

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

**SURVEILLANCE ECOLOGIQUE
ET HALIEUTIQUE
DU SITE DE FLAMANVILLE
ANNEE 1997**

RAPPORT SCIENTIFIQUE ANNUEL

Coordinateur Luc DRÉVÈS

Auteurs Luc DRÉVÈS, Evelyne ERARD-LE DENN, Michel LUNVEN
Jocelyne MARTIN, Dominique MIOSSEC, Jean-Yves QUINTIN

Convention de marché EDF 95.F.0109
Edition définitive : mars 1998



| | |
|--|--|
| Type de rapport : RST (Rapports de résultats de recherches scientifiques et/ou techniques) | |
| Numéro d'identification du rapport : <i>DEL/CR/98.04/BREST</i> Diffusion : <u>libre X</u> restreinte <input type="checkbox"/> interdite <input type="checkbox"/> Validé par : (édition provisoire restreinte en janvier 1998) Adresse électronique : - chemin UNIX : - adresse WWW : | date de publication : <i>mars 1998</i> nombre de pages : <i>112</i> + annexes bibliographie : <i>Oui</i> illustration(s) : <i>Oui</i> langue du rapport : <i>Français</i> |
| Titre et sous-titre du rapport : <p style="text-align: center;"><i>SURVEILLANCE ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE DU SITE DE FLAMANVILLE - ANNEE 1997</i></p> Titre traduit : <p style="text-align: center;"><i>ECOLOGICAL AND FISHERIES MONITORING OF THE FLAMANVILLE NUCLEAR POWER PLANT - 1997</i></p> | |
| Auteur(s) principal(aux) : nom, prénom <i>DRÉVÈS Luc</i> <i>ERARD LE DENN Evelyne</i> <i>LUNVEN Michel</i> <i>MARTIN Jocelyne</i> <i>MIOSSEC Dominique</i> <i>QUINTIN Jean-Yves</i> | Organisme / Direction / Service, laboratoire <i>IFREMER / BREST / DEL / CR</i> <i>IFREMER / BREST / DEL / EC-PP</i> <i>IFREMER / BREST / DEL / EC-PP</i> <i>IFREMER / NANTES / DRV / RH</i> <i>IFREMER / PORT-EN-BESSIN / DRV / RH</i> <i>IFREMER / BREST / DEL / CR</i> |
| Collaborateur(s) : nom, prénom <i>CRASSOUS Marie Pierre</i> <i>DESCHAMPS Serge</i> <i>GAFFET Jean Dominique</i> <i>YOUENOU Agnès</i> | Organisme / Direction / Service, laboratoire <i>IFREMER / BREST / DEL / EC-PP</i> <i>Laboratoire départementale Caen</i> <i>IFREMER / BREST / DEL / EC-BB</i> <i>IFREMER / BREST / DEL / EC-PP</i> |
| Organisme commanditaire : nom développé, sigle, adresse <p style="text-align: center;"><i>Electricité de France (EDF) - Production Transport - C.N.P.E. de Flamanville</i> <i>B.P. 4 - 50 340 Les Pieux</i></p> | |
| Titre du contrat : | n° de contrat Ifremer |
| Organisme(s) réalisateur(s) : nom(s) développé(s), sigle(s), adresse(s) <i>IFREMER Centre de BREST, B.P. 70, 29 280 PLOUZANE</i> <i>IFREMER Centre de NANTES, B.P. 21 105, 44 311 NANTES CEDEX 03</i> <i>IFREMER Station de PORT-EN-BESSIN, Av. du Général DE GAULLE, 14 520 PORT-EN-BESSIN</i> <i>LABORATOIRE DEPARTEMENTAL Frank DUNCOMBE, 14 053 CAEN CEDEX</i> <i>LAPHY - Centre d'études et de recherches halieutiques, B.P. 89, 64 200 BIARRITZ</i> | |
| Responsable scientifique : <i>Luc DRÉVÈS - IFREMER / BREST / DEL / CR</i> | |
| Cadre de la recherche : | |
| Programme : <p style="text-align: center;"><i>Surveillance et évaluation</i> <i>de la qualité du milieu marin</i></p> | Convention : 1) générale ; 2) particulière 1) EDF / IFREMER n° ST 64 T 7001 2) CNPE Flamanville / IFREMER n° 95.F.0109 |
| Projet : <i>I.G.A.</i> <p style="text-align: center;"><i>Impact des Grands Aménagements</i></p> | Autres (préciser) : |
| Campagne océanographique : (nom de campagne, année, nom du navire) <i>IGA 1-2-3, 1997, N/O THALIA.</i> | |

Résumé :

L'étude de surveillance n°15 du site électronucléaire de FLAMANVILLE (département de la Manche) concerne l'année 1997. Sont étudiés les domaines benthique, halieutique et pélagique. L'année 1997 est la 12^{ème} année de fonctionnement de la Centrale.

Abstract :

Monitoring n°15 of the FLAMANVILLE nuclear power plant takes into account studies conducted between March and September 1997. Impacts on hydrology, microbiology, phytoplankton, zooplankton, fisheries, intertidal phytobenthos and zoobenthos are reported. This power plant has been in operation for twelve years.

Mots-clés :

*Centrale nucléaire, Flamanville, Surveillance ;
Benthos, Halieutique, Pelagos.*

Keywords :

*Flamanville, Monitoring, Nuclear power plant ;
Benthos, Fisheries, Pelagos.*

Commentaire :

Ce document doit être cité de la manière suivante :

Référence générale

DREVES L. (coordinateur) et al. (1998) - Surveillance écologique et halieutique du site de Flamanville, année 1997. Rapp. IFREMER DEL/CR/98-04/BREST, mars 1998, 112 p. + annexes.

Référence particulière

MARTIN J. (1998). - Le domaine halieutique. In : DREVES L. (coordinateur) et al. (1998) - Surveillance écologique et halieutique du site de Flamanville, année 1997. Rapp. IFREMER DEL/CR/98-04, mars 1998, 112 p. + annexes.

Conformément à la **convention générale** passée entre **EDF** et **IFREMER** (document référencé n° 64 T 7001) pour les quatre années 1994/1997, 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 1997, régie par la convention de marché EDF 95.F.0109, l'**état d'avancement** a été adressé à EDF le 11 juillet 1997 (DREVES L., 1997. - Surveillance écologique et halieutique du site de Flamanville, année 1997, état d'avancement des travaux du premier semestre. - Rapp. IFREMER DEL/CR/RST/97.14, juillet 1997, 21 p.).

Le **rapport préliminaire** a été adressé le 30 janvier 1998 (DREVES L. (coordinateur) *et al.* (1998).- Surveillance écologique et halieutique du site de Flamanville, année 1997, rapport préliminaire.- Rapp. IFREMER DEL/CR/98.02/BREST, janvier 1998, 122 p.).

Le **rapport scientifique annuel** fait l'objet du présent document, son édition provisoire étant le rapport préliminaire de janvier 1998.

*Ce rapport est tiré en 30 exemplaires.
Sa diffusion est libre.*

| |
|-----------------|
| SOMMAIRE |
|-----------------|

| | PAGE |
|--|------|
| Préambule | 1 |
| Partie 1. Le fonctionnement de la Centrale de Flamanville et programme d'intervention d'IFREMER en 1997 | |
| 1.1. Fonctionnement de la centrale | 5 |
| 1.2. Travaux réalisés par l'IFREMER | 8 |
| Partie 2. Les caractéristiques environnementales de l'année 1997 | |
| 2.1. Climatologie | 13 |
| 2.2. Température de l'eau de mer | 16 |
| Partie 3. Le domaine pélagique | |
| 3.1. Méthodologie | 23 |
| 3.2. Hydrobiologie | 23 |
| 3.3. Phytoplancton | 33 |
| 3.4. Zooplancton | 42 |
| 3.5. Microbiologie | 61 |
| 3.6. Trihalométhanes | 66 |
| Partie 4. Le domaine benthique | |
| 4.1. Phytobenthos intertidal | 69 |
| 4.2. Zoobenthos intertidal - substrats durs | 78 |
| Partie 5. Le domaine halieutique | |
| 5.1. Larves de crustacés | 89 |
| 5.2. Surveillance de la pêche côtière des crustacés | 99 |
| Partie 6. Conclusion générale | 109 |
| BIBLIOGRAPHIE | 111 |
| ANNEXES | 113 |

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 encadrant ce site.

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

L'**étude de Projet**, menée par ces deux organismes de juillet 1976 à août 1978 (étude écologique), et d'avril 1977 à septembre 1979 (étude halieutique), eut pour but d'établir un état de référence avant l'implantation de la centrale électronucléaire. Seule la composante 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.

A partir 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. Pour le domaine benthique, l'étude de la faune des substrats meubles intertidaux de l'anse de Scioto (espèce cible : *Urothoë brevicornis*) et celle du macrobenthos sublittoral proche du cap de Flamanville (espèce cible : *Nucula nucleus*) sont abandonnées. Pour le domaine halieutique, le nombre de campagnes à la mer pour le suivi des larves de crustacés (homard et araignée) est ramené de 6 à 4.

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

Au cours de 1997, 12^{ème} année de fonctionnement de la Centrale, les études réalisées sur le site de Flamanville sont menées sous la responsabilité de :

Luc Drévès, DEL/CR/Brest⁴, pour les caractéristiques environnementales (climatologie, température de l'eau de mer), 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-PP/Brest⁵, pour le phytoplancton ;

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

Jocelyne Martin, DRV/RH/Nantes⁶, 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/CR/Brest, pour le zooplancton.

⁴ *Direction de l'Environnement et de l'Aménagement littoral (DEL) / Cellule Etudes et Expertises Régionales (CR)*

⁵ *Direction de l'Environnement et de l'Aménagement littoral (DEL) / Département Ecologie Côtière (EC) / Laboratoire Proliférations Phytoplanctoniques (PP)*

⁶ *Direction des Ressources Vivantes (DRV) / Département Ressources Halieutiques (RH)*

**I. FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE DE FLAMANVILLE
ET PROGRAMME D'INTERVENTION DE L'IFREMER
AU COURS DE L'ANNEE 1997**

par **Luc DRÉVÈS (DEL/CR)**

1.1. FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE

La centrale de Flamanville, située sur la côte ouest du Cotentin, comporte deux tranches de puissance électrique de 1 300 Mwe, mises en service en décembre 1985 pour la tranche 1, et juillet 1986 pour la tranche 2.

Pour le refroidissement de ses condenseurs, la centrale aspire de l'eau de mer dans le canal d'amenée à raison d'un débit moyen de $47 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Les eaux échauffées sont évacuées par un bassin de rejet communiquant avec une galerie souterraine creusée à -75 m, d'une longueur de 460 m pour la tranche 1, de 604 m pour la tranche 2. Les têtes de rejet, situées à l'extrémité ouest de ces galeries, sont localisées aux alentours de l'isobathe 10 m.

L'année 1997 est la douzième année de fonctionnement de la centrale de Flamanville, la quinzième année consécutive des études de Surveillance menées par IFREMER.

Au cours du premier semestre, les principaux arrêts de tranches ont eu lieu du 21 au 29 juin pour la tranche 1 (figure 1.1), du 26 au 30 juin pour la tranche 2 (figure 1.2). Ces arrêts ont été provoqués à la suite du colmatage des tambours filtrants du circuit de pompage par des macroalgues en épaves, comme cela s'était produit du 19 mai au 8 juin 1996.

Le second semestre est surtout marqué par l'arrêt prolongé de la tranche 1, du 30 août au 31 décembre. Le principal arrêt de la tranche 2 a eu lieu du 26 juillet au 18 août.

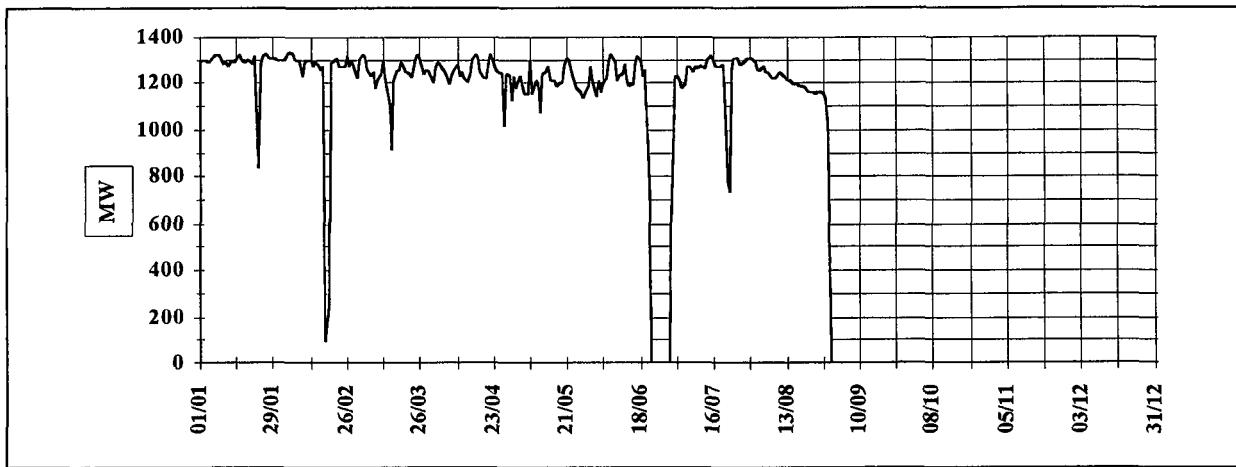


Fig. 1.1 : Puissance nette moyenne de la tranche 1 du CNPE de Flamanville en 1997

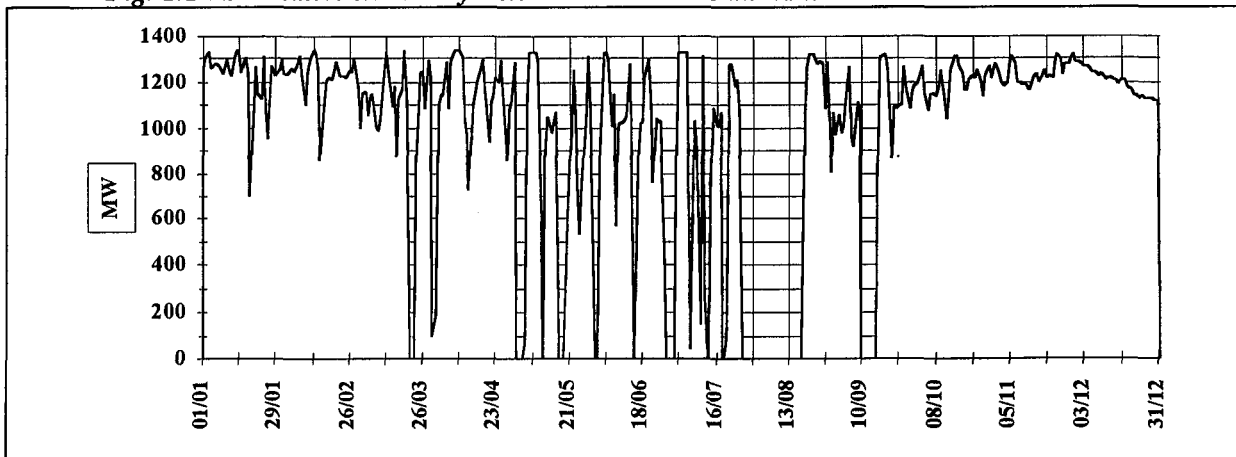


Fig. 1.2 : Puissance nette moyenne de la tranche 2 du CNPE de Flamanville en 1997

Le relevé quotidien, effectué par EDF (à 16 h), de la température de l'eau de mer dans le canal d'amenée (à l'entrée des pompes) et à la sortie des deux condenseurs est transmis chaque mois à l'IFREMER. Un premier traitement de ces données est présenté sous forme graphique (figures 1.3 à 1.5). Les arrêts de tranche se traduisent par une diminution de la température de l'eau de mer à la sortie du condenseur de la tranche concernée.

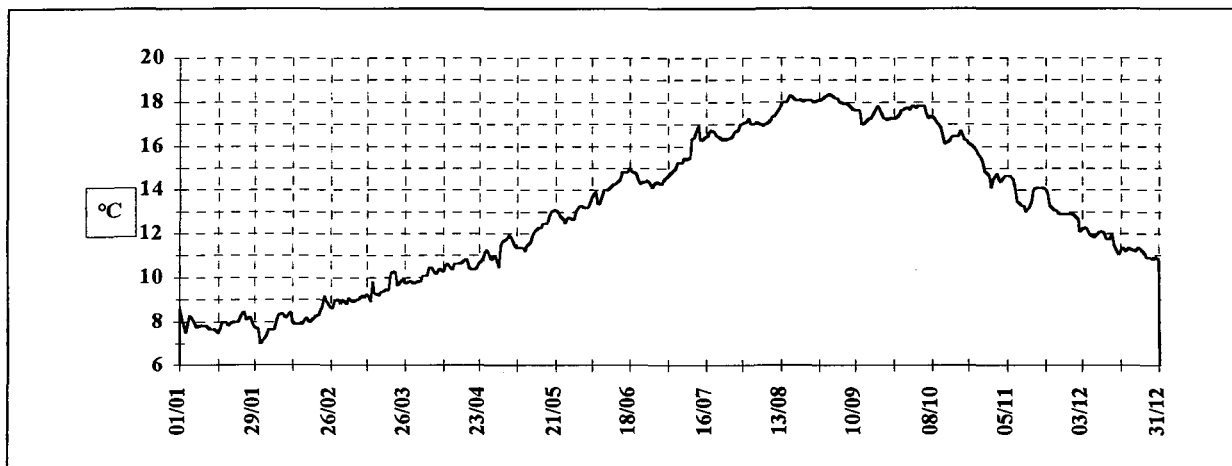


Fig. 1.3 : Evolution de la température journalière (à 16 h) de l'eau de mer dans le canal d'amenée du CNPE de Flamanville au cours de l'année 1997

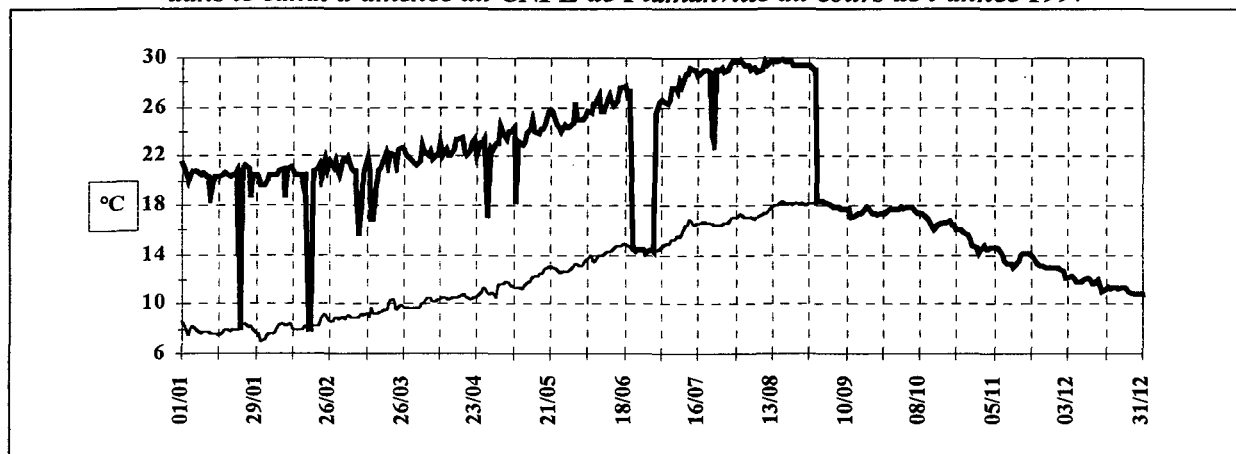


Fig. 1.4 : Comparaison de la température de l'eau de mer entre le canal d'amenée et la sortie du condenseur de la tranche 1, au cours de l'année 1997

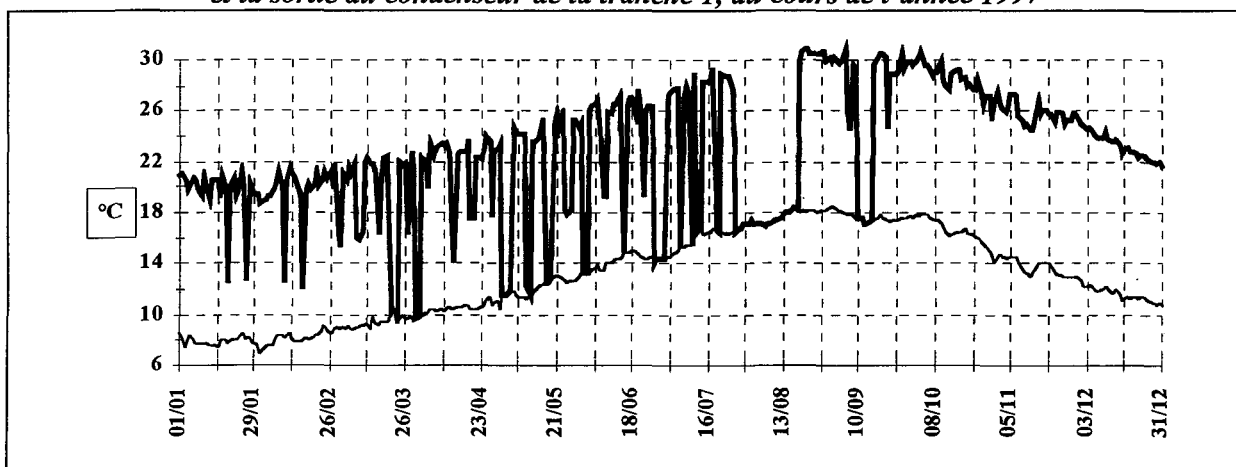


Fig. 1.5 : Comparaison de la température de l'eau de mer entre le canal d'amenée et la sortie du condenseur de la tranche 2, au cours de l'année 1997

L'écart journalier moyen entre la sortie des condenseurs et le canal d'aménée peut ainsi être calculé (figure 1.6).

