celles observées antérieurement. En juin, la proportion de mâles est de 85 % et elle diminue pour atteindre 60 % en septembre.

4.2.2.2.4. Etrille (annexe 4.8)

Le rendement moyen est stable par rapport à l'année 1994, soit 1,34 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 4.18).

En 1995, comme les années précédentes, le sex-ratio est déséquilibré : plus de 87 % des individus sont des mâles.

4.2.2.2.5. Buccin et Paguridés (annexe 4.9 et figure 4.17)

Les rendements sont élevés pour les deux espèces, particulièrement en juin. Ce sont des espèces dont les rendements varient fortement d'une filière à l'autre en fonction de la nature du fond, d'une saison à l'autre et d'une année à l'autre.

En 1995, le rendement annuel moyen du buccin est de 11,5 individus pour 10 casiers et celui des pagures 10,4, soit pour les deux espèces des valeurs trois fois plus élevées que pour l'année 1994.

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 ; ce rendement, proche de ceux observés en 1989 et 1991, suit deux années à rendements très faibles (0,3 en 1992 et 0,6 en 1993).

5. CONCLUSION

L'année 1995 se caractérise par une température clémente de l'air, supérieure à la moyenne saisonnière onze mois sur douze (seul décembre fait exception), s'accompagnant d'un ensoleillement moyen lié à une pluviométrie relativement importante, le total annuel des précipitations étant supérieur à la moyenne sur la période 1949-1995.

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 et chloré n'est remarquée.

LE DOMAINE PELAGIQUE

Dans l'ensemble, les résultats sont proches de ceux des années précédentes. Les variations annuelles des paramètres du domaine pélagique (hydrobiologie, phytoplancton, zooplancton, microbiologie, trihalométhanes) sont fortement influencées par les fluctuations climatiques (pluviosités, température de l'air).

L'étude de ces divers paramètres ne permet pas de mettre en évidence une influence de la centrale sur le milieu. Les écarts observés d'une année à l'autre peuvent être attribués aux évolutions et aux cycles naturels des divers paramètres ; la variabilité mesurée pour chaque paramètre peut être reliée aux hétérogénéités spatio-temporelles du milieu.

A noter cependant deux particularités pour cette année 1995 :

- la détermination de *Vibrio cholerae* dans le canal d'aménée en mars ; la présence de ces vibrions en ce point est le signe d'un mauvais fonctionnement de la station d'épuration de la centrale, dont les eaux sont rejetées dans ce canal ;

- la détection de bromoforme en septembre au niveau d'une des têtes de rejet, au cours de la recherche des trihalométhanes, dérivés halogénés formés lors de la chloration de l'eau de mer, entreprise depuis 1994.

LE DOMAINE BENTHIQUE

L'étude de la ceinture de *Fucus serratus* du platier de Diélette permet de préciser l'évolution de deux des paramètres étudiés : la biomasse et la fertilité.

Un terme est ainsi mis, surtout en fin d'été, à la lente diminution du stock d'algues enregistrée de 1983 à 1992. La biomasse moyenne estimée en septembre est stable pour la troisième année consécutive.

Le taux de fertilité observé en 1995 est relativement moyen tant en mars (52 %) qu'en septembre (60 %).

Depuis 1977, 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 %. L'année 1995 fait donc exception avec un taux plus faible qui pourrait s'expliquer par l'impact des conditions météorologiques exceptionnelles de l'été (température de l'air élevée).

L'observation du taux de fertilité en fin de printemps 1995 (23 %) permet de préciser le cycle annuel de reproduction de *Fucus serratus* sur ce site : la fertilité est maximale à l'automne, minimale au printemps. Entre ces deux périodes, le taux croît ou décroît plus ou moins vite selon la précocité ou non des saisons. Ainsi, les variations importantes du taux de fertilité des pieds de *Fucus serratus* observées en fin d'hiver (mars) trouveraient une explication. Les liens avec des variations naturelles, comme la température du milieu par exemple, restent cependant à démontrer.