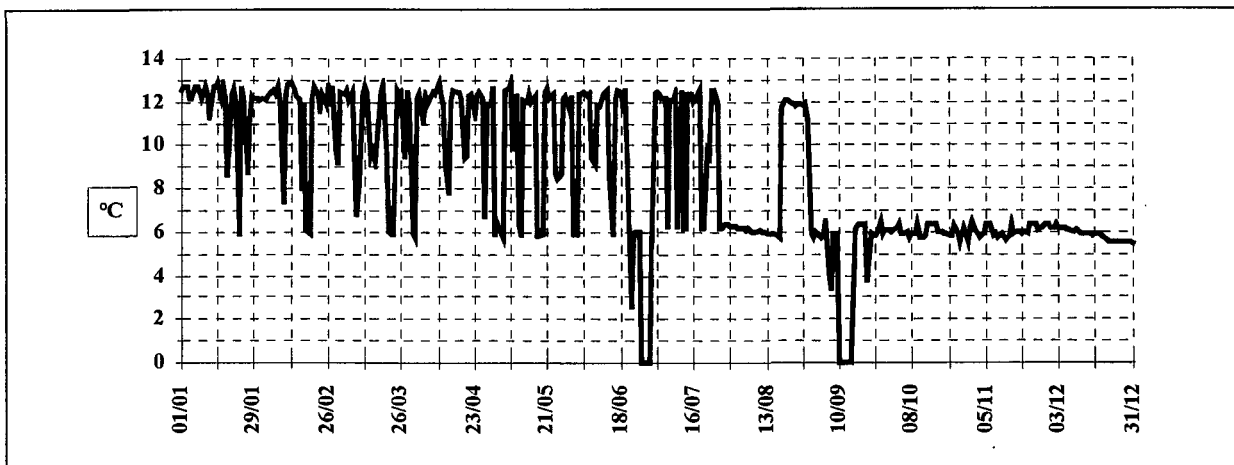


Fig. 1.6 : Ecart journalier moyen de la température de l'eau de mer entre la sortie des deux condenseurs et le canal d'aménée, au cours de l'année 1997

Le processus antisalissure par électrochloration n'a pas fonctionné de janvier à mai. Rappelons que ce processus a fonctionné les années antérieures à partir du mois de mai.

Comme l'indique le tableau 1.1 ci-dessous, 266 tonnes de chlore ont ainsi été injectées dans le circuit de refroidissement au cours de l'année 1997, les trois quarts dans celui de la tranche 2.

| Kg chlore | mai | juin | juillet | août | septembre | octobre | novembre | décembre | Total |
|--------------|----------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|----------------|
| Tranche 1 | 0 | 9 200 | 24 021 | 12 692 | 0 | 0 | 2 271 | 30 493 | 78 677 |
| Tranche 2 | 0 | 18 400 | 30 473 | 28 508 | 17 052 | 43 029 | 26 021 | 24 179 | 187 662 |
| Total | 0 | 27 600 | 54 494 | 41 200 | 17 052 | 43 029 | 28 292 | 54 672 | 266 338 |

Tableau 1.1 : Récapitulatif du tonnage mensuel de chlore injecté dans le circuit d'eau de refroidissement du CNPE de Flamanville en 1997

Ce tonnage est inférieur à la moyenne annuelle (382 t) injectée depuis 1987 (tableau 1.2).

| Année | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | Moy. |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------|
| Chlore en T | 424 | 580 | 570 | 805 | 365 | 191 | 209 | 243 | 371 | 173 | 266 | 382 |

Tableau 1.2 : Récapitulatif du tonnage annuel de chlore injecté dans le circuit d'eau de refroidissement du CNPE de Flamanville

1.2. TRAVAUX REALISES PAR L'IFREMER

Les travaux réalisés au cours l'année 1997 se sont déroulés conformément au contrat. Ils sont présentés dans le tableau 1.3. Les points de prélèvements sont inchangés, et localisés sur la carte de la figure 1.7.

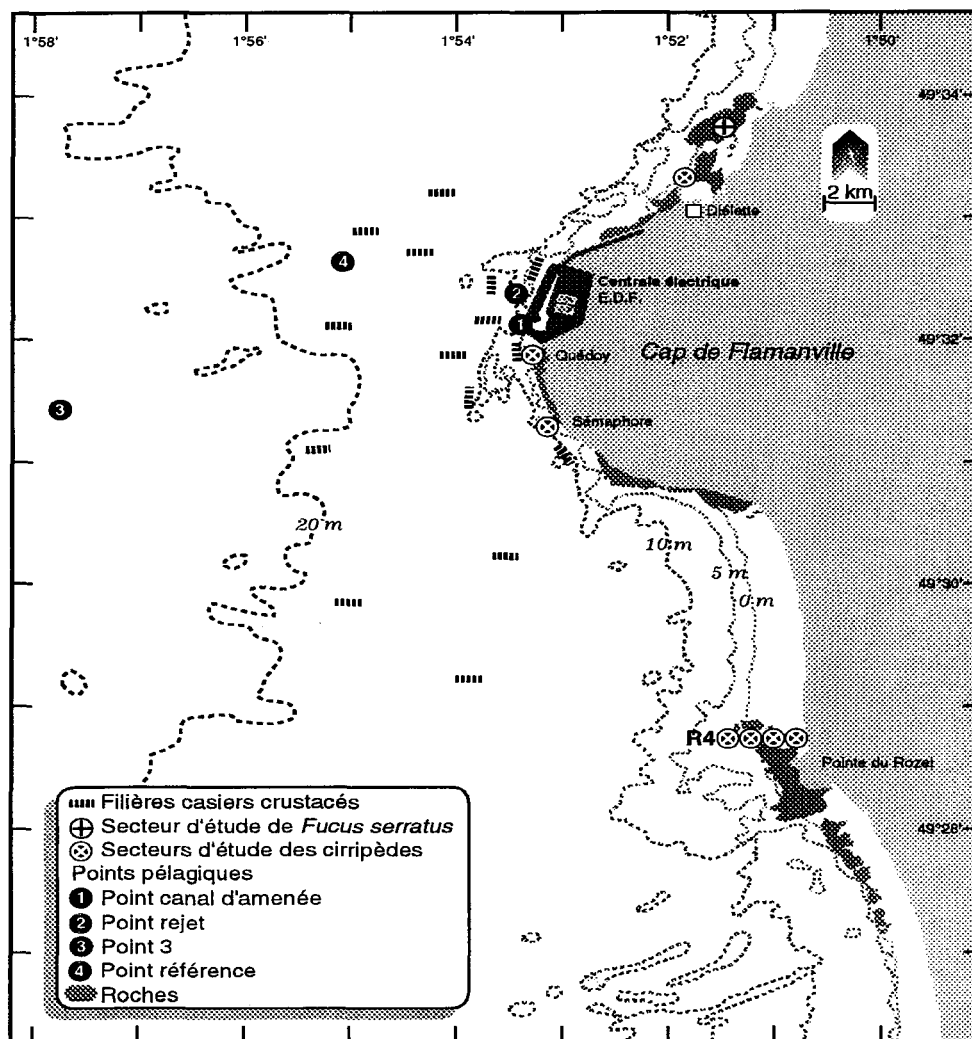


Fig. 1.7 : Carte des abords de Flamanville, indiquant les points de prélèvements



Les diverses interventions de l'IFREMER sur le site de Flamanville depuis 1986 sont récapitulées, pour information, dans le tableau 1.4.

| 1997 | 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. | 19 avril 30 juin 29 septembre |
| | Salinité | | 1 subsurface | |
| | Haloformes | | 2 subsurface | |
| | Sels nutritifs NH4 | | Référence 2 subsurf. 2 à -10m | |
| | Chlorophylle Phaeopigments Production primaire Identification des espèces | | Rejet 4 subsurf. C.amenée 4 subsurf. | |
| Hydrobiologie | | | | |
| Phytoplancton | | | | |
| Zooplancton | Biomasse Composition chimique (carbone, azote) Identification des espèces | Canal d'amenée | 6 WP2 congelés (2 triples) 1 WP2 formolé | |
| 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 | 8 - 9 mars [6 juin]* |
| Phytobenthos | - Biomasse | Secteurs 1, 2, 3 | 10 quadrats /secteur | 15 - 17 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 | 7 - 8 mars [7 juin]* 15 - 17 septembre |
| DOMAINE HALIEUTIQUE | Densité des larves d'araignée et homard | [Point 3] Référence | 2 Bongo | 1 juillet |
| Zooplancton et Hydrologie | - température - salinité | Rejet Canal d'amenée | 1 Neuston surface 1 Neuston oblique | 21 août 26 août 9 septembre |
| Suivi de l'exploitation | Recueil d'informations sur la pêche professionnelle | N.O. Cotentin | | |
| et de la biologie des espèces commerciales | Pêches expérimentales - pour homard, tourteau, araignée, étrille (longueur, sex-ratio) - autres espèces (présence) | 15 points (1 filière par point) | 4 levées des 15 filières d'au moins 20 casiers | 9-12 juin 8-11 septembre |

Tableau 1.3 : Récapitulatif de l'activité réalisée par l'IFREMER au cours de l'année 1997 sur le site électronucléaire de Flamanville []* : échantillonnage hors contrat

| | 1986 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 |
|--|--------------|--------------|----------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|
| P E L A G O S | 11/03 | 07/05 | 08/05 | 22/04 | 21/04 | 07/05 | 11/04 | 29/04 | 20/03 | 09/04 | 12/04 | 19/04 |
| | 23/05 | | | | | | | | | | | |
| | 11/06 | | | | | | | | | | | |
| | 22/07 | 17/07 | 14/07 | 13/07 | 02/07 | 02/07 | 09/07 | 29/06 | 02/07 | 04/07 | 24/06 | 30/06 |
| | 23/09 | 01/09 | 05/11 | 23/09 | 27/09 | 17/09 | 20/09 | 26/09 | 01/10 | 18/09 | 06/09 | 29/09 |
| B P E H N T H O O S | 25-26 /03 | 30-31 /03 | 21 /03 | 07-09 /03 | 28-29 /03 | 19-20 /03 | 19-20 /03 | 08-09 /03 | 13-15 /03 | 14-16 /03 | 18-19 /03 | 08-09 /03 |
| | | | | | | | | | | 12-13 /06 | 03-04 /06 | 06 /06 |
| | 17-18 /09 | 07-08 /09 | 29 /09 | 18-19 /09 | 19-20 /09 | 09/10 /09 | 28-30 /09 | 01-02 /09 | 19-22 /09 | 08-10 /09 | 08-09 /09 | 15-17 /09 |
| B Z N O T O H O S | 25-26 /03 | 14-15 /03 | 21-22 /03 | 07-08 /03 | 11-12 /03 | 15-18 /03 | 16-19 /03 | 23-24 /03 | 12-13 /03 | 15-16 /03 | 18-19 /03 | 07-08 /03 |
| | 22-23 /06 | 12-13 /06 | 31/05 01/06 | 03-04 /06 | 23-24 /06 | 12-15 /06 | 02-04 /06 | 23 /06 | 23-24 /06 | 12-13 /06 | 03 /06 | 07 /06 |
| | 17-18 /09 | 22-25 /09 | 28-29 /09 | 18-19 /09 | 19-20 /09 | 24-27 /09 | 22-25 /09 | 01-02 /09 | 20-21 /09 | 09/10 /09 | 10-11 /09 | 15-17 /09 |
| H Z A O L O I E + U T H I Y Q D U R E O | 14/06 | 02/07 | 12/07 | 11/07 | 15/06 | 19/06 | 23/06 | 17/06 | 16/06 | 20/06 | 27/06 | |
| | 05/07 | 23/07 | 21/07 | 25/07 | 11/07 | 03/07 | 07/07 | 29/06 | 06/07 | 04/07 | 09/07 | 01/07 |
| | 28/07 | 04/08 | 05/08 | 08/08 | 19/07 | 25/07 | 21/07 | 12/07 | 27/07 | 19/07 | 23/07 | 21/08 |
| | 12/08 | 14/08 | | 24/08 | 04/08 | 07/08 | 06/08 | 30/07 | | 03/08 | 07/08 | 26/08 |
| | 04/09 | 01/09 | 07/09 | 07/09 | 27/08 | 24/08 | 20/08 | 23/08 | 13/09 | | | 09/09 |
| | 23/09 | 20/09 | 22/09 | 21/09 | 11/09 | 05/09 | 08/09 | | | | | |
| H A L P I E C U H T E I S Q U E | 12-15 /05 | 18-21 /05 | 24-27 /05 | 24-27 /05 | 15-18 /05 | 21-24 /05 | 12-15 /05 | | | | | |
| | 11-14 /06 | 22-25 /06 | 20-23 /06 | 06-09 /06 | 05-07 /06 | 25-28 /06 | 15-19 /06 | 14-18 /06 | 30/05 04/06 | 06-09 /06 | 24-28 /06 | 09-12 /06 |
| | 15-18 /07 | 20-23 /07 | 20-23 /07 | 03-06 /07 | 02-07 /07 | 22-25 /07 | 07-10 /07 | | | | | |
| | 12-15 /08 | 18-21 /08 | 22-27 /08 | 07-10 /08 | 30/07 02/08 | 19-22 /08 | 10-14 /08 | | | | | |
| | 10-13 /09 | 15-18 /09 | 05-08 /09 | 04-07 /09 | 03-07 /09 | 16-19 /09 | 21-22 09 | 20-24 /09 | 12-16 /09 | 18-21 /09 | 16-21 /09 | 08-11 /09 |

Tableau 1.4 : Récapitulatif des interventions de l'IFREMER depuis 1986 sur le site électronucléaire de Flamanville

 absence d'intervention par évolution du contrat
 échantillonnage hors contrat

II. LES CARACTERISTIQUES ENVIRONNEMENTALES
DE L'ANNEE 1997

par **Luc DRÉVÈS (DEL/CR)**

2.1. 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.

2.1.1. Pluviométrie

Depuis 1949, la pluviométrie interannuelle moyenne sur le nord-ouest Cotentin (figure 2.1) est maximale d'octobre à janvier, le maximum des précipitations étant noté en novembre avec 91 mm de hauteur moyenne d'eau. La période la plus sèche s'étend d'avril à août, les valeurs moyennes mensuelles variant de 36 mm (juillet) à 45 mm (août). Le mois de septembre 1976 a été le plus humide avec 180 mm, et mars 1961 le plus sec avec 0 mm (seulement des traces). Le total annuel moyen est de 700 mm.

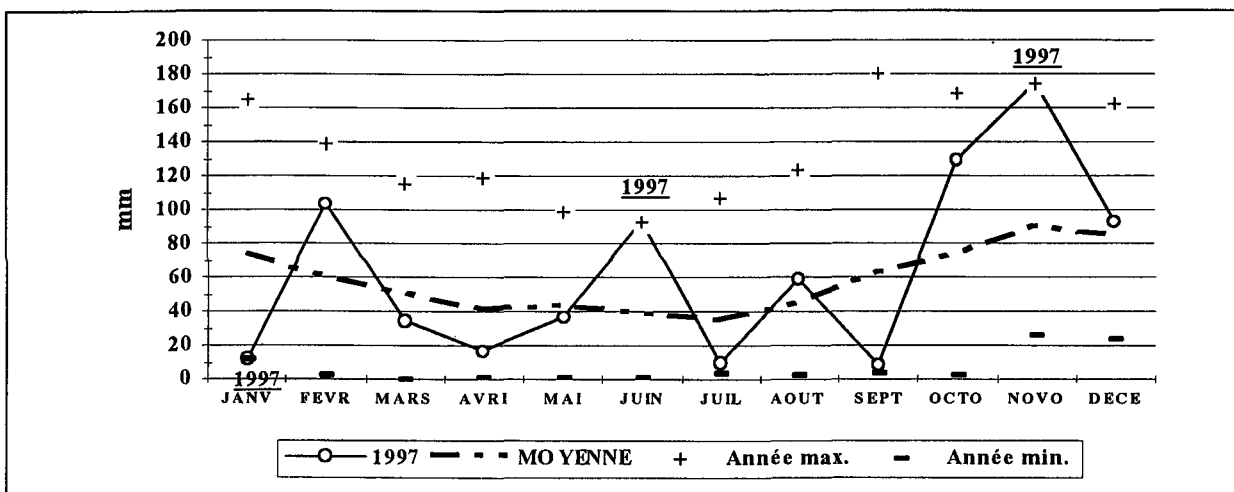


Fig. 2.1: Pluviométrie mensuelle au sémaphore de La Hague, au cours de l'année 1997 comparée aux moyenne et valeurs extrêmes mensuelles obtenues depuis 1949

La pluviométrie moyenne sur les 12 derniers mois (figure 2.2) permet d'apprécier les « périodes de sécheresse », par exemple de la fin de l'année 1995 à la mi 1997.

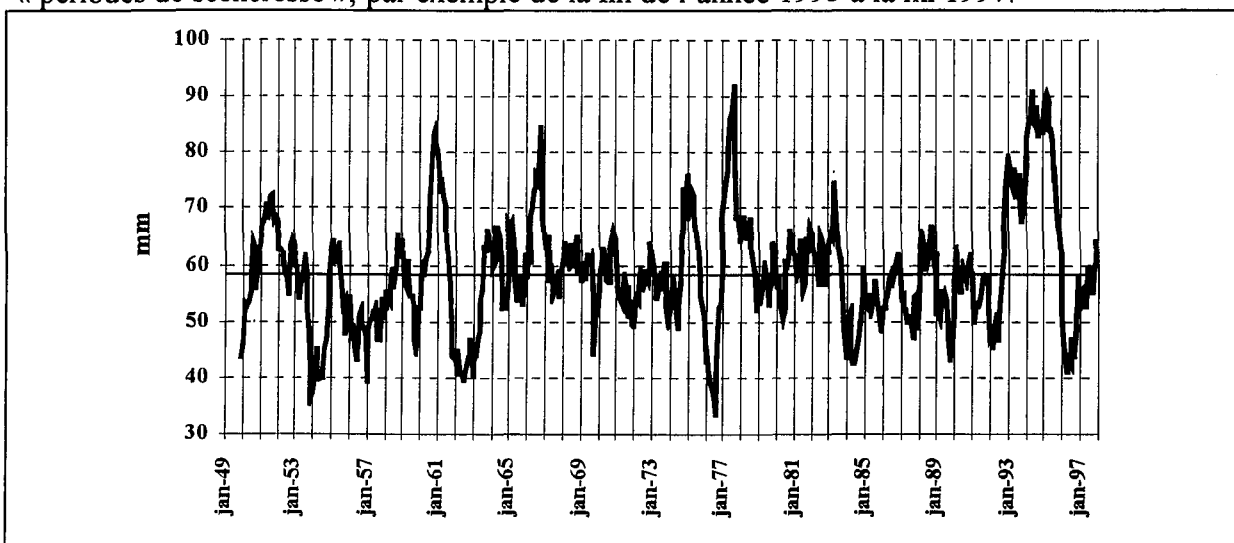


Fig. 2.2 : Pluviométrie au sémaphore de La Hague, de 1949 à 1997
Cumul moyen mobile mensuel calculé sur les 12 derniers mois
comparé au cumul moyen mensuel observé sur la période totale (58,5 mm)

2.1.2. Insolation

L'importance de l'insolation mensuelle (figure 2.3) est directement dépendante de la durée même du jour. Elle est de ce fait minimale en décembre (48 heures) et en janvier (49 heures), et maximale en juillet (221 heures). La couverture nuageuse peut perturber ce schéma. Ainsi, le mois de juin présente une durée d'insolation moyenne (198 heures) inférieure à celle enregistrée en mai (217 heures). Ce comportement particulier de juin, depuis 1986, s'explique par le caractère plus pluvieux de ce mois par rapport à mai et juillet.

L'insolation annuelle moyenne depuis 1986 est de 1 600 heures, les années extrêmes étant 1990 (2 034 heures) et 1991 (1 241 heures).

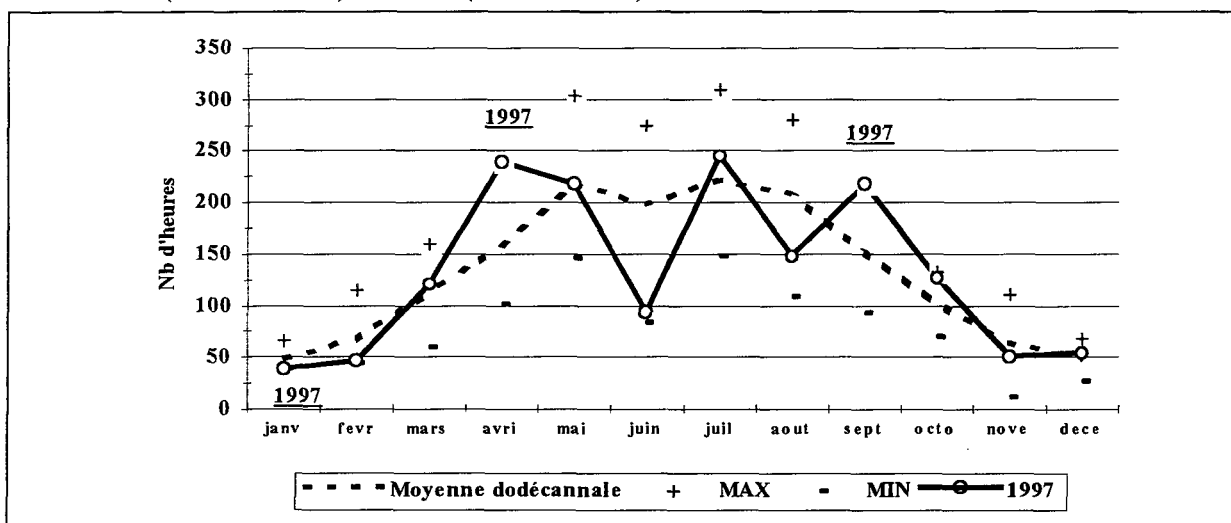


Fig. 2.3 : Insolation mensuelle à Valognes au cours de l'année 1997 comparée aux moyenne et valeurs extrêmes obtenues depuis 1986

2.1.3. Température de l'air

Au cours des 49 dernières années, la température moyenne mensuelle de l'air (figure 2.4) varie de 6,5 °C en février à 16,8 °C en août. Les moyennes mensuelles extrêmes ont été enregistrées en janvier 1963 (2,0 °C) et en août 1995 (18,9 °C).

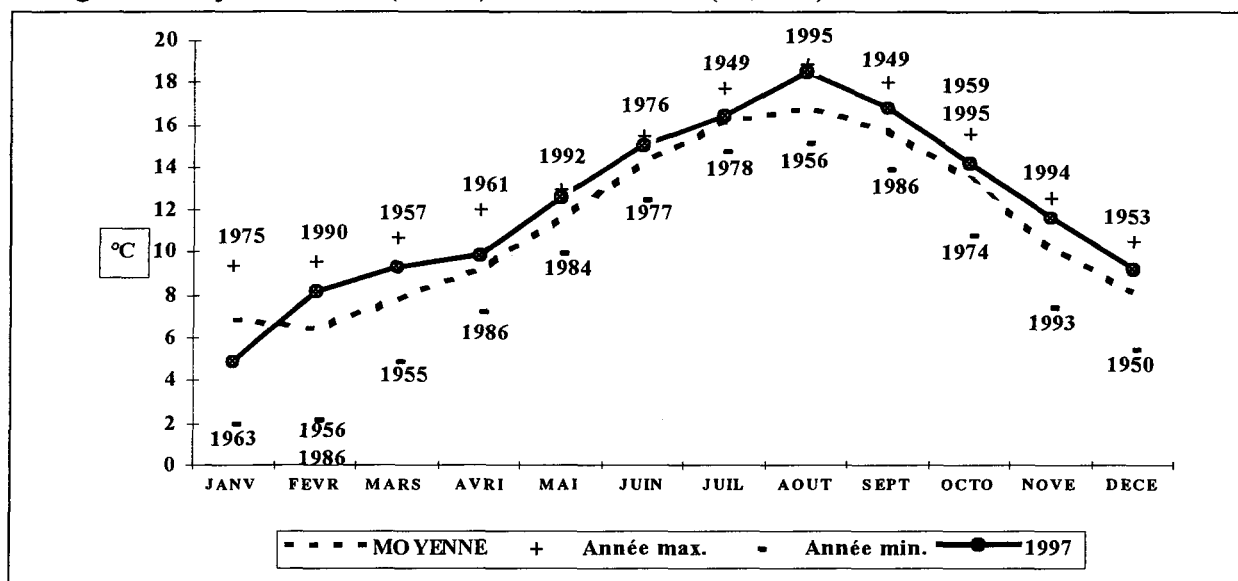


Fig. 2.4 : Température mensuelle moyenne de l'air au sémaphore de La Hague au cours de l'année 1997, comparée aux moyenne et valeurs extrêmes enregistrées depuis 1949

La température moyenne annuelle est de 11,4 °C, avec un écart thermique moyen de 10,3 °C entre le mois le plus froid et le mois le plus chaud. Sur cette période, l'année la plus chaude a été 1989 avec 12,43 °C ; la plus froide, 1963 avec 9,99 °C. Le plus grand écart thermique annuel est noté en 1987 avec 14,1 °C.

La température mensuelle moyenne de l'air sur les douze derniers mois (figure 2.5) permet d'apprécier les successions de périodes froides ou chaudes depuis 1949, indépendamment des variations saisonnières, par rapport à la moyenne mensuelle générale de l'air au cours de ces 49 dernières années (11,40 °C). La période 1984-1987 peut ainsi être qualifiée de froide ; la période 1988-1997, globalement chaude malgré les intermédiaires de 1991 et 1996.

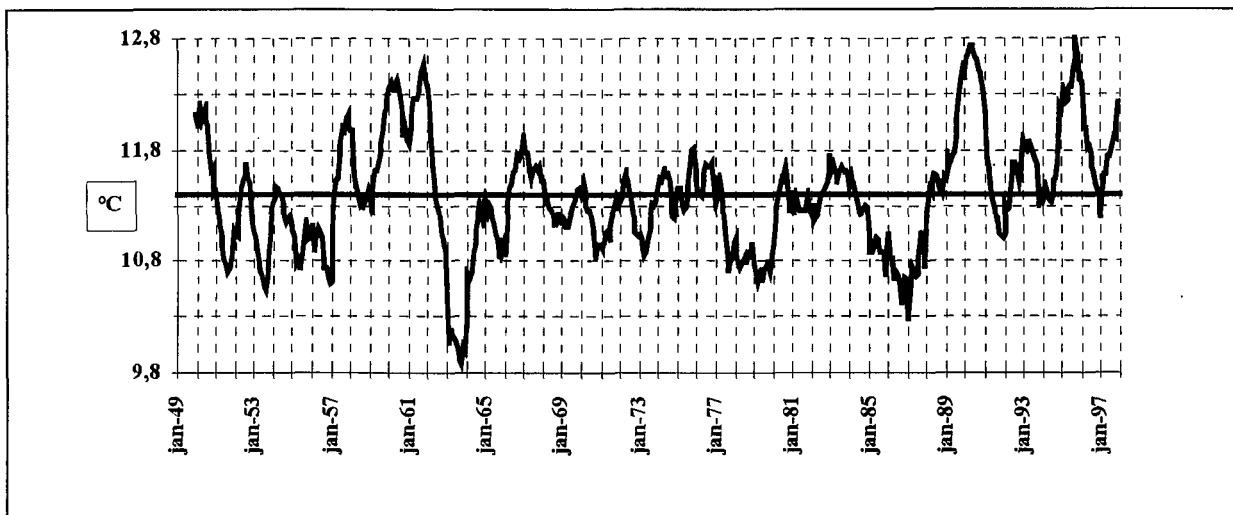


Fig. 2.5 : Evolution de la température de l'air au sémaphore de La Hague de 1949 à 1997 (moyenne mobile sur les 12 derniers mois)

2.1.4. Caractéristiques de l'année 1997

L'année 1997 a été chaude et humide. Elle se caractérise par :

- un dernier trimestre très humide qui compense ainsi le déficit pluviométrique du début de l'année. Le cumul annuel des précipitations (770 mm) est supérieur au total moyen annuel sur l'ensemble de la période (702 mm). Le mois de janvier se singularise avec l'enregistrement d'une nouvelle valeur mensuelle minimale (12,2 mm ; le précédent minimum pour ce mois était de 15,2 mm enregistré en 1953). De même, juin et novembre présentent une nouvelle valeur mensuelle maximale : 93,4 mm en juin remplaçant les 90,4 mm enregistrés en 1991 ; 174 mm en novembre à la place des 167,7 mm obtenus en 1965.

- trois nouveaux « records » d'insolation mensuelle : un minimum en janvier (39 heures) ; un maximum en avril (239 h) et en septembre (218 h). En juin, l'important déficit d'ensoleillement est proportionnel à la pluviométrie. Le total d'insolation annuelle (1 600 h) correspond à la moyenne enregistrée pour ce paramètre sur la période 1986-1997.

- des températures moyennes mensuelles supérieures aux moyennes saisonnières, exception faite du seul mois de janvier. La température annuelle moyenne est de 12,22 °C, avec un écart thermique de 13,60 °C. C'est la sixième année la plus chaude depuis 1949¹.

¹ Les six années les plus chaudes sont, dans l'ordre, 1989, 1995, 1990, 1961, 1959 et 1997. Les plus froides sont 1963, 1956, 1986, 1987, 1985 et 1979.

2.2. TEMPERATURE DE L'EAU DE MER

Depuis 1986 (figure 2.6), le minimum de température moyenne de l'eau de mer dans le canal d'amenée (8,3 °C) est noté en février, les valeurs extrêmes étant enregistrées en 1986 (6,80 °C) et 1995 (10,02 °C). Le maximum mensuel moyen (17,4 °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 9,1 °C devant le cap de Flamanville.

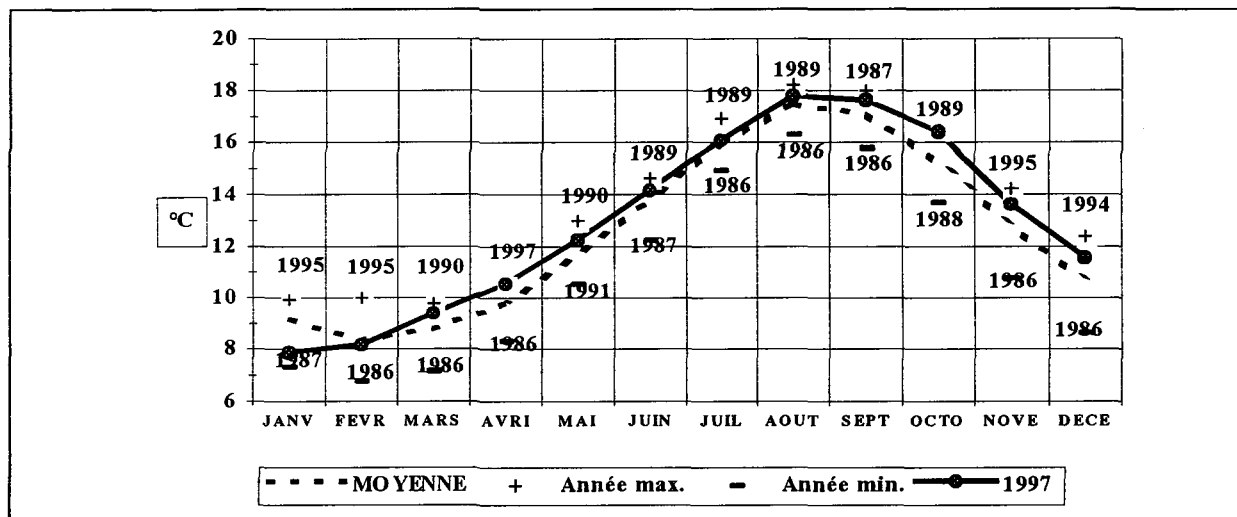


Fig. 2.6 : Evolution de la température moyenne mensuelle de l'eau de mer dans le canal d'amenée du C.N.P.E. de Flamanville au cours de l'année 1997, comparée aux moyenne et valeurs extrêmes enregistrées depuis 1986

Au cours de l'année 1997, les températures moyennes mensuelles de l'eau de mer sont supérieures, à compter du mois de mars, aux moyennes saisonnières, observation à rapprocher de celle faite sur l'air. Le mois le plus froid fut janvier. La température journalière la plus basse (7 °C) fut notée le 30 janvier, l'eau se réchauffant plus ou moins régulièrement par la suite jusqu'au 31 août (18,4 °C).

L'observation graphique de la moyenne mobile, calculée sur les douze derniers mois (figure 2.7), par rapport à la température mensuelle moyenne enregistrée sur l'ensemble de la période (12,57 °C) permet de mieux cerner les périodes pluriannuelles « froides » (1986-1987) ou « tièdes » (1990 ; 1995-1997).

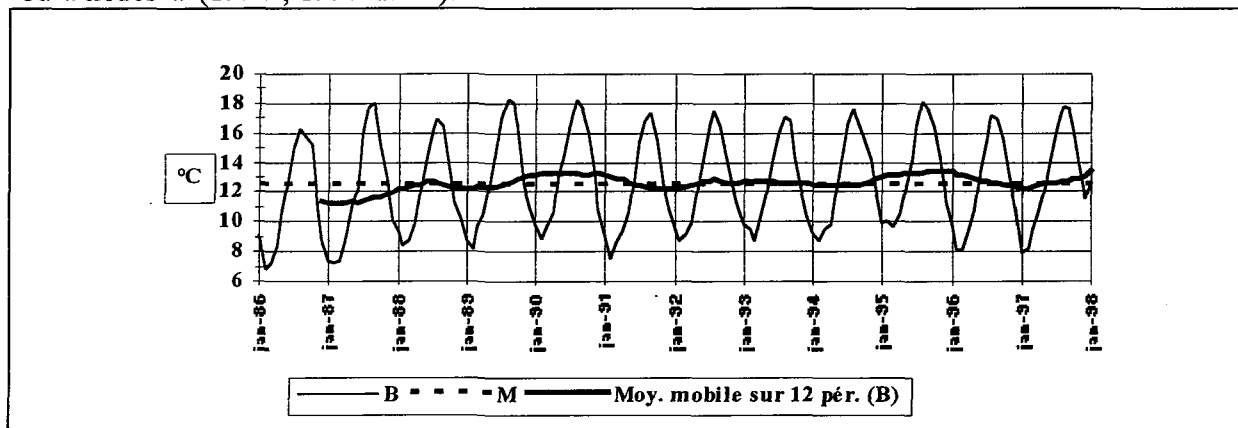


Fig. 2.7 : Température moyenne mensuelle de l'eau de mer à Flamanville de 1986 à 1997 Valeur de base (B), valeur sur la période totale (M), et moyenne mobile sur les 12 derniers mois

La comparaison des moyennes mensuelles des températures de l'air à La Hague et de l'eau de mer à Flamanville (figure 2.8), et celle des « anomalies » mensuelles (figure 2.9) montrent le lien direct entre ces deux éléments, les variations de température de l'eau suivant celles de l'air avec un léger décalage dans le temps.

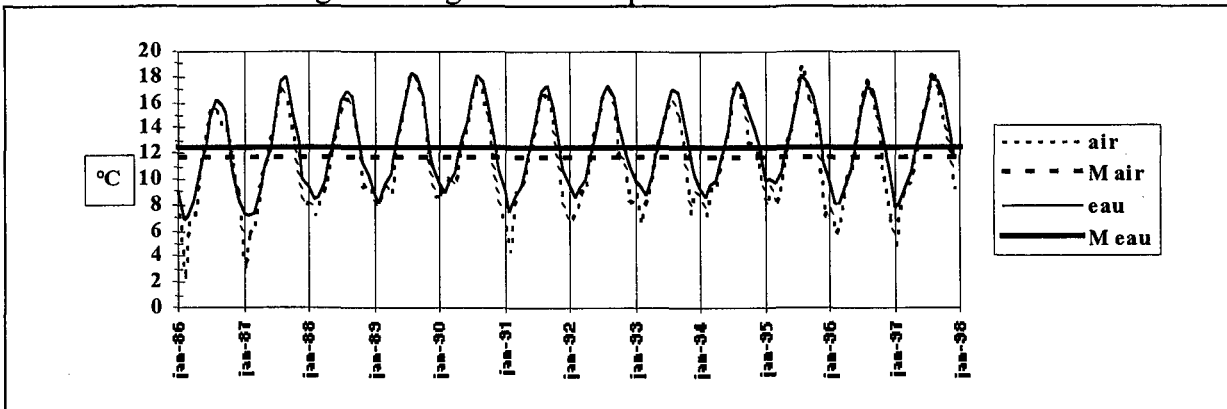


Fig. 2.8 : Evolution des moyennes mensuelles des températures de l'air à La Hague et de l'eau de mer à Flamanville, par rapport aux moyennes obtenues sur l'ensemble de la période 1986-1997

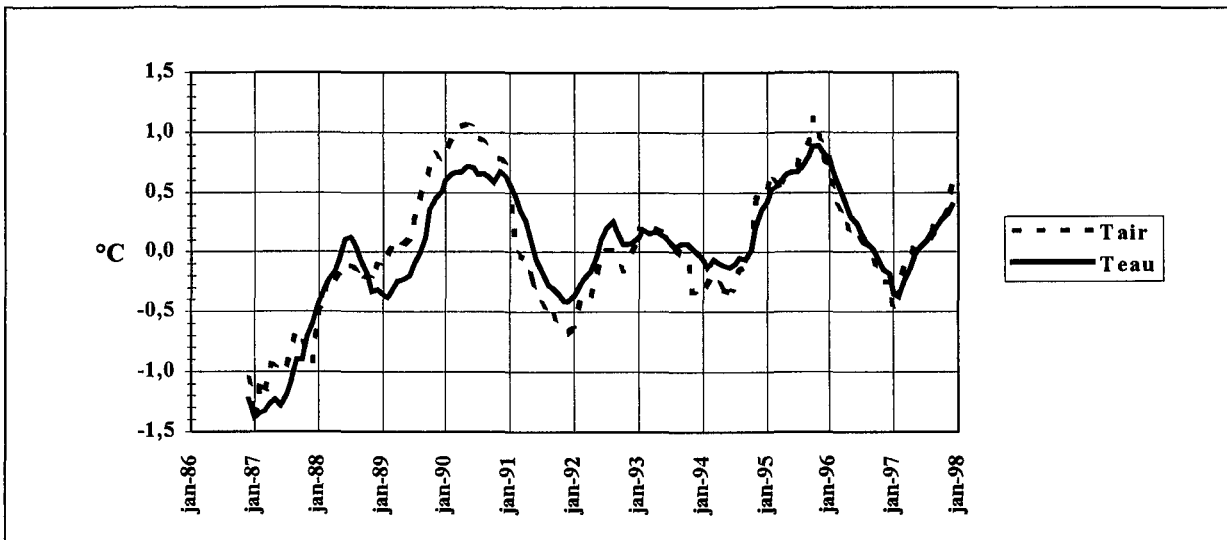


Fig. 2.9 : Comparaison des « anomalies » mensuelles des températures de l'air et de l'eau. Pour chaque paramètre, écarts entre la moyenne mobile (calculée sur les 12 derniers mois) et la moyenne générale estimée sur la période 1986-1997

Pour un jour donné, l'écart journalier à la moyenne quotidienne estimée au cours de ces 12 années est calculé. Les valeurs oscillent entre $-3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (le 15/11/1986) et $+2,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ (le 27/11/1994). La représentation graphique de ces anomalies journalières permet de visualiser la dominante thermique d'une année donnée (figure 2.10), ou, par exemple, les conditions thermiques des périodes précédant les jours de prélèvements. De même, il est possible de quantifier le bilan journalier moyen, mois par mois (tableau 2.1). C'est en décembre et novembre que les écarts journaliers moyens de température sont les plus importants (respectivement $3,72\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{j}^{-1}$ et $3,42\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{j}^{-1}$). Les plus faibles sont observés en août ($1,95\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{j}^{-1}$) et en juillet ($2,04\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{j}^{-1}$).