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 janvier 1995 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 75 % à 88 % selon les points) par rapport aux trois autres espèces présentes, que sur la composition de la faune associée. La représentativité globale des deux espèces de chthamales est à la hausse sur l'ensemble du site, observation à lier aux bonnes conditions météorologiques (température estivale) des deux dernières années.

LE DOMAINE HALIEUTIQUE

Comme le montre les figures 1.2, 1.11 ou 1.14 (cf. chapitre 1, pages 6 et suivantes), l'année 1995 a été particulièrement chaude. Ceci est vrai notamment pour les mois d'avril et mai : la figure 4.10 (cf. chapitre 4, page 98) montre que le nombre de degrés-jour calculé sur la période 11 avril - 10 mai est situé entre ceux des deux années les plus précoces, 1989 et 1990.

C'est pourquoi des larves d'araignée (*Maja squinado*, HERBST) sont observées dès la première mission (le 20 juin) et que le pic de zoés au premier stade est obtenu dès le mois de juillet, comme en 1989 et 1990.

La densité maximale observée le 19 juillet au point 3 (4,0 zoés par 10 m³) se situe, comme celle des années précédentes, parmi les moins élevées.

La répartition des zoés selon les points reste identique : le point 3 est toujours le plus riche ; le point référence est redevenu sensiblement moins riche que le point 3 après une augmentation notée en 1991 ; aucune zoé n'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.) sont à nouveau peu abondantes après deux années exceptionnelles.

Comme 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).

Quelques résultats obtenus au cours des pêches expérimentales de l'année 1995 sont à noter:

- des captures importantes de homard (plus de 2 individus pour 10 casiers) proches de celles obtenues en 1992 ;
- des captures de tourteaux élevées, bien que légèrement plus faibles qu'en 1994 ;
- des rendements très élevés pour le buccin et les pagures, sans doute dus au petit maillage des casiers utilisés.

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 encasé et Bongo).- *Cons. int. Explor. Mer*, Comité des poissons pélagiques (sud), J:8.

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

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.

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.

MAHEUX (F.) et DU BOULLAY (H.), 1996.- Le phytobenthos intertidal. pp 103-111 *In* : DU BOULLAY (H.), TOULARASTEL (F.), COPPIN (F.), MAHEUX (F.), RICHARD (I.), DAVOULT (D.) et ROGER (F.), 1996.- Surveillance écologique et halieutique du site de Paluel, année 1995. Rapp. IFREMER DEL/PORT-EN-BESSIN-96.xx. juin 1996, xxx p.

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.

PIRIOU (J.Y.), 1995.- Le phytobenthos intertidal. pp 107-115 In : DU BOULLAY (H.), TOULARASTEL (F.), COPPIN (F.), PIRIOU (J.Y.), RICHARD (I.), DAVOULT (D.) et ROGER (F.), 1995.- Surveillance écologique et halieutique du site de Paluel, année 1994. Rapp. IFREMER DEL/PORT-EN-BESSIN-95.02. juin 1995, 121 p.

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.

SHERRER (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.

Annexe 4.1.- Caractéristiques des prélèvements effectués en 1995.