Ces écarts, moyennés sur l'année, permettent d'apprécier l'excédent thermique de l'année 1997 ($+0,37\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{j}^{-1}$), ce qui la situe au quatrième rang après 1995 ($+0,8\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{j}^{-1}$), 1990 et 1989. A l'opposé, l'année 1986 était très déficitaire ($-1,23\text{ }^{\circ}\text{C}\cdot\text{j}^{-1}$).

| | janv | févr | mars | avri | mai | juin | juil | août | sept | octo | nove | déce | Moy.j ¹ |
|------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-------|------|------|------|------|--------------------|
| 1986 | -0,01 | -1,5 | -1,6 | -1,5 | -1,1 | -1,2 | -1,1 | -1,2 | -1,3 | -0,2 | -2,1 | -2,1 | -1,23 |
| 1987 | -1,8 | -1,1 | -1,5 | -0,8 | -0,8 | -1,6 | -0,2 | 0,2 | 1,0 | -0,4 | 0,2 | -0,6 | -0,61 |
| 1988 | 0,2 | 0,1 | -0,2 | -0,04 | 0,4 | 0,5 | 0,03 | -0,5 | -0,7 | -1,6 | -1,6 | -0,5 | -0,33 |
| 1989 | -0,4 | -0,1 | 0,8 | 0,6 | 0,7 | 0,8 | 0,9 | 0,8 | 0,9 | 1,1 | 0,7 | 0,3 | 0,60 |
| 1990 | 0,6 | 0,5 | 0,9 | 0,7 | 1,3 | 0,6 | 0,4 | 0,8 | 0,6 | 0,6 | 0,5 | -0,1 | 0,62 |
| 1991 | -0,1 | -0,9 | -0,2 | -0,5 | -1,1 | -0,9 | -0,7 | -0,6 | 0,3 | 0,1 | -0,3 | -0,1 | -0,42 |
| 1992 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,1 | 0,5 | 0,7 | 0,4 | -0,02 | -0,7 | -1,0 | -0,4 | 0,2 | 0,08 |
| 1993 | 0,7 | 1,1 | -0,1 | 0,4 | 0,2 | 0,3 | -0,1 | -0,4 | -0,3 | -1,0 | -0,8 | -0,3 | -0,03 |
| 1994 | 0,2 | 0,3 | 0,7 | 0,00 | -0,03 | 0,1 | 0,4 | 0,2 | -0,5 | 0,01 | 1,3 | 1,6 | 0,35 |
| 1995 | 0,8 | 1,6 | 0,9 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,7 | 0,4 | 1,0 | 1,4 | 0,6 | 0,79 |
| 1996 | 0,6 | -0,2 | -0,6 | -0,4 | -1,0 | -0,3 | -0,5 | -0,2 | -0,2 | 0,2 | 0,3 | 0,1 | -0,20 |
| 1997 | -1,2 | -0,2 | 0,6 | 0,7 | 0,5 | 0,4 | 0,1 | 0,3 | 0,5 | 1,1 | 0,8 | 0,8 | 0,37 |

Tableau 2.1 : « Bilan thermique », en °C.j¹, de l'eau de mer à Flamanville depuis 1986

Les températures mensuelles moyennes de l'eau enregistrées au cours de l'année à Flamanville sont comparées à celles obtenues dans des conditions analogues sur les sites de Paluel et Penly situés en Manche-Est (figure 2.11), ainsi qu'à celles enregistrées à Brest au sein d'un laboratoire de la Direction des Ressources Vivantes de l'IFREMER. Le caractère plus océanique de Flamanville par rapport à Penly et Paluel apparaît nettement, à savoir plus doux en hiver, moins chaud en été.

En février, mois le plus froid en Manche, les quatre points sont bien différenciés, l'influence océanique douce s'atténuant progressivement au fur et à mesure que l'on se déplace vers l'est. En août, les points se répartissent en deux lots bien distincts Manche-Ouest (Brest et Flamanville) et Manche-Est (Paluel et Penly). Des trois sites EDF cités, Flamanville est celui où l'écart thermique annuel est le plus faible, influence océanique oblige.

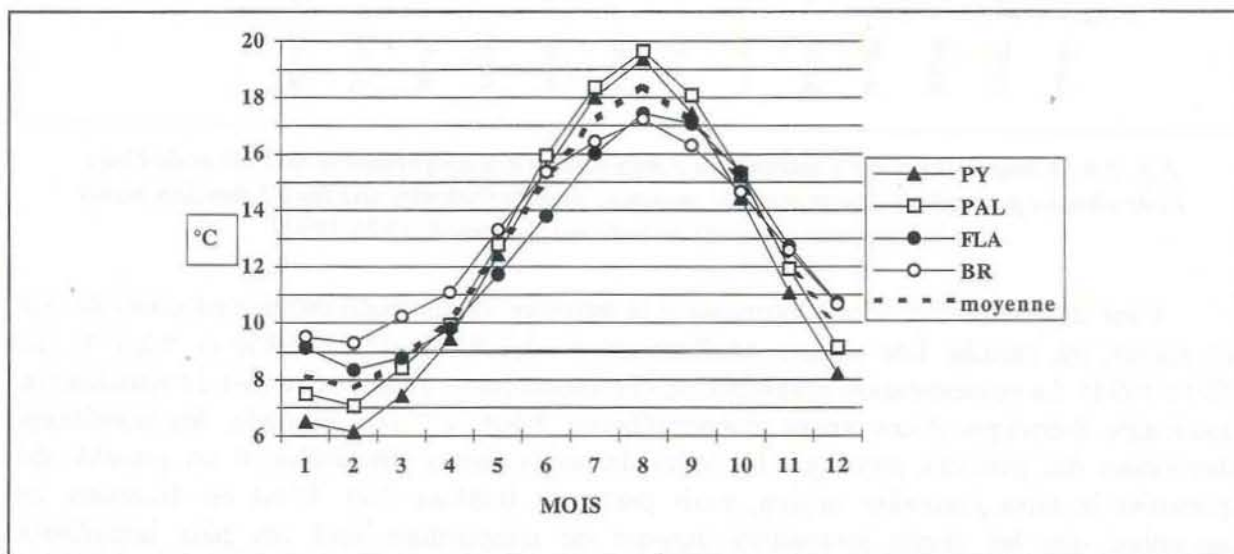


Figure 2.11 : Température de l'eau de mer - Comparaison des moyennes mensuelles obtenues au droit des C.N.P.E. de Penly (PY, 05/1990-12/1997), Paluel (PAL, 01/1991-12/1997) et Flamanville (FLA, 01/1986-12/1997), avec celles enregistrées à Brest (BR, 04/1987-10/1997)

L'évolution, au cours d'une année type représentative de la période 1986-1997, des quatre facteurs étudiés ci-dessus est résumée à la figure 2.12. Leur interaction est ainsi visualisée, comme, par exemple, l'élévation de la température de l'air précédant celle de l'eau.

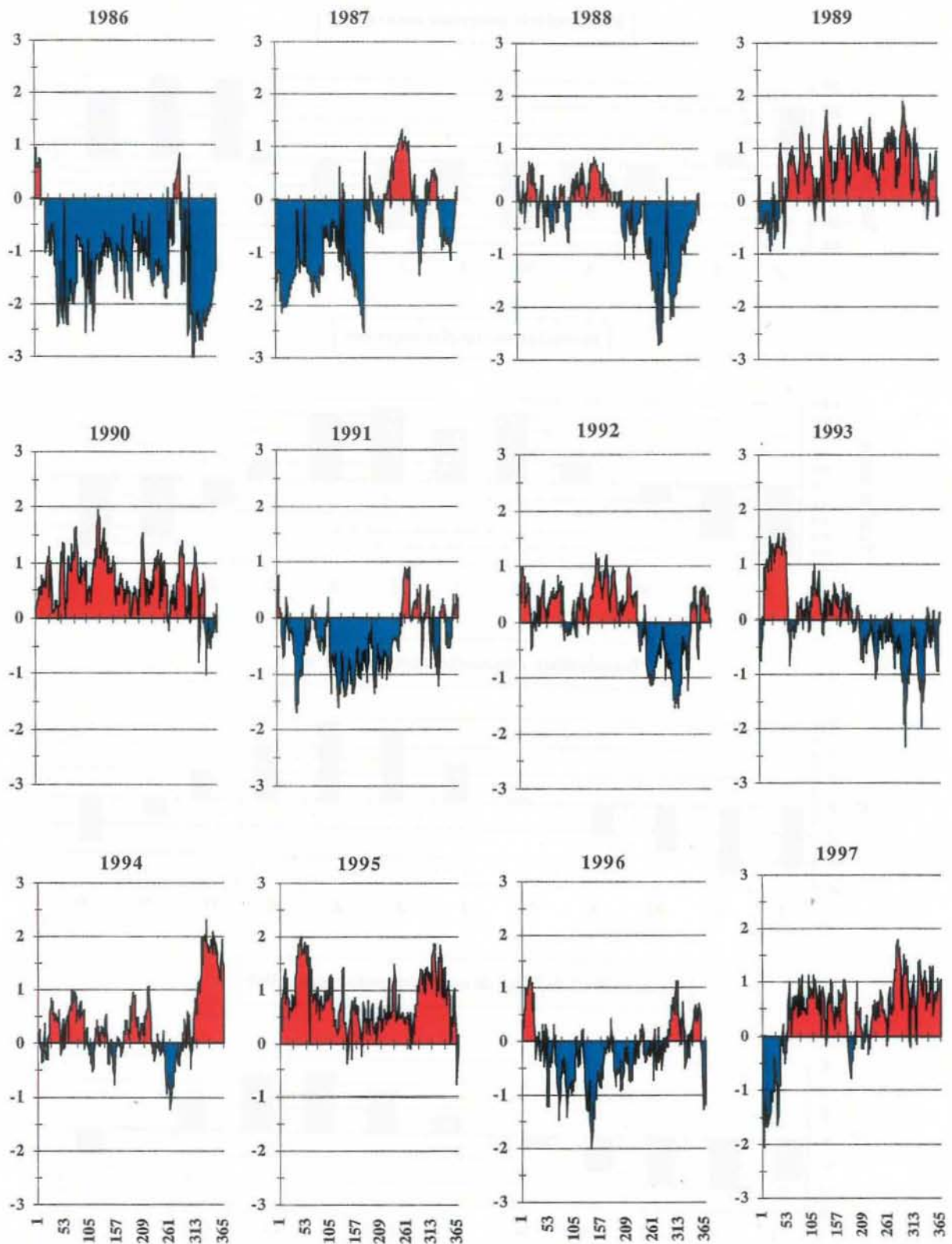


Fig. 2.10 : Centrale de Flamanville - Anomalies de la température de l'eau de mer
 Ecart journalier, en °C, à la moyenne quotidienne
 (moyenne du jour estimée sur la période 01/01/1986 - 31/12/1997)

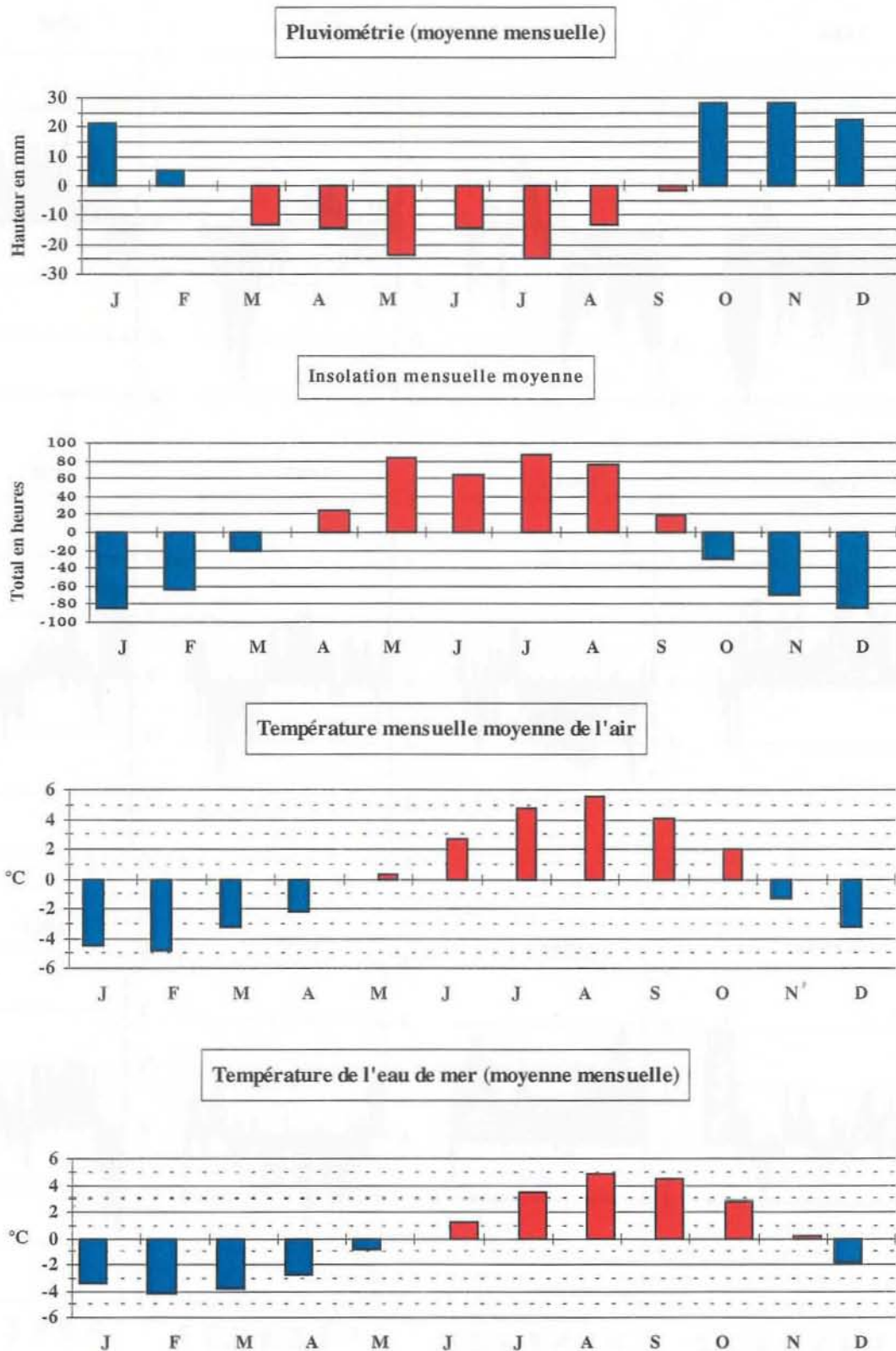


Fig. 2.12 : Synthèse environnementale au cap de Flamanville, sur la période 1986-1997 (Pour chaque paramètre, écart mensuel moyen à la moyenne annuelle)

III. LE DOMAINE PELAGIQUE

Etudes et rapport réalisés au Centre IFREMER de BREST par

| | | |
|-----------|------------------------------|----------------------------------|
| Luc | DRÉVÈS ⁽¹⁾ | (Microbiologie, Trihalométhanes) |
| Evelyne | ERARD LE DENN ⁽²⁾ | (Phytoplancton) |
| Michel | LUNVEN ⁽²⁾ | (Hydrologie) |
| Jean Yves | QUINTIN ⁽¹⁾ | (Zooplancton) |

avec la collaboration de

| | |
|--------------|-------------------------|
| Philippe | CANN ⁽³⁾ |
| Marie Pierre | CRASSOUS ⁽²⁾ |
| Agnès | YOUENOU ⁽²⁾ |

et du Laboratoire départemental et régional de Biologie et d'Hygiène
Frank DUNCOMBE de CAEN

(1) IFREMER DEL/CR

(2) IFREMER DEL/EC-PP

(3) IFREMER DEL/EC-EB

3.1. 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 1996 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 1.3. Les campagnes se sont déroulées par des coefficients de 59-64 le samedi 19 avril, 61-62 le lundi 30 juin, et 69-74 le lundi 29 septembre, à partir du N/O THALIA (hydrobiologie, phytoplancton et zooplancton) et du zodiac de la station SNSM de Diélette (bactériologie et trihalométhanes). Le positionnement des points est mentionné sur la carte des abords de Flamanville (Fig. 1.7).

3.2. HYDROLOGIE

3.2.1. Température

Pour les points non impactés par la Centrale (Canal d'Amenée et Référence), on peut remarquer des valeurs moyennes mensuelles de température de l'eau de mer proches des maximales observées depuis douze ans (figure 2.6). Cette observation est à relier à la climatologie de l'année 1997 particulièrement clémente, avec des températures moyennes de l'air élevées, toutes supérieures aux moyennes estimées depuis 1949 (exception faite du mois de Janvier 1997).

Au cours de la campagne d'été, le 30 Juin 1997, il n'a pas été possible de détecter une élévation significative de température au niveau des rejets de la Centrale (figure 3.1). Les fiches de renseignement sur le fonctionnement de la Centrale, obtenues auprès d'E.D.F., révèlent que la tranche 1 ne fonctionnait pas pendant cette période et que la tranche 2 n'a été mise en service que dans la nuit du 29 au 30 Juin. La prospection sur zone pour détecter le maximum thermique sur les rejets ayant été effectuée le 30 au matin (7 heures), il est probable que le réchauffement de l'eau induit par la centrale à ce moment n'était pas suffisant pour être mesuré par la sonde thermique du navire. Les prélèvements ont toutefois été effectués suivant la méthodologie habituelle, sur le Rejet Nord (tranche 2).

| 19 avril | Température °c | Salinité g/l | NH4 µmol/dm ³ | NO3 µmol/dm ³ | NO2 µmol/dm ³ | PO4 µmol/dm ³ | Si µmol/dm ³ |
|---------------------|-------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Canal amenée | 10.62 ±0.02 | 35.1 | 0.48 ±0.28 | 4.81 ±0.10 | 0.13 ±0.00 | 0.19 ±0.01 | 0.77 ±0.10 |
| Rejet | 11.99 ±0.63 | 35.14 | 0.38 ±0.27 | 5.08 ±0.07 | 0.14 ±0.01 | 0.21 ±0.01 | 0.82 ±0.17 |
| Référence | 10.42 ±0.12 | 35.14 ±0.01 | 0.41 ±0.15 | 5.69 ±0.39 | 0.13 ±0.01 | 0.22 ±0.02 | 0.63 ±0.06 |
| 30 juin | Température °c | Salinité g/l | NH4 µmol/dm ³ | NO3 µmol/dm ³ | NO2 µmol/dm ³ | PO4 µmol/dm ³ | Si µmol/dm ³ |
| Canal amenée | 13.70 ±0.29 | 34.99 | 0.19 ±0.02 | 1.58 ±0.06 | 0.14 ±0.01 | 0.16 ±0.02 | 1.96 ±0.11 |
| Rejet | 14.05 ±0.11 | 35.07 | 0.23 ±0.02 | 1.89 ±0.27 | 0.14 ±0.03 | 0.18 ±0.08 | 1.92 ±0.22 |
| Référence | 14.03 ±0.14 | 35.04 ±0.00 | 0.15 ±0.02 | 1.85 ±0.19 | 0.15 ±0.01 | 0.22 ±0.14 | 1.97 ±0.14 |
| 29 septembre | Température °c | Salinité g/l | NH4 µmol/dm ³ | NO3 µmol/dm ³ | NO2 µmol/dm ³ | PO4 µmol/dm ³ | Si µmol/dm ³ |
| Canal amenée | 17.57 ±0.14 | 35.07 | 0.39 ±0.01 | 2.18 ±0.02 | 0.21 ±0.00 | 0.22 ±0.00 | 2.80 ±0.03 |
| Rejet | 19.26 ±1.20 | 35.09 | 0.30 ±0.01 | 2.51 ±0.04 | 0.21 ±0.01 | 0.22 ±0.00 | 2.86 ±0.00 |
| Référence | 17.37 ±0.01 | 35.15 ±0.02 | 0.30 ±0.04 | 2.50 ±0.14 | 0.20 ±0.01 | 0.22 ±0.00 | 2.86 ±0.03 |

Tableau 3.1 : Moyennes et écarts-types des paramètres hydrologiques à Flamanville en 1997

Concernant l'impact thermique de la centrale sur le milieu, il est possible de calculer la proportion d'eau échauffée au point Rejet en appliquant la formule issue du rapport DERO/86.07/EL (équation simplifiée adaptée au site de 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
 $T^{\circ} \text{ Rejet}$: température moyenne de l'eau mesurée au Rejet (surface)
 $T^{\circ} \text{ CA}$: température moyenne de l'eau mesurée au Canal d'Amenée (surface)
 $T^{\circ} \text{ SC}$: température de l'eau mesurée à la sortie du condenseur
 (échauffement maximal - données E.D.F.)

A partir des mesures de températures relevées au Canal d'Amenée et sur le Rejet lors des 3 campagnes effectuées au cours de l'année 1996, il est possible d'établir le tableau suivant 3.2.

| Date | T° CA | T° SC | T° Rejet | π |
|-------------------|-------|--|----------|-------|
| 19 Avril 1997 | 10.61 | 22.1 | 11.99 | 0.120 |
| 30 Juin 1997 | 13.7 | 14.3 le 29/6 à 16 heures 25.5 le 30/6 à 16 heures | 14.05 | 0.029 |
| 29 Septembre 1997 | 17.57 | 29.9 | 19.26 | 0.137 |

Tableau 3.2 : Echauffement de l'eau calculé au rejet de la centrale de Flamanville en 1997

- En Avril : $\pi = 0.120$, ce qui correspond à une dilution de 88 %
- En Juin : pas d'impact thermique significatif mesuré (cf. ci-dessus)
- En Septembre : $\pi = 0.137$, ce qui correspond à une dilution de 86.3 %.

Les proportions d'eau échauffée mesurées au dessus des Rejets en Avril et en Septembre 1997 sont conformes à celles mesurées les années précédentes. En considérant les températures moyennes relevées au point Référence et au Canal d'Amenée, on ne peut quantifier aucun échauffement particulier attribuable au fonctionnement de la Centrale en ces points.

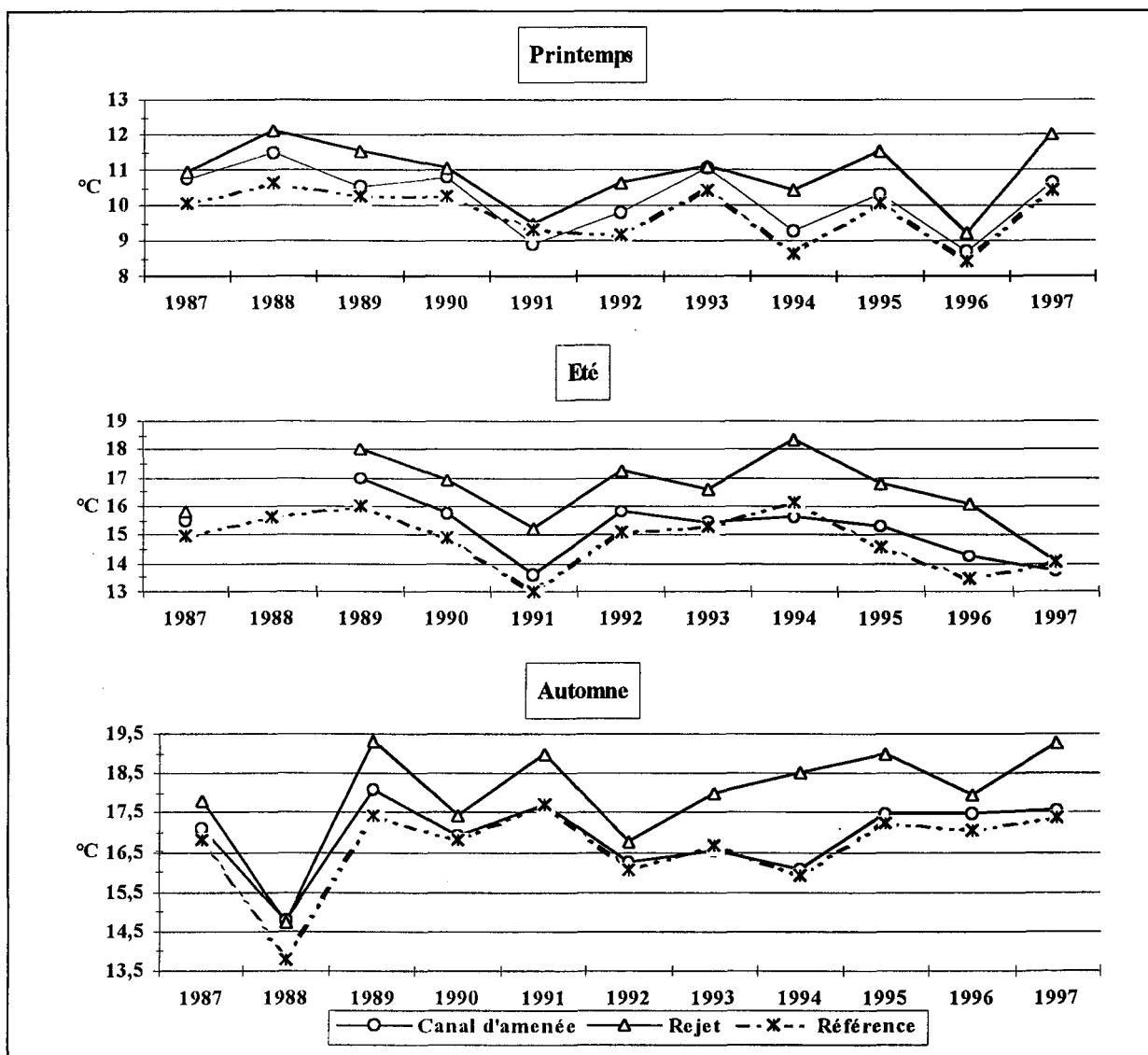


Fig. 3.1 : Evolution de la température de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

La comparaison des températures notées par l'IFREMER au canal d'amenée à celles enregistrées quotidiennement par EDF depuis 1986 permet de préciser les conditions thermiques du jour de prélèvement.

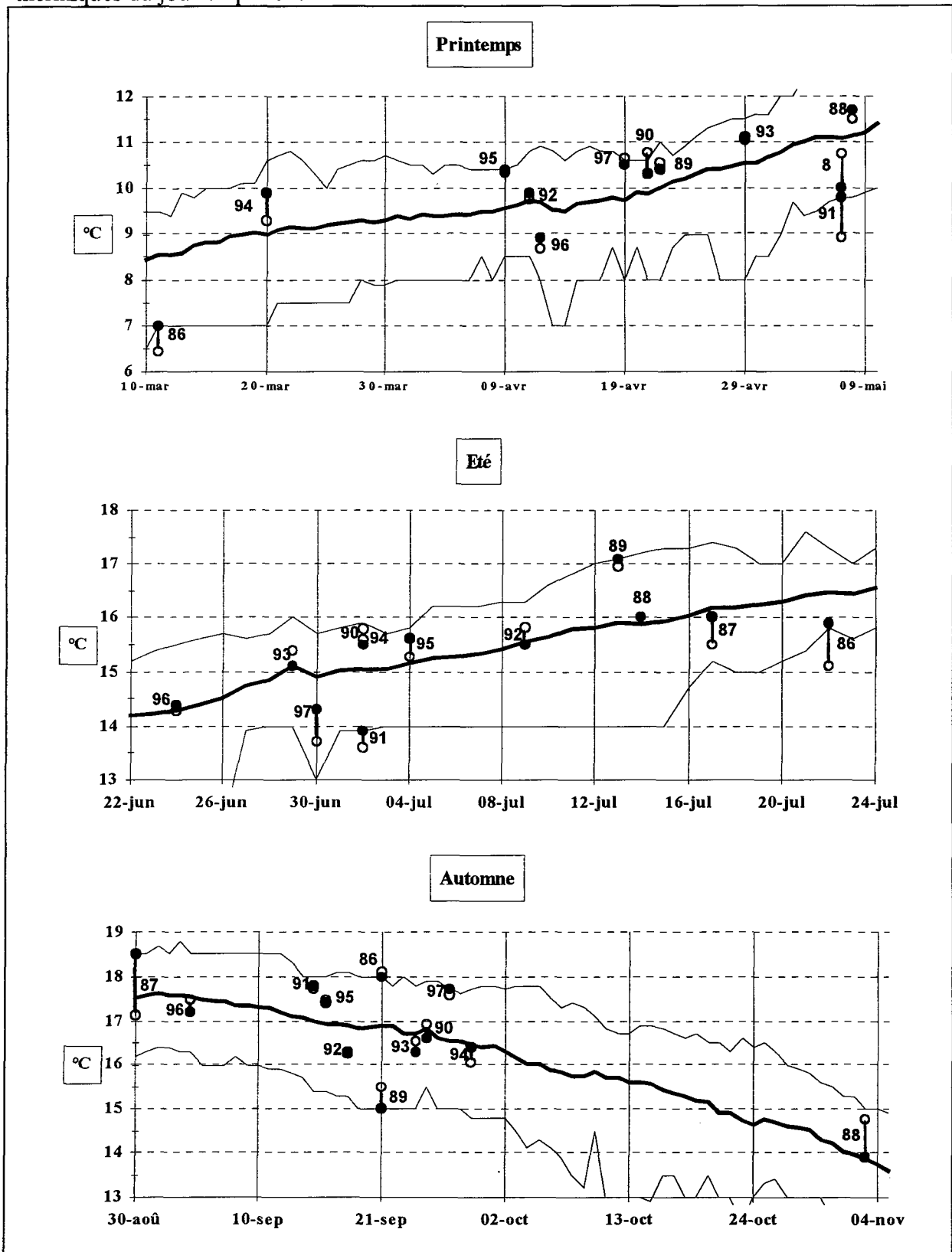


Fig. 3.2 : Comparaison de la température (97 = année 1997) observée dans le canal d'amenée par IFREMER (o) à celle enregistrée par EDF (•), ainsi qu' à la moyenne journalière 1986/1997 (—) et aux valeurs minimales et maximales (—).

3.2.2. Salinité

Les valeurs de salinité mesurées lors des trois campagnes de prélèvement en 1997 sont à relier aux mesures de pluviométrie enregistrées au sémaphore de La Hague au cours de la même année. Les 9 premiers mois de l'année auront été marqués par une alternance de périodes sèches (record mini en Janvier) et de périodes particulièrement pluvieuses (record maxi. en Juin). Tout comme pour l'année 1996 (449 mm), le bilan pluviométrique pour les trois premiers trimestres de l'année 1997 (503 mm) est déficitaire par rapport à une année moyenne (525.5 mm). Ce déficit en apport d'eau douce se traduit par une augmentation sensible des valeurs de Salinité mesurées dans les eaux côtières sur le site de Flamanville (figure 3.3). Ces valeurs restent cependant dans l'intervalle de celles mesurées depuis l'année 1987.

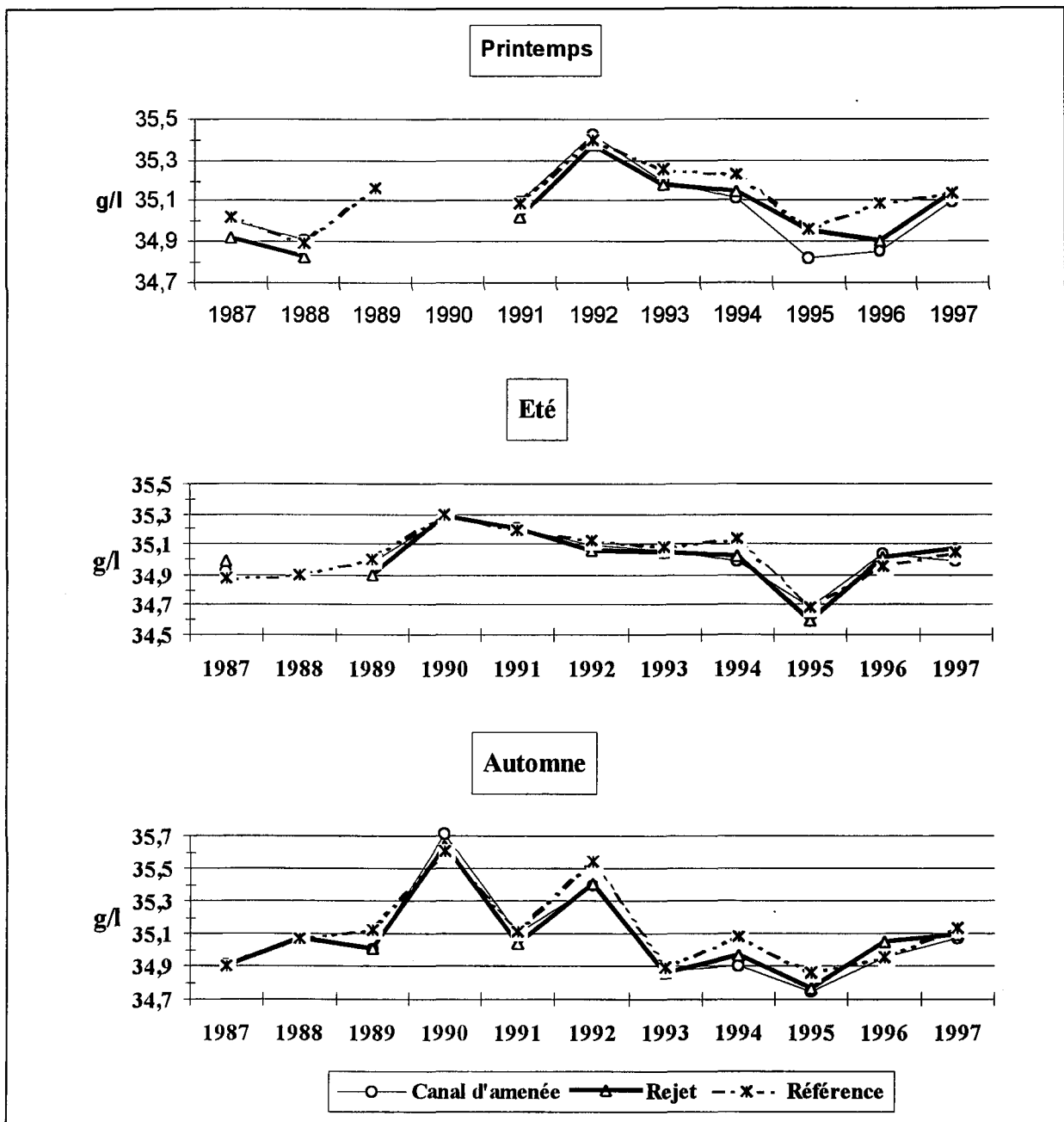


Fig. 3.3 : Evolution de la salinité de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

3.2.3. Ammonium

Les teneurs en Ammonium mesurées lors des trois campagnes effectuées en 1997 sont inférieures à 0,5 $\mu\text{mole/litre}$ (figure 3.4). On peut noter la présence de teneurs relativement élevées pour la saison sur les 3 stations lors de la campagne d'avril (autour de 0,4 $\mu\text{matg./litre}$) ; ceci peut s'expliquer par la reprise de l'activité biologique du début du printemps favorisée par les températures clémentes rencontrées à la fin de l'hiver.

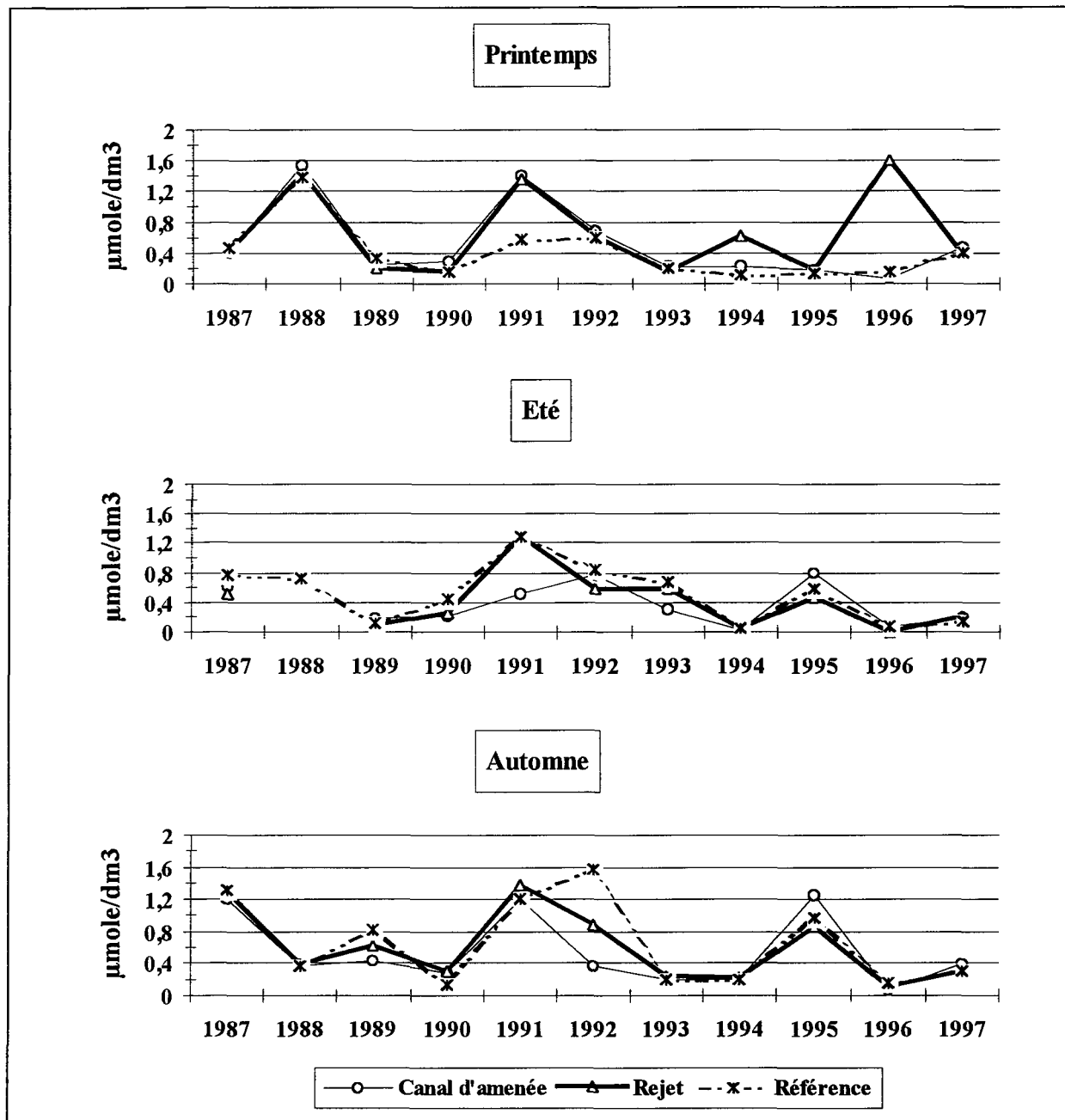


Fig. 3.4 : Evolution de la teneur en ammonium de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

3.2.4. Nitrate

L'observation de la figure 3.5 fait apparaître une augmentation régulière des teneurs en nitrate en fin d'hiver sur le site de Flamanville de 1987 jusqu'en 1996, augmentation qui pourrait laisser supposer un enrichissement progressif du milieu. Néanmoins, les concentrations mesurées au mois d'Avril 1997, sont de l'ordre de 5 µatg./litre et sont les plus faibles enregistrées en cette période depuis 1990.