Mission	Date	Coefficient marée	Point	Nuages	Sonde (m)	Engin	Heure début (T.U.)	Durée	Temps après P.M.	Volume (m ³)
121	20 Juin	57	Point 3	6	25	Bongo 1	18h 09	5mn	6h 45	374
						Bongo 2	18h 23	5mn	6h 59	414
						Neuston S	18h 40	13mn	7h 16	6804
						Neuston W	18h 42	21mn	7h 18	1521
			C. Amenée (Pt 6)	6	6	Bongo 1	14h 45	4mn	3h 21	155
						Bongo 2	15h 00	4mn	3h 36	212
						Neuston S	15h 13	13mn	3h 49	323
						Neuston W	16h 30	12mn	5h 06	1235
			Rejet (Pt 7)	6	16	Bongo 1	15h 44	5mn	4h 20	342
						Bongo 2	16h 14	5mn	4h 50	490
						Neuston S	16h 29	19mn	5h 05	2030
						Neuston W	16h 30	12mn	5h 06	1235
			Référence (Pt 11)	6	22	Bongo 1	17h 31	6mn	6h 07	376
						Bongo 2	17h 43	5mn	6h 19	320
Neuston S	17h 02	20mn				5h 38	2050			
Neuston W	17h 03	15mn				5h 39	1610			
122	4 Juillet	65	Point 3	0	26	Bongo 1	16h 30	3mn	6h 44	203
						Bongo 2	16h 37	3mn	6h 51	200
						Neuston S	16h 48	15mn	7h 02	2060
						Neuston W	16h 49	12mn	7h 03	2060
			C. Amenée (Pt 6)	1	6	Bongo 1	13h 55	2mn	4h 09	87
						Bongo 2	14h 04	2mn	4h 18	71
						Neuston S	14h 12	10mn	4h 26	1208
						Neuston W	14h 51	12mn	5h 05	1173
			Rejet (Pt 7)	1	16	Bongo 1	14h 40	?	4h 54	99
						Bongo 2	14h 45	3mn	4h 59	189
						Neuston S	14h 50	15mn	5h 04	1638
						Neuston W	14h 51	12mn	5h 05	1173
			Référence (Pt 11)	1	22	Bongo 1	15h 59	3mn	6h 13	226
						Bongo 2	16h 07	3mn	6h 21	186
Neuston S	15h 34	16mn				5h 48	1966			
Neuston W	15h 35	13mn				5h 49	1662			
123	19 Juillet	58	Point 3	3	24	Bongo 1	17h 15	4mn	6h 35	218
						Bongo 2	17h 22	3mn	6h 42	233
						Neuston S	17h 30	16mn	6h 50	2175
						Neuston W	17h 31	12mn	6h 51	1467
			C. Amenée (Pt 6)	8	6	Bongo 1	14h 40	3mn	4h 00	111
						Bongo 2	14h 50	2mn	4h 10	97
						Neuston S	14h 59	13mn	4h 19	1793
						Neuston W	15h 46	12mn	5h 06	1305
			Rejet (Pt 7)	7	16	Bongo 1	15h 24	3mn	4h 44	234
						Bongo 2	15h 33	3mn	4h 53	242
						Neuston S	15h 45	15mn	5h 05	1796
						Neuston W	15h 46	12mn	5h 06	1305
			Référence (Pt 11)	7	22	Bongo 1	16h 45	3mn	6h 05	230
						Bongo 2	16h 52	3mn	6h 12	234
Neuston S	16h 15	16mn				5h 35	2192			
Neuston W	16h 16	13mn				5h 36	1620			
124	3 Août	67	Point 3	6	23	Bongo 1	17h 03	9mn	7h 02	393
						Bongo 2	17h 20	8mn	7h 19	375
						Neuston S	17h 40	20mn	7h 39	2337
						Neuston W	17h 38	21mn	7h 37	1824
			C. Amenée (Pt 6)	5	6	Bongo 1	14h 05	?	4h 04	118
						Bongo 2	14h 21	3mn	4h 20	117
						Neuston S	14h 34	10mn	4h 33	1084
						Neuston W	15h 29	8mn	5h 28	857
			Rejet (Pt 7)	5	12	Bongo 1	14h 58	?	4h 57	150
						Bongo 2	15h 12	3mn	5h 11	165
						Neuston S	15h 28	?	5h 27	1024
						Neuston W	15h 29	8mn	5h 28	857
			Référence (Pt 11)	5	20	Bongo 1	16h 38	2mn	6h 37	470
						Bongo 2	18h 27	3mn	8h 26	328
Neuston S	15h 58	22mn				5h 57	2419			
Neuston W	15h 58	21mn				5h 57	1897			

Annexe 4.2.- Résultats des mesures hydrologiques effectuées en 1995.