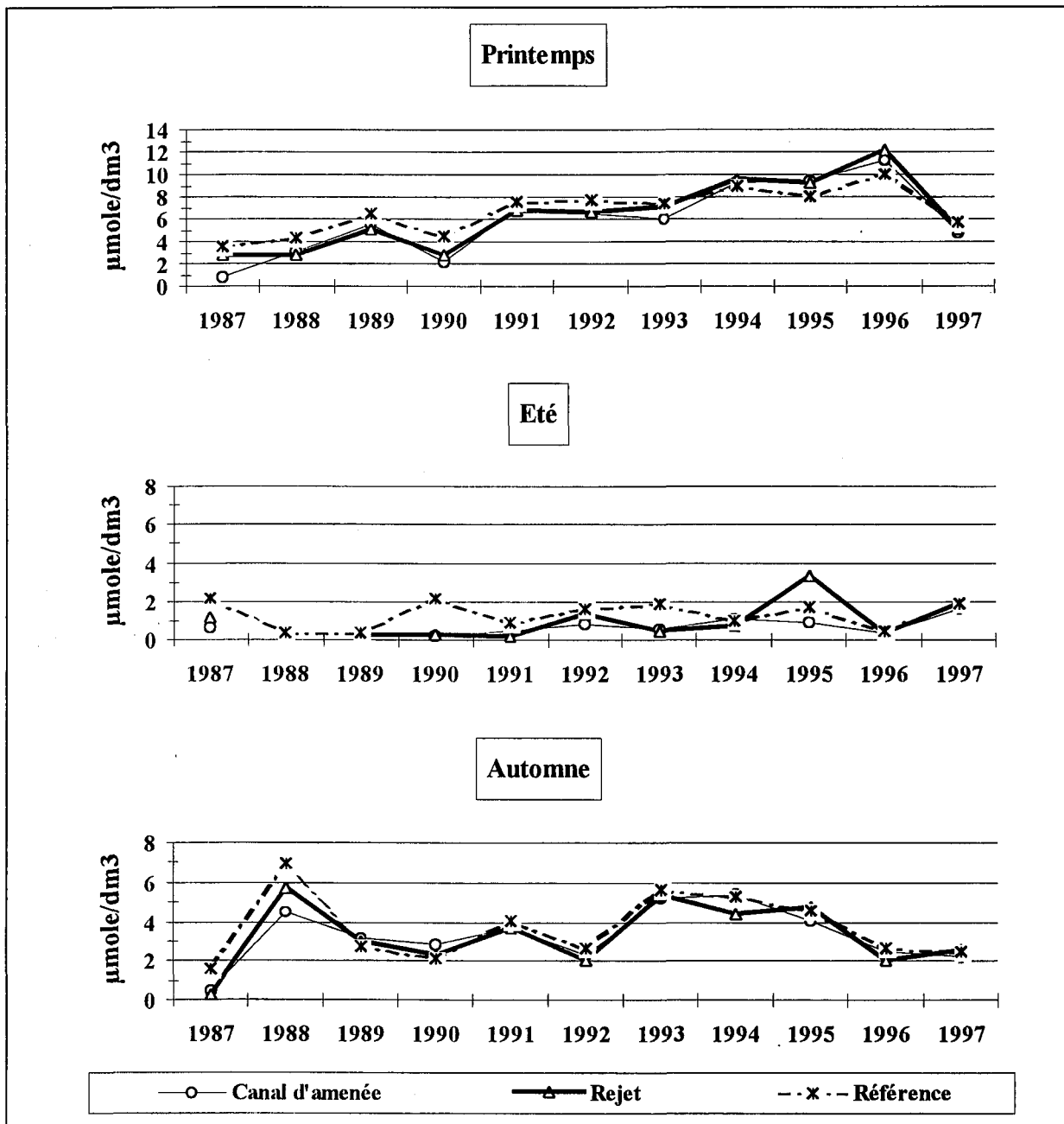


Fig. 3.5 : Evolution de la teneur en nitrate de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

En milieu côtier, les nitrates sont principalement issus de la minéralisation de la matière organique azotée durant l'hiver. Ils présentent une concentration maximale en fin de période hivernale. Cet élément nutritif est nécessaire au développement du bloom phytoplanctonique qui a lieu au début du printemps. Les mesures de Chlorophylle *a*, de production primaire ainsi

que les observations microscopiques effectués sur les prélèvements d'avril 1997, confirment une abondance de cellules phytoplanctoniques. La campagne d'avril 1997 aura donc été effectuée après le démarrage de l'activité biologique printanière : multiplication des cellules phytoplanctoniques associée à une consommation des sels nutritifs présents dans l'eau de mer.

Les teneurs en nitrate mesurées, lors de la première campagne de l'année, sont à relier aux conditions climatiques de la fin de l'hiver. La précocité du printemps, favorisant l'apparition du bloom phytoplanctonique, a pour conséquence directe l'appauvrissement progressif du milieu marin en éléments nutritifs. Ce phénomène naturel peut être décalé d'un à deux mois suivant les années ; il n'est donc pas possible, à partir des mesures obtenues lors de la première campagne, de quantifier un enrichissement chronique du milieu en nitrates.

Les concentrations en nitrate mesurées lors des deux autres campagnes sont plus faibles (entre 1.5 et 2.5 $\mu\text{atg./litre}$) et sont comprises dans les normales saisonnières.

Pour les trois campagnes de prélèvement, on observe une bonne similitude entre les mesures effectuées dans le Canal d'Amenée, au Rejet et à la station Référence. La centrale n'a donc aucune influence sur les teneurs en nitrates mesurées sur la zone.

3.2.5. Nitrite

Les concentrations en nitrites mesurées au cours de l'année 1997 sont faibles pour les 3 campagnes (entre 0,3 et 0,2 $\mu\text{atg./litre}$). Elles sont dans l'intervalle de celles mesurées lors des campagnes ultérieures (figure 3.6).

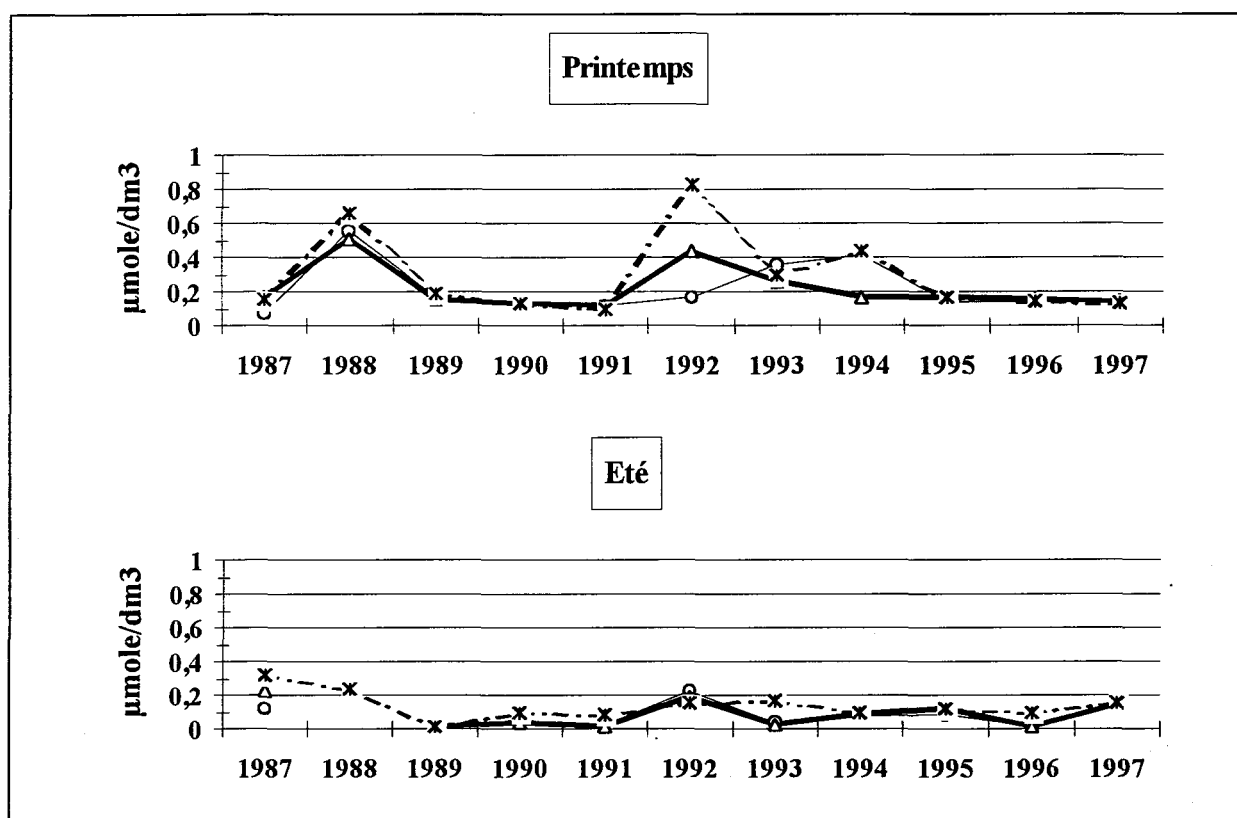


Fig. 3.6.a : Evolution de la teneur en nitrite de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

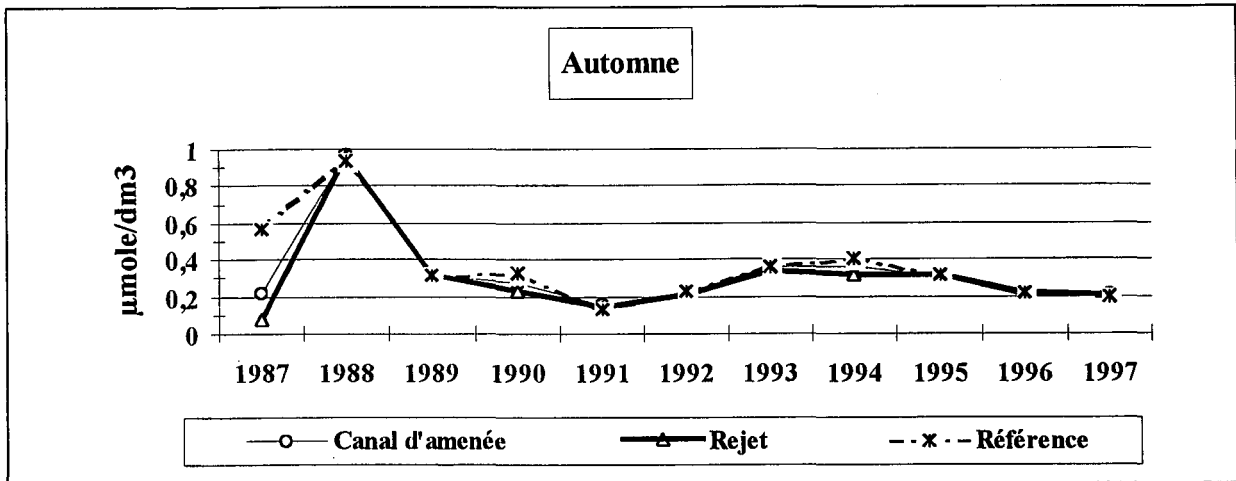


Fig. 3.6.b : Evolution de la teneur en nitrite de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

3.2.6. Phosphate

Le comportement et le rôle du phosphate minéral dissous en milieu côtier est comparable à celui du Nitrate. L'observation de la figure 3.7 met en évidence des concentrations faibles en phosphate pour les trois campagnes de l'année 1997 (autour de 0.2 µatg./litre).

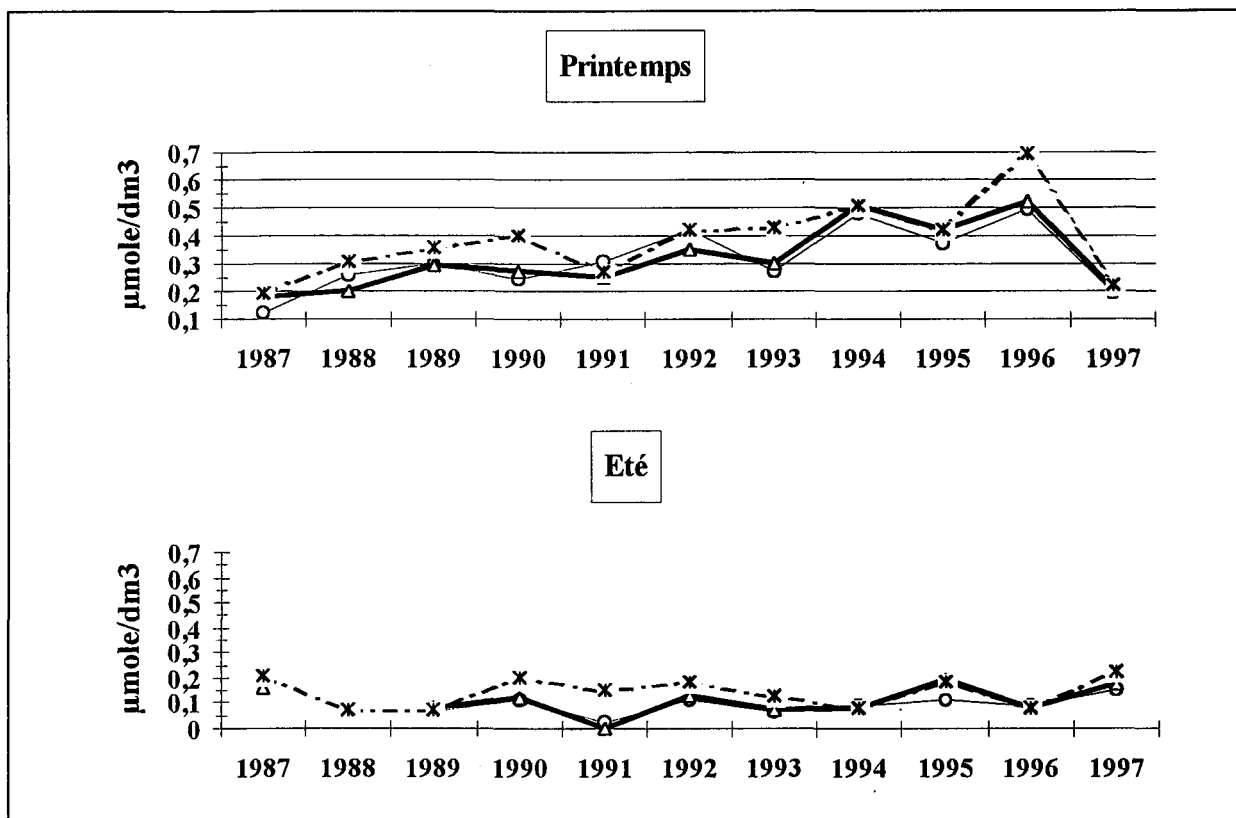


Fig. 3.7.a : Evolution de la teneur en phosphate de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

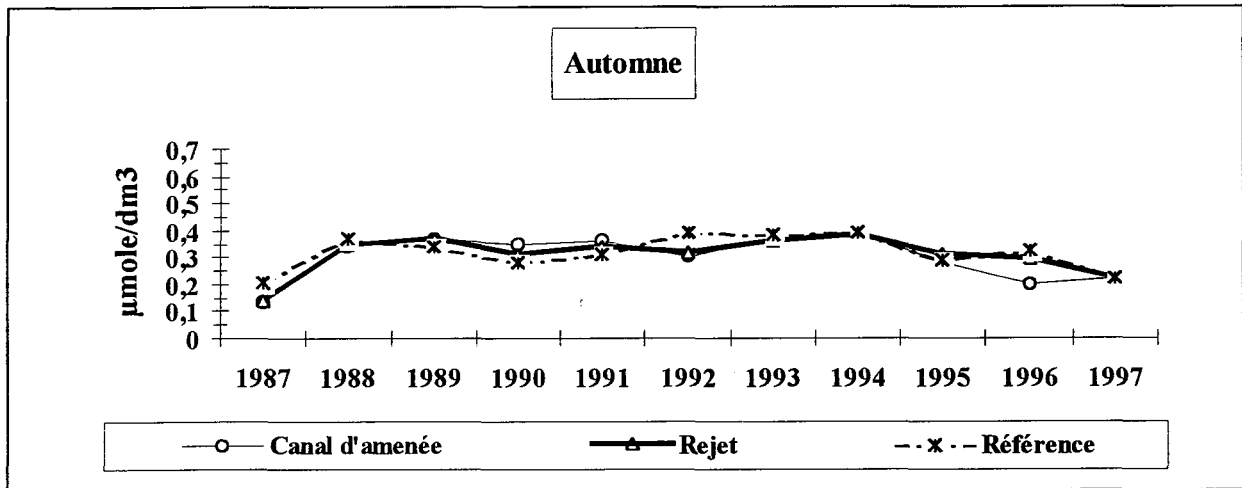


Fig. 3.7.b : Evolution de la teneur en phosphate de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

3.2.7. Silicate

Les teneurs moyennes en silicate sont conformes aux normales saisonnières (figure 3.8). Elément nutritif indispensable au développement du phytoplancton marin, le silicate présente une teneur minimale au début du printemps après le bloom (moyenne de 0,74 µmole/litre pour les 3 stations). Sa teneur augmente durant l'été, pour atteindre 2,83 µmole/litre lors de la dernière campagne du mois de Septembre.

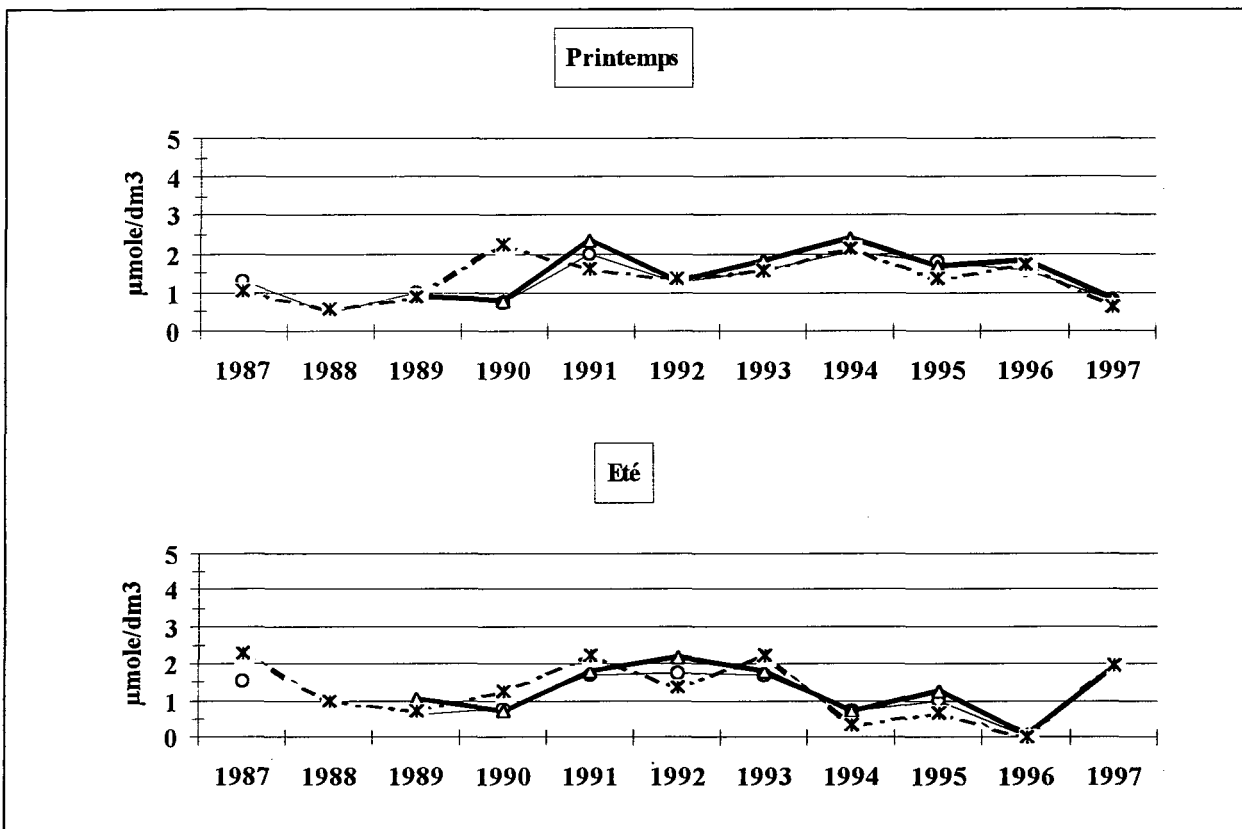


Fig. 3.8.a : Evolution de la teneur en silicate de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

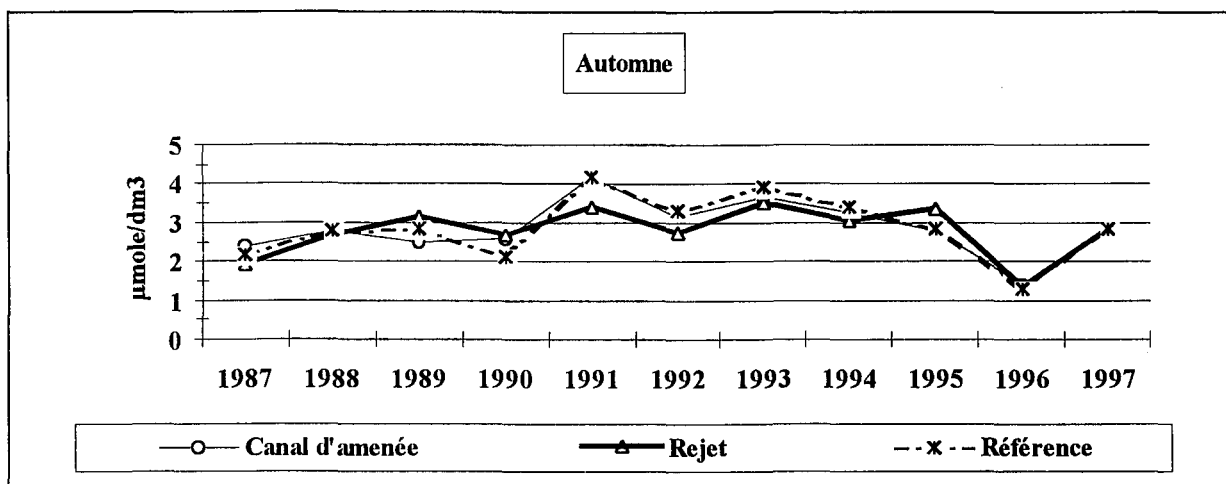


Fig. 3.8.b : Evolution de la teneur en silicate de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

3.2.8. Conclusion

Dans l'ensemble, les résultats sont comparables à ceux des années précédentes.

Les variations annuelles des paramètres hydrobiologiques sont fortement influencées par les fluctuations climatiques (température de l'air, pluviosité) et biologiques (assimilation des sels nutritifs par le phytoplancton marin).

On peut également noter, pour les 5 éléments chimiques étudiés, une faible variabilité des mesures obtenues lors des trois campagnes. Il n'est pas possible de mettre en évidence un gradient côte-large ; les concentrations obtenues sur le Rejet ne sont pas significativement différentes de celles obtenues au Canal d'Amenée et au point Référence.

Cette homogénéité du milieu est principalement due au fort brassage généré par les courants marins présents sur la zone.

L'étude des divers paramètres hydrologiques ne permet pas de mettre en évidence une influence néfaste 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.

3.3 PHYTOPLANCTON

En 1997, 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 répliqués sont moyennées et représentées sous forme de tableau (3.3) et de figures (3.9 à 3.12). Les valeurs observées servent à suivre aussi bien les éventuelles variations côte-large dues à la centrale, que l'évolution des variations temporelles depuis 1987.

| 19 avril | Chlorophylle $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ | Phaéopigments $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ | Production primaire $\text{mg C}/\text{m}^3/\text{h}$ | Microplancton nbre/cm^3 | Nanoplancton nbre/cm^3 |
|---------------------|---|--|--|--|---|
| Canal amenée | 1.68 ± 0.38 | 0.36 ± 0.24 | 7.38 ± 0.68 | 145 | 510 |
| Rejet | 1.50 ± 0.31 | 0.47 ± 0.17 | 7.82 ± 0.80 | 123 | 527 |
| Référence | 1.50 ± 0.46 | 0.20 ± 0.11 | 6.86 ± 1.14 | 118 ± 7.07 | 570 ± 165.46 |
| 30 juin | Chlorophylle $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ | Phaéopigments $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ | Production primaire $\text{mg C}/\text{m}^3/\text{h}$ | Microplancton nbre/cm^3 | Nanoplancton nbre/cm^3 |
| Canal amenée | 1.07 ± 0.08 | 0.09 ± 0.11 | 4.72 ± 0.59 | 47 | 850 |
| Rejet | 1.13 ± 0.03 | 0.11 ± 0.07 | 5.11 ± 1.08 | 70 | 667 |
| Référence | 1.32 ± 0.15 | 0.31 ± 0.14 | 7.76 ± 1.53 | 56.5 ± 2.12 | 1290 ± 42.43 |
| 29 septembre | Chlorophylle $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ | Phaéopigments $\mu\text{g}/\text{dm}^3$ | Production primaire $\text{mg C}/\text{m}^3/\text{h}$ | Microplancton nbre/cm^3 | Nanoplancton nbre/cm^3 |
| Canal amenée | 1.21 ± 0.08 | 0.36 ± 0.09 | 5.89 ± 0.97 | 40 | 468 |
| Rejet | 1.27 ± 0.11 | 0.32 ± 0.19 | 5.40 ± 0.97 | 57 | 460 |
| Référence | 1.11 ± 0.11 | 0.63 ± 0.23 | 6.09 ± 0.58 | 40 1.41 | 470 ± 28.28 |

Tableau 3.3 : Moyennes et écarts-types des paramètres phytoplanctoniques au droit du CNPE de Flamanville en 1997

Comme les années précédentes, les échauffements de la masse d'eau ne sont pas significatifs au vue des forts taux de dilution qui sont en moyenne de 87 à 88 %. Dans ce cas les calculs de déficit en biomasse microalgale au point rejet par rapport au canal d'amenée (tableau 3.4) correspondent à :

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

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

| | Chlorophylle | Production primaire | Microplancton |
|--------------|--------------|---------------------|---------------|
| 19 avril | - 10.71 % | + 5.96 % | - 15.17 % |
| 30 juin | + 5.61 % | + 8.26 % | + 48.94 % |
| 29 septembre | + 4.96 % | - 8.32 % | + 42.5 % |

Tableau 3.4 : Déficits phytoplanctoniques en 1997

Sur l'ensemble de l'année les déficits sont faibles (3 déficits $\leq 15\%$), et les valeurs au point rejet sont majoritairement supérieures à celles relevées au point canal.

3.3.1 Biomasse chlorophyllienne

Au cours des trois campagnes, les moyennes des biomasses algales exprimées en μg de chlorophylle *a* par dm^3 évoluent peu, les valeurs varient entre $1,07 \pm 0,30$, en juin au point canal et $1,68 \pm 0,38$, en avril au point canal.

Les valeurs se situent dans l'intervalle des valeurs observées sur ce site depuis 1987 et aucune variation due à l'échauffement de la masse d'eau n'est perceptible.

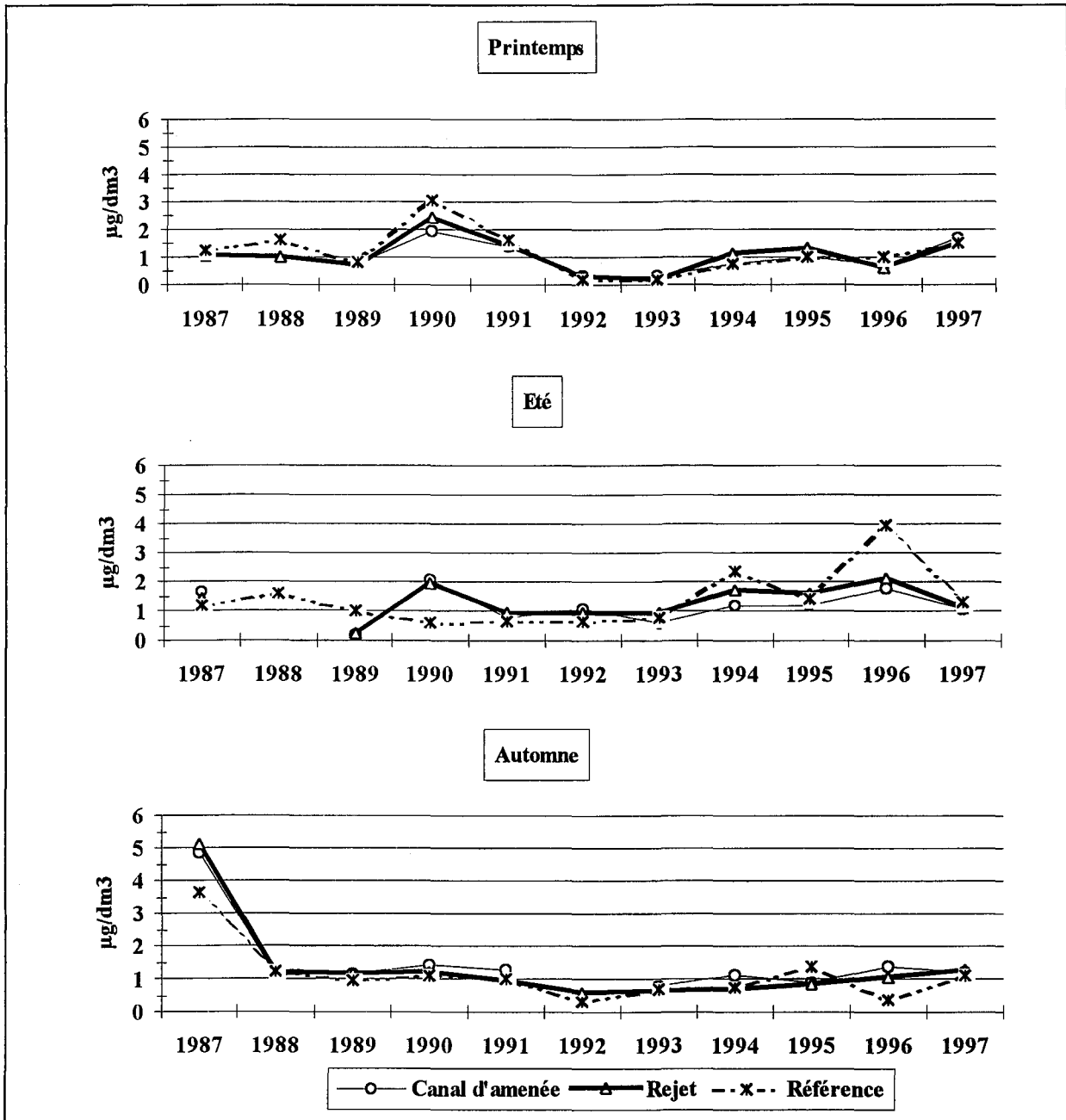


Fig. 3.9 : Evolution de la chlorophylle de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

3.3.2 Phaeopigments

Dans l'ensemble les valeurs sont peu élevées (de 0.09 ± 0.11 à $0.63 \pm 0.23 \mu\text{g}/\text{dm}^3$) par rapport à l'année précédente, indiquant par ce fait le bon état physiologique des espèces présentes. En moyenne les pourcentages de chlorophylle active pour l'année 1997 (tableau 3.5) sont supérieurs à 80%, même au point "impacté".

| | canal d'amenée | rejet | référence |
|--------------|----------------|-------|-----------|
| 19 avril | 82.35 | 76.14 | 88.24 |
| 30 juin | 92.20 | 91.13 | 80.98 |
| 29 septembre | 77.07 | 79.87 | 63.79 |

Tableau 3.5 Pourcentages de chlorophylle active
(chlorophylle a*100/ chlorophylle a + pheopigment)

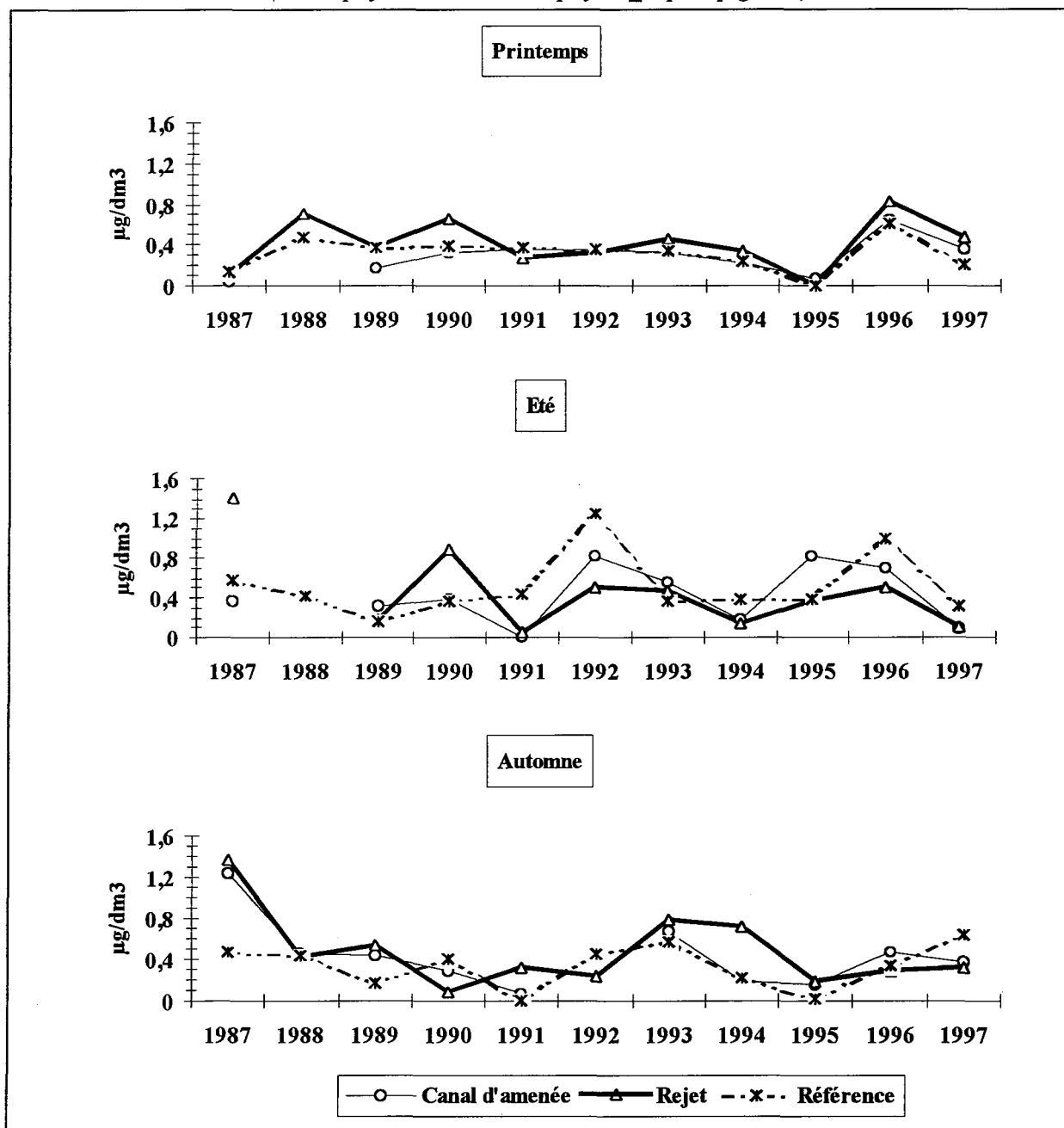


Fig. 3.10 : Evolution des phaeopigments de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

3.3.3 Production primaire

Les valeurs relevées en 1997 s'insèrent dans la fourchette des fluctuations saisonnières relevées depuis 1987. La variation de la production sur l'année est inférieure à 3 mgC/m³/h. Les valeurs les plus élevées sont notées en avril où on enregistre jusqu'à 7,82 ± 0,68 mgC/m³/h au point rejet. Seule la campagne d'été présente un gradient côte-large dû à l'abondance relative du nanoplancton.

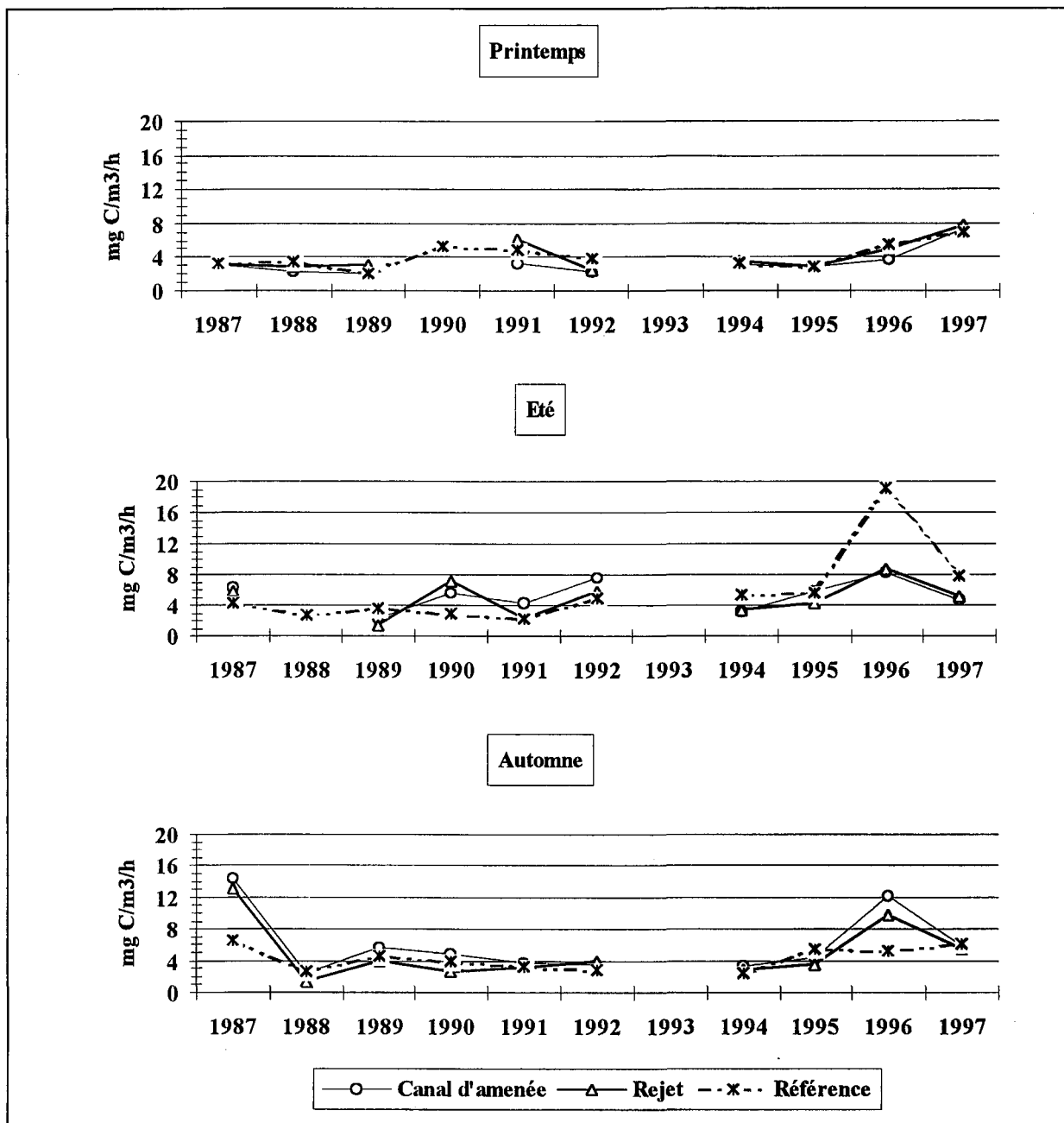


Fig. 3.11 : Evolution de la production primaire de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

3.3.4 Microplancton

Dans la limite des dénombrements effectués depuis 1987, les valeurs enregistrées en 1997 sont conformes à celles répertoriées sur le site. En avril les espèces prolifèrent avec environ 120 000 cellules au litre tandis qu'en automne la concentration algale ne dépasse pas 40 000 cellules.

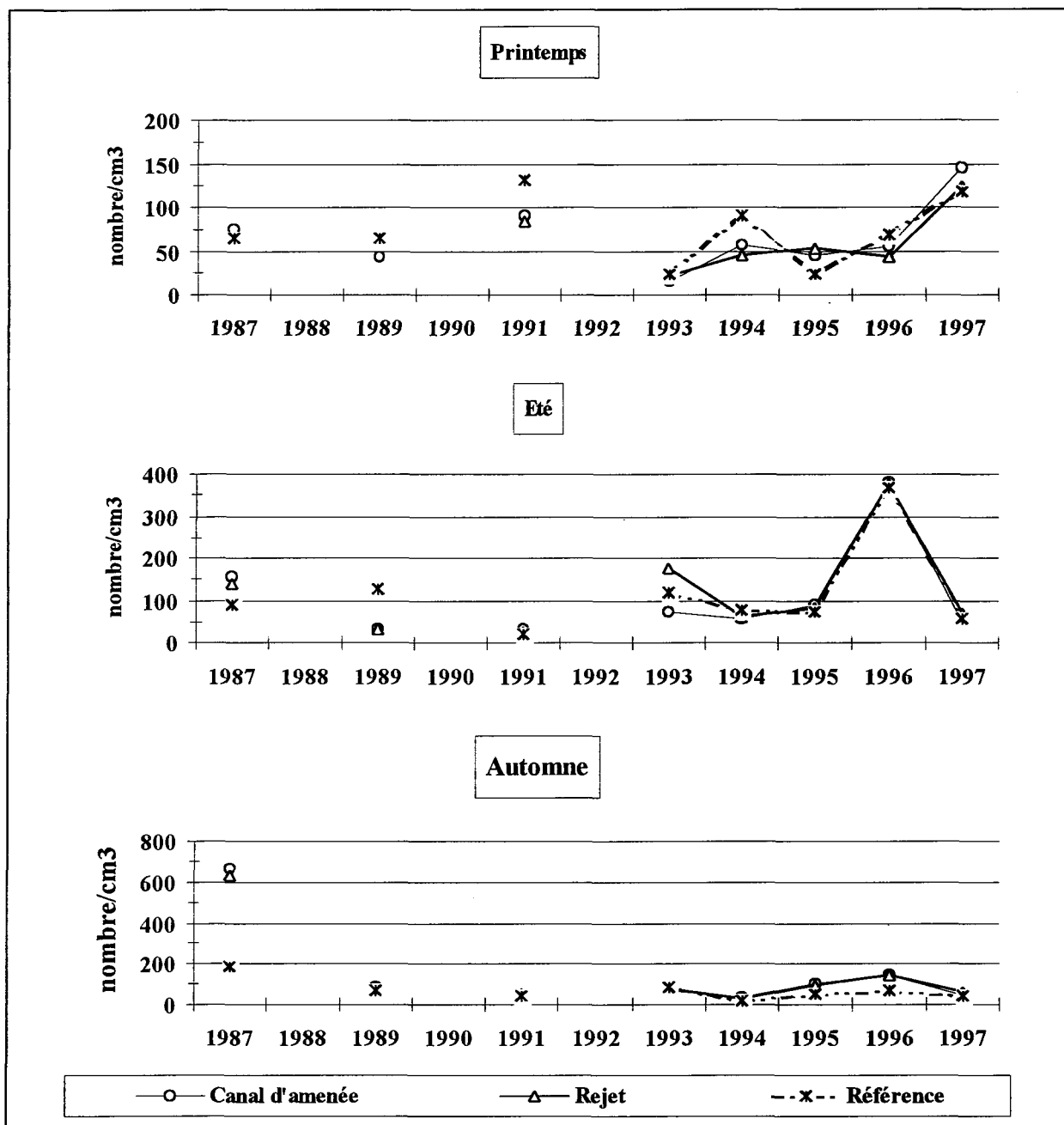


Fig. 3.12 : Evolution du microplancton de 1987 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

3.3.5 Evolution des populations phytoplanctoniques

Dans l'objectif d'uniformiser les résultats microplanctoniques pour les insérer dans une base de données informatiques (projet Quadriga : projet IFREMER/DEL, regroupant les réseaux de surveillance RNO, REPHY, REMI et IGA), des taxons ont été recodés et la liste des espèces a été remise à jour d'après les références de Chretiennot-Dinet et *al*, 1993.