Mission	Date	Point	Température (° C)		Salinité (10 ⁻³)		Densité	
			Surface	Fond	Surface	Fond	Surface	Fond
121	20 Juin	Point 3	14,0	13,8	34,81	34,87	26,05	26,15
		C. Amenée (Pt 6)	14,6	14,5	34,63	34,61	25,79	25,79
		Rejet (Pt 7)	16,9	14,8	34,75	34,66	25,37	25,77
		Référence (Pt 11)	14,5	13,9	34,66	34,76	25,85	26,05
122	4 Juillet	Point 3						
		C. Amenée (Pt 6)	15,8	15,6	34,25	34,45	25,25	25,43
		Rejet (Pt 7)	17,9	17,1	34,17	34,45	24,69	25,08
		Référence (Pt 11)						
123	19 Juillet	Point 3	16,0	15,8	34,68	34,76	25,51	25,62
		C. Amenée (Pt 6)	16,5	16,5	34,30	34,40	25,10	25,19
		Rejet (Pt 7)	18,3	17,2	34,50	34,35	24,83	24,99
		Référence (Pt 11)	16,5	15,9	34,57	34,64	25,31	25,50
124	3 Août	Point 3	17,0	17,0	34,60	34,70	25,22	25,30
		C. Amenée (Pt 6)	17,9	17,9	34,20	34,30	24,78	24,78
		Rejet (Pt 7)	17,8	17,8	34,30	34,50	24,80	24,97
		Référence (Pt 11)	17,6	17,0	34,60	34,70	25,09	25,29

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

Mission	Date	Point	Nuages	Engin	Total Larves	Larves Stade 1	Larves Stade 2	Larves Stade 2	Larves Stade 4
121	20 Juin	Point 3	6	Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W					
		C. Amenée (Pt 6)	6	Bongo 1					
		Rejet (Pt 7)	6	Bongo 2 Neuston S Bongo 1					
		Référence (Pt 11)	6	Bongo 2 Neuston S Neuston W Bongo 1 Bongo 2	0,015 0,006	0,015 0,006			
122	4 Juillet	Point 3	0	Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W	0,015	0,015			
		C. Amenée (Pt 6)	1	Bongo 1					
		Rejet (Pt 7)	1	Bongo 2 Neuston S Bongo 1	0,006	0,006			
		Référence (Pt 11)	1	Neuston S Neuston W Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W	0,009 0,015 0,006	0,009 0,015 0,006			
123	19 Juillet	Point 3	3	Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W					
		C. Amenée (Pt 6)	8	Bongo 1					
		Rejet (Pt 7)	7	Bongo 2 Neuston S Bongo 1					
		Référence (Pt 11)	7	Bongo 2 Neuston S Neuston W Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W	0,009	0,009			
124	3 Août	Point 3	6	Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W					
		C. Amenée (Pt 6)	5	Bongo 1					
		Rejet (Pt 7)	5	Bongo 2 Neuston S Bongo 1					
		Référence (Pt 11)	5	Bongo 2 Neuston S Neuston W Bongo 1 Neuston S Neuston W					

Annexe 4.4.- Densité de zoés et mégaloques d'araignée en 1995 (en nombre par 10 m³).

Mission	Date	Point	Engin	Mégaloques	Total Zoés	Zoés Stade 1	Zoés Stade 2	
121	20 Juin	Point 3	Bongo 1		0,16	0,16		
			Bongo 2		0,02	0,02		
			Moyenne		0,09	0,09		
		C. Amenée (Pt 6)	Bongo 1					
			Bongo 2					
			Moyenne					
		Rejet (Pt 7)	Bongo 1			0,03	0,03	
			Bongo 2					
			Moyenne			0,01	0,01	
		Référence (Pt 11)	Bongo 1			0,03	0,03	
			Bongo 2			0,06	0,06	
			Moyenne			0,04	0,04	
122	4 Juillet	Point 3	Bongo 1		0,69	0,59	0,10	
			Bongo 2		0,35	0,35		
			Moyenne		0,52	0,47	0,05	
		C. Amenée (Pt 6)	Bongo 1					
			Bongo 2					
			Moyenne					
		Rejet (Pt 7)	Bongo 1			0,05	0,05	
			Bongo 2					
			Moyenne			0,03	0,03	
		Référence (Pt 11)	Bongo 1			0,35	0,35	
			Bongo 2			0,32	0,32	
			Moyenne			0,34	0,34	
123	19 Juillet	Point 3	Bongo 1		5,27	5,13	0,14	
			Bongo 2		2,66	2,62	0,04	
			Moyenne		3,97	3,88	0,09	
		C. Amenée (Pt 6)	Bongo 1					
			Bongo 2					
			Moyenne					
		Rejet (Pt 7)	Bongo 1					
			Bongo 2					
			Moyenne					
		Référence (Pt 11)	Bongo 1			1,22	1,09	0,13
			Bongo 2	0,04		3,29	3,29	
			Moyenne	0,02		2,25	2,19	0,07
124	3 Août	Point 3	Bongo 1	0,84	2,14	1,25	0,89	
			Bongo 2	0,51	1,39	0,53	0,85	
			Moyenne	0,67	1,76	0,89	0,87	
		C. Amenée (Pt 6)	Bongo 1					
			Bongo 2					
			Moyenne					
		Rejet (Pt 7)	Bongo 1					
			Bongo 2	0,12	0,18	0,12	0,06	
			Moyenne	0,06	0,09	0,06	0,03	
		Référence (Pt 11)	Bongo 1	0,53	0,66	0,28	0,38	
			Bongo 2	0,73	1,37	0,64	0,73	
			Moyenne	0,63	1,02	0,46	0,56	

Annexe 4.5.- Résultats des pêches expérimentales de homard en 1995.

JUIN	Nombre total	Nombre de mâles	Nombre de femelles	Nombre de femelles oeuvées	Longueur céphalothoracique moyenne	Poids moyen	Sex-ratio (% de mâles)
filière 1	37	25	11	1	8,3	397	68
filière 2	20	12	7	1	8,4	400	60
filière 3	31	15	15	1	8,1	378	48
filière 4	5		3	2	11,1	916	0
filière 5	15	8	7		8,2	370	53
filière 6	12	5	5	2	8,2	395	42
filière 7	10	3	7		9,4	502	30
filière 8	18	12	5	1	8,7	436	67
filière 9	30	12	18		8,4	418	40
filière 10	32	17	14	1	8,6	528	53
filière 11	17	10	6	1	9,3	568	59
filière 12	18	11	7		8,4	365	61
filière 13	23	11	12		8,4	400	48
filière 14	5	3	2		8,6	350	60
filière 15	13	8	4	1	8,1	389	62

Sous-total	286	152	123	11	8,5 cm	444 g	53%
-------------------	------------	------------	------------	-----------	---------------	--------------	------------

SEPTEMBRE	Nombre total	Nombre de mâles	Nombre de femelles	Nombre de femelles oeuvées	Longueur céphalothoracique moyenne	Poids moyen	Sex-ratio (% de mâles)
filière 1	16	10	6		8,5	496	63
filière 2	15	8	7		8,4	366	53
filière 3	17	10	7		7,8	284	59
filière 4	10	4	5	1	9,9	748	40
filière 5	21	11	10		8,2	328	52
filière 6	16	6	10		8,8	469	38
filière 7	11	4	4	3	10,6	898	36
filière 8	8	3	5		8,1	381	38
filière 9	12	6	6		7,7	297	50
filière 10	15	9	6		8,6	474	60
filière 11	21	14	5	2	9,2	518	67
filière 12	14	9	5		8,1	331	64
filière 13	12	5	7		8,3	362	42
filière 14	15	8	7		8,7	496	53
filière 15	6	5	1		8,6	519	83

Sous-total	209	112	91	6	8,6 cm	460 g	54%
-------------------	------------	------------	-----------	----------	---------------	--------------	------------

Total	495	264	214	17	8,5 cm	451 g	53%
--------------	------------	------------	------------	-----------	---------------	--------------	------------

Annexe 4.6.- Résultats des pêches expérimentales de tourteau en 1995.

JUIN	Nombre total	Nombre de mâles	Nombre de femelles	Largeur céphalothoracique moyenne	Sex-ratio (% de mâles)
filière 1	73	52	21	13,1	71
filière 2	40	23	17	12,4	58
filière 3	42	31	11	11,6	74
filière 4	18	12	6	15,8	67
filière 5	60	31	29	12,4	52
filière 6	11	7	4	16,8	64
filière 7	54	27	27	13,5	50
filière 8	56	27	29	12,3	48
filière 9	115	58	57	10,8	50
filière 10	106	46	60	12,6	43
filière 11	16	13	3	14,7	81
filière 12	22	14	8	14,7	64
filière 13	57	36	21	13,9	63
filière 14	21	7	14	13,2	33
filière 15	25	20	5	14,1	80

Sous-total	716	404	312	12,8 cm	56%
-------------------	------------	------------	------------	----------------	------------

SEPTEMBRE	Nombre total	Nombre de mâles	Nombre de femelles	Largeur céphalothoracique moyenne	Sex-ratio (% de mâles)
filière 1	27	19	8	13,7	70
filière 2	23	18	5	13	78
filière 3	37	24	13	12,2	65
filière 4	27	23	4	15,4	85
filière 5	55	44	11	12,8	80
filière 6	9	6	3	15,3	67
filière 7	30	20	10	16,1	67
filière 8	21	18	3	12,5	86
filière 9	11	6	5	13,2	55
filière 10	95	55	40	12,3	58
filière 11	27	17	10	14,7	63
filière 12	50	46	4	14,1	92
filière 13	73	49	24	15,1	67
filière 14	124	77	47	12,8	62
filière 15	31	24	7	14,3	77

Sous-total	640	446	194	13,5 cm	70%
-------------------	------------	------------	------------	----------------	------------

Total	1356	850	506	13,1 cm	63%
--------------	-------------	------------	------------	----------------	------------

Annexe 4.7.- Résultats des pêches expérimentales d'araignée en 1995.

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	5			11,2	0	100
filière 2	2	2			10,4	0	100
filière 3	2	2			11	0	100
filière 4	4	4			9,6	0	100
filière 5	2	2			12,1	50	100
filière 6	13	8	4	1	9,4	15	62
filière 7	8	8			11	13	100
filière 8	8	8			10,7	13	100
filière 9	3	2		1	10,6	33	67
filière 10	7	4	1	2	11	29	57
filière 11	13	10	1	2	11,4	31	77
filière 12	2	2			11,2	0	100
filière 13	8	8			10,7	25	100
filière 14	3	3			9,4	0	100
filière 15	20	17		3	10,2	20	85
Sous-total	100	85	6	9	10,5 cm	18%	85%

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	7	4		8,4	0	64
filière 2	9	6	3		9,7	11	67
filière 3	3	2	1		8,9	0	67
filière 4	16	7	9		9,6	13	44
filière 5	11	7	4		10,9	27	64
filière 6	48	29	19		9,4	15	60
filière 7	7	6	1		10,2	14	86
filière 8	1	1			11,7	0	100
filière 9	3	3			8,6	0	100
filière 10	12	7	5		8,8	8	58
filière 11	17	4	13		9,4	12	24
filière 12	4	4			6	0	100
filière 13	3	2	1		12,8	67	67
filière 14	9	5	4		10,4	22	56
filière 15	35	24	10	1	10	6	69
Sous-total	189	114	74	1	9,6 cm	12%	60%

Total	289	199	80	10	9,9 cm	14%	69%
--------------	------------	------------	-----------	-----------	---------------	------------	------------

Annexe 4.8.- Résultats des pêches expérimentales d'étrille en 1995.

JUIN	Nombre total	Nombre de mâles	Nombre de femelles	Nombre de femelles oeuvées	Longueur céphalothoraciqu emoyenne.	% d'individus mous	Sex-ratio (% de mâles)
filière 1	25	22	3		5,6	16	88
filière 2	28	24	2	2	6,1	11	86
filière 3	34	31	2	1	5,9	3	91
filière 4	1	1			6,5	0	100
filière 5	23	22	1		5,8	17	96
filière 6							
filière 7	13	10	1	2	5,8	8	77
filière 8	10	10			5,9	20	100
filière 9	29	25	2	2	5,7	3	86
filière 10	6	5		1	5,7	0	83
filière 11	4	3	1		5,7	0	75
filière 12	25	20	2	3	5,6	4	80
filière 13	3	3			6	0	100
filière 14	3	2	1		6	0	67
filière 15	5	4	1		5,7	20	80
Sous-total	209	182	16	11	5,8 cm	9%	87%

SEPTEMBRE	Nombre total	Nombre de mâles	Nombre de femelles	Nombre de femelles oeuvées	Longueur céphalothoraciqu emoyenne.	% d'individus mous	Sex-ratio (% de mâles)
filière 1	6	5	1		5,9	0	83
filière 2	13	11	2		6,1	83	85
filière 3	9	8	1		5,8	0	89
filière 4	1	1			6	0	100
filière 5	17	17			5,9	0	100
filière 6	3	2	1		6,2	67	67
filière 7	1	1			5,6	0	100
filière 8	14	12	2		6,1	0	86
filière 9	2	2			5,9	0	100
filière 10	6	5	1		6	0	83
filière 11	4	2	2		6	0	50
filière 12	9	7	2		6	67	78
filière 13	9	9			5,9	0	100
filière 14	1	1			6,8	0	100
filière 15	4	3	1		5,9	0	75
Sous-total	99	86	13	0	6 cm	13%	87%
Total	308	268	29	11	5,9 cm	18%	87%

Annexe 4.9.- Autres résultats des pêches expérimentales en 1995.

	Nombre de casiers relevés			Nombre de buccins pêchés			Nombre de pagures pêchés		
	Juin	Septembre	Total	Juin	Septembre	Total	Juin	Septembre	Total
filière 1	80	80	160	4	69	73	13	54	67
filière 2	80	80	160	2	1		5	6	
filière 3	80	40	120		1		8	4	
filière 4	80	80	160	297	21	318	273	86	359
filière 5	80	80	160	3			5	2	
filière 6	80	80	160	625	497	1122	712	161	873
filière 7	80	80	160	6	22		125	148	273
filière 8	80	60	140				3		3
filière 9	80	40	120			0	3	1	4
filière 10	80	80	160	3			4	9	
filière 11	80	80	160	236	77	313	317	134	451
filière 12	80	80	160	23	7	30	31	8	39
filière 13	80	80	160	18	3	21	23	12	35
filière 14	80	80	160	27	1		51	1	52
filière 15	80	80	160	692	14	706	112	88	200
Total	1200	1100	2300	1936	713	2649	1685	714	2399

**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. GENTHEN, 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.

GENTHEN 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. GENTHEN, 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.

DREVES L., J. MARTIN, E. ERARD-LE DENN, M. LUNVEN, D. MIOSSEC et J.Y. QUINTIN, 1996.

- **Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1995.**
Rapp. IFREMER DEL/Brest-96.07, juin 1996, 114 p. + annexes.