Le tableau 3.6 présente les nouveaux codes des espèces recensées lors de l'année 1997 sur le site de Flamanville. Cette liste s'appuie sur le Rubin code utilisé par le NCC (Nordic Code Center), appartenant au Muséum d'Histoire Naturelle de Suède. Certaines espèces ont été regroupées car elles sont difficilement identifiables par microscopie optique et les anciens libellés ont été reportés par souci d'harmonisation avec les études antérieures.

Le tableau 3.7 regroupe les taxons prédominants à plus de 0,1 % durant l'année d'étude. Les diatomées représentent toujours plus de 90 % de la population, le restant de la population étant composé de quelques dinoflagellés (GYMN, GYRO, PRORMIC, PROIBIP, PROI, SCRI, TOROROB) silicoflagellés (DICTSPE) et quelques euglènes (CLEUGL).

Dans l'ensemble les populations dénombrées en 1997 correspondent à la succession saisonnière classique du phytoplancton en Manche occidentale et les différentes espèces sont le reflet des valeurs mesurées en chlorophylle et en production primaire :

En avril les genres *Rhizosolenia* et *Thalassiosira* (Tableau 3.8) représentent environ 60 % de la population. Très productifs ils sont essentiellement composés des espèces *Rhizosolenia delicatula* et *R. fragilissima* (≥ 42 %) et *Thalassiosira gravida* (≥ 17 %).

En période estivale les genres *Rhizosolenia* et *Thalassiosira* sont encore dominants (≥ 70 %) avec le même cortège d'espèces qu' au printemps, c'est à dire *Rhizosolenia delicatula* (environ 50 %) et *Thalassiosira gravida*.

En période automnale les genres *Rhizosolenia* et *Thalassiosira* sont encore présents mais sont supplantés par le genre *Chaetoceros* qui prédomine de 36 à 58 %.

3.3.6. Conclusion du chapitre phytoplancton

Globalement pour la biomasse algale aucun impact de transit ou de tache thermique a été décelé en 1997. Les espèces phytoplanctoniques ont présenté des variations normales d'abondance et de dominance et les diatomées forment toujours le groupe le plus important. Aucune variation significative due à l'échauffement de la masse d'eau par la centrale est observée. Toute hétérogénéité est attribuée aux évolutions des cycles naturels qui interfèrent sur toute signification d'impact.

| Nouveau libellé | Code | Ancien libellé |
|---|----------|-----------------------------|
| <i>Biddulphia alternans</i> | BIDDALT | |
| <i>Cerataulina pelagica</i> | CERAPEL | |
| <i>Chaetoceros curvisetum+debiles</i> | CHAECUR | |
| <i>Chaetoceros gracile</i> | CHAEGRA | |
| <i>Chaetoceros sociale</i> | CHAESOC | |
| <i>Chaetoceros sp</i> | CHAE | |
| <i>Cylindrotheca closterium</i> | CYCLICLO | <i>Nitzschia closterium</i> |
| <i>Dictyocha speculum</i> | DICTSPE | |
| <i>Ditylum brightwellii</i> | DITYBRI | |
| <i>Eucampia zodiacus</i> | EUCPZOD | |
| <i>Euglenophycées</i> | CLEUGL | |
| <i>Guinardia flacida</i> | GUINFLA | |
| <i>Gymnodinium sp</i> | GYMN | |
| <i>Gyrodinium sp</i> | GYRO | |
| <i>Lauderia+Shroederella sp</i> | LAUD | |
| <i>Leptocylindrus minimus</i> | LEPTMIN | |
| <i>Navicula pelagica</i> | NAVIPEL | |
| <i>Navicula sp</i> | NAVI | |
| <i>Nitzschia sp</i> | NITZ | |
| <i>Odontella aurita</i> | ODONAUT | <i>Biddulphia aurita</i> |
| <i>Odontella sinensis</i> | ODONSIN | <i>Biddulphia sinensis</i> |
| <i>Paralia marina</i> | PARAMAR | |
| <i>Pleurosigma+gyrosigma</i> | PLEUGYR | |
| <i>Prorocentrum micans</i> | PRORMIC | |
| <i>Protoperdinium bipes</i> | PROIBIP | <i>Minuscula bipes</i> |
| <i>Protoperdinium sp</i> | PROI | |
| <i>Pseudonitzschia delicatissima</i> | PSNZDEL | |
| <i>Rhizosolenia delicatula</i> | RHIZDEL | |
| <i>Rhizosolenia fragilissima</i> | RHIZFRA | |
| <i>Rhizosolenia imbricata+styliformis</i> | RHIZIMB | |
| <i>Rhizosolenia setigera+pungens</i> | RHIZSET | |
| <i>Rhizosolenia sp</i> | RHIZ | |
| <i>Rhizosolenia stolterfothii</i> | RHIZSTO | |
| <i>Scripsiella</i> | SCRI | |
| <i>Skeletonema costatum</i> | SKELCOS | |
| <i>Thalassionema nitzschioides</i> | THAANIT | |
| <i>Thalassiosira decipiens</i> | THALDEC | |
| <i>Thalassiosira gravida</i> | THALGRA | |
| <i>Thalassiosira levanderi</i> | THALLEV | |
| <i>Thalassiosira rotula</i> | THALROT | |
| <i>Thalassiosira sp</i> | THAL | |
| <i>Torodinium robustum</i> | TOROROB | |
| <i>Streptothecha thamesis</i> | STRE | |

Tableau 3.6 : signification des codes taxinomiques

| 1997 TAXONS | 19 avril | | | | | | 30 juin | | | | | | 29 septembre | | | | | |
|----------------|----------|------|-------|------|-----------|------|---------|------|-------|------|-----------|------|--------------|------|-------|------|-----------|------|
| | canal | | rejet | | référence | | canal | | rejet | | référence | | canal | | rejet | | référence | |
| | nb | % | nb | % | nb | % | nb | % | nb | % | nb | % | nb | % | nb | % | nb | % |
| BIDDALT | | | | | | | | | | | | | | | 0,4 | 0,7 | 0,8 | 2,1 |
| CERAPEL | 0,6 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 0,9 | 0,8 | 1,4 | 3,0 | 1,0 | 1,5 | 0,2 | 0,4 | 1,2 | 3,0 | 0,2 | 0,4 | 0,1 | 0,3 |
| CHAE | 4,9 | 3,4 | 4,1 | 3,3 | 3,5 | 3,0 | 4,9 | 10,4 | 2,2 | 3,2 | 1,8 | 3,4 | 12,2 | 30,2 | 33,1 | 58,2 | 13,7 | 34,7 |
| CHAECUR | | | 2,0 | 1,7 | 2,4 | 2,2 | | | 0,6 | 0,9 | | | 2,4 | 6,0 | | | 1,3 | 3,3 |
| CHAEGRA | | | | | | | | | 0,6 | 0,9 | 0,2 | 0,4 | | | | | | |
| CHAESOC | | | | | | | | | | | | | | | | | 2,6 | 6,7 |
| CLEUGLE | 0,8 | 0,6 | 0,8 | 0,7 | | | 1,0 | 2,2 | 2,0 | 2,9 | 1,7 | 3,2 | 2,0 | 5,0 | 0,4 | 0,7 | 0,5 | 1,3 |
| CYLICLO | 0,2 | 0,1 | 1,0 | 0,8 | 0,5 | 0,4 | 0,2 | 0,4 | 0,4 | 0,6 | 1,0 | 1,9 | 0,2 | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 0,2 | 0,5 |
| DICTSPE | | | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | | | | | | | | | | | 0,3 | 0,8 |
| DITYBRI | 1,4 | 1,0 | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | | | | | | | 2,2 | 5,5 | 1,0 | 1,8 | 1,1 | 2,8 |
| EUCPZOD | | | | | | | | | 0,2 | 0,3 | | | 0,6 | 1,5 | 0,6 | 1,1 | 0,2 | 0,5 |
| GUINFLA | | | | | | | | | 0,2 | 0,3 | | | | | | | | |
| GYMN | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| GYRO | | | | | | | | | 0,2 | 0,3 | | | | | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,5 |
| LAUD | 3,3 | 2,3 | 0,8 | 0,7 | 0,7 | 0,6 | | | | | | | | | | | | |
| LEPTMIN | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| NAVI | | | 0,4 | 0,3 | | | 0,6 | 1,3 | 0,6 | 0,9 | 1,1 | 2,1 | 0,2 | 0,5 | 1,2 | 2,1 | 1,3 | 3,3 |
| NAVIPEL | 1,2 | 0,8 | | | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,4 | | | | | | | | | | |
| NITZ | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | | | | | | | | | 0,4 | 1,0 | | | 0,2 | 0,5 |
| ODONAU | | | | | | | | | | | 0,2 | 0,4 | | | 0,8 | 1,4 | 0,9 | 2,3 |
| ODONSIN | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,2 | 0,5 |
| PARAMAR | | | | | | | | | 2,2 | 3,2 | | | 2,9 | 7,0 | 4,1 | 7,1 | 1,7 | 4,4 |
| PLEUGYR | | | | | | | | | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | 0,4 | 1,0 | 0,6 | 1,1 | 0,1 | 0,3 |
| PROI | | | | | 0,1 | 0,1 | | | 0,2 | 0,3 | 0,1 | 0,2 | | | | | 0,1 | 0,3 |
| PROIBIP | 0,2 | 0,1 | | | 0,1 | 0,1 | | | | | | | 0,2 | 0,5 | | | | |
| PRORMIC | | | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | | | | | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | | | 0,2 | 0,5 |
| PSNZDEL | | | 0,4 | 0,3 | 0,2 | 0,2 | 5,1 | 10,8 | 3,9 | 5,5 | 3,7 | 6,7 | | | | | | |
| RHIZ | 0,2 | 0,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| RHIZDEL | 39,0 | 27,0 | 35,8 | 29,0 | 30,1 | 25,1 | 18,1 | 38,4 | 28,7 | 41,0 | 26,0 | 47,7 | 8,7 | 21,6 | 5,1 | 8,9 | 4,2 | 10,6 |
| RHIZFRA | 16,9 | 11,7 | 14,0 | 11,4 | 19,0 | 16,2 | 1,0 | 2,2 | 0,4 | 0,6 | 0,5 | 0,9 | 2,2 | 5,5 | 0,2 | 0,4 | 0,2 | 0,5 |
| RHIZIMB | 0,2 | 0,1 | 0,2 | 0,2 | 0,5 | 0,4 | | | | | | | | | | | | |
| RHIZSET | 3,3 | 2,3 | 2,2 | 1,8 | 3,4 | 2,8 | 1,6 | 3,5 | 2,0 | 2,9 | 2,3 | 4,3 | 0,2 | 0,5 | | | 0,3 | 0,8 |
| RHIZSTO | | | | | | | 2,9 | 6,0 | 0,4 | 0,6 | 2,1 | 3,9 | 0,4 | 1,0 | 0,4 | 0,7 | | |
| SCRI | | | | | | | | | | | 0,1 | 0,2 | | | | | | |
| SKELCOS | 37,2 | 25,7 | 29,9 | 24,2 | 20,8 | 17,7 | 1,2 | 2,6 | 3,7 | 5,2 | 1,2 | 2,2 | 0,6 | 1,5 | 1,8 | 3,2 | 1,2 | 3,1 |
| STRE | | | | | | | | | | | | | | | | | 0,2 | 0,5 |
| THAANIT | 11,2 | 7,7 | 8,7 | 7,1 | 12,2 | 10,2 | | | 1,4 | 2,0 | 0,9 | 1,7 | | | 0,6 | 1,1 | 0,8 | 2,1 |
| THAL | 3,1 | 2,1 | 2,2 | 1,8 | 0,5 | 0,4 | | | 0,8 | 1,2 | 1,3 | 2,4 | | | 0,2 | 0,4 | | |
| THALDEC | 2,4 | 1,7 | 1,8 | 1,5 | 1,2 | 1,0 | | | | | | | 2,4 | 6,0 | 3,9 | 6,8 | 1,6 | 4,1 |
| THALGRA | 13,8 | 9,6 | 11,2 | 9,1 | 12,5 | 10,7 | 8,7 | 18,5 | 17,9 | 25,6 | 11,7 | 21,4 | 0,4 | 1,0 | 0,6 | 1,1 | 2,4 | 6,2 |
| THALLEV | | | | | 0,8 | 0,7 | | | | | | | | | 0,8 | 1,4 | 1,8 | 4,6 |
| THALROT | 4,3 | 3,0 | 6,1 | 4,9 | 7,4 | 6,3 | 0,2 | 0,4 | | | | | | | 0,2 | 0,4 | 0,5 | 1,3 |
| TOROROB | | | | | | | | | | | | | 0,2 | 0,5 | | | 0,2 | 0,5 |

Tableau 3.7 : nombre (en cm³) et pourcentage de dominance des espèces et genres dominants supérieurs à 0,1 %

| TAXONS | canal | | rejet | | référence | |
|---|-------|-------|-------|-------|-----------|-------|
| | nb | % | nb | % | nb | % |
| 19/04/1997 | | | | | | |
| Ensemble des <i>Chaetoceros</i> (sp, cur, soc) | 4,88 | 3,37 | 6,1 | 4,94 | 5,94 | 5,17 |
| Ensemble des <i>Rhizosolenia</i> (del, fra, sto) | 59,54 | 41,16 | 52,23 | 42,34 | 52,95 | 44,55 |
| Ensemble des <i>Thalassiosira</i> (dec, gra, rot) | 23,58 | 16,29 | 21,35 | 17,29 | 22,46 | 19,07 |
| 30/06/1997 | | | | | | |
| Ensemble des <i>Chaetoceros</i> (sp, cur, soc) | 4,88 | 10,35 | 3,46 | 4,94 | 2,04 | 3,73 |
| Ensemble des <i>Rhizosolenia</i> (del, fra, sto) | 23,59 | 50,02 | 31,51 | 45,06 | 31 | 56,8 |
| Ensemble des <i>Thalassiosira</i> (dec, gra, rot) | 8,94 | 18,97 | 18,7 | 26,74 | 13,02 | 23,86 |
| 29/09/1997 | | | | | | |
| Ensemble des <i>Chaetoceros</i> (sp, cur, soc) | 14,64 | 36,18 | 33,13 | 58,21 | 17,68 | 44,77 |
| Ensemble des <i>Rhizosolenia</i> (del, fra, sto) | 11,59 | 28,64 | 5,69 | 10 | 4,69 | 11,88 |
| Ensemble des <i>Thalassiosira</i> (dec, gra, rot) | 2,85 | 7,03 | 5,68 | 10,01 | 6,41 | 16,23 |

Tableau 3.8 : Nombre et pourcentage des taxons prédominants

3.4. 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 ?

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.

3.4.1. 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, 1990).

Le traitement suivant est appliqué pour chaque paramètre (biomasse, carbone total, azote), et pour chacune des trois campagnes de mesures de l'année 1997, entre les points Canal, Rejet, Référence :

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

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

3.4.2. Variation spatiale en avril de biomasse, carbone total et azote (pl.3.1 à 3.3)

Le test de Kruskal-Wallis dépasse la valeur critique $\chi^2_{0,05}(2) = 5,99$ pour la biomasse ($H = 11,9$), le carbone total ($H = 14,36$) 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).

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 se distingue du point canal pour le carbone et l'azote.

Les tracés des moyennes font apparaître au point rejet des résultats légèrement plus faibles qu'au point canal.

3.4.3. Variation spatiale en juin de biomasse, carbone total et azote (pl.3.4 à 3.6)

La valeur critique de 5,99 est dépassée pour les trois paramètres étudiés. L'hypothèse H_0 d'homogénéité spatiale est rejetée pour la biomasse ($H = 11,7$), le carbone total ($H = 14$) et l'azote ($H = 13,7$).

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 se distingue du point canal pour le carbone et l'azote.

Les tracés des moyennes font apparaître au point rejet des résultats légèrement plus faibles qu'au point canal.

3.4.4. Variation spatiale en septembre de biomasse, carbone total et azote (pl. 3.7 à 3.9)

La valeur critique du test H est dépassée pour la biomasse ($H = 10,72$), le carbone total ($H = 10,88$) et l'azote ($H = 11,59$).

Le test de comparaison multiple montre une hétérogénéité spatiale pour les trois paramètres étudiés. Le point référence se distingue des autres points pour les trois paramètres étudiés.

Le tracé des moyennes par paramètre présente, pour le point rejet, des valeurs situées dans la fourchette de celles des autres points, le point référence étant le plus riche.

3.4.5. Interprétation biologique des variations spatiales en 1997 :

l'influence du facteur thermique (pl. 3.10 à 3.12)

Le diagramme température-salinité par colonne d'eau, codé pour les points canal (1), rejet (2), référence (4), groupés pour les mois d'avril, juin et septembre 1997 montre un rassemblement des données dans les gammes de températures respectives de 10,5-12,00 °C, 13,5-14,0 °C, et 17,5-19,5 °C. En avril et septembre, le point rejet présente un écart thermique (dT) par rapport aux points référence qui ne dépasse pas 1,6 °C en avril, 1,9 °C en septembre.

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

- En avril et juin, le point rejet présente des moyennes légèrement inférieures à celles du point canal pour le carbone et l'azote.

- En septembre, le point rejet présente des résultats en position intermédiaire avec ceux des autres points.

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 canal avec 20 500 individus par 10 m^3 et le point rejet avec 3 800 ind. 10 m^{-3} . Le point référence présente une valeur intermédiaire de 13 600 ind. 10 m^{-3} .
- En juin, le point référence avec 11 700 individus par 10 m^3 et le point canal avec 3 300 ind. 10 m^{-3} . Le point rejet présente un résultat intermédiaire avec 4 100 ind. 10 m^{-3} .
- En septembre, le point référence avec 5 400 ind. 10 m^{-3} et le point rejet avec 3 200 ind. 10 m^{-3} . Le point canal présente une valeur intermédiaire avec 4 300 ind. 10 m^{-3} .

La quantification du zooplancton total montre que le rejet présente des abondances inférieures aux autres points en avril. Cette tendance est très peu marquée en septembre. L'observation des espèces du zooplancton montre que quantitativement les trois principaux groupes sont les Copépodes, les Cirripèdes et les Appendiculaires.

3.4.5.1. Avril 1997

La moyenne pondérale (biomasse) du point rejet est située dans la fourchette de celle des points non impactés (canal, référence) . Elles sont légèrement inférieures à celles du point canal pour le carbone et l'azote. Le zooplancton total y est moins abondant. Le point référence présente la plus grande richesse pondérale.

Au point référence, cette différence est surtout marquée par une grande quantité de copépodes par rapport aux autres points (350 ind. 10 m^{-3} au point rejet, 700 ind. 10 m^{-3} au point canal, 4 700 ind. 10 m^{-3} au point référence).

Au point rejet, la moindre abondance du zooplancton total est principalement dûe aux nauplii de Cirripèdes (2 800 ind. 10 m^{-3} au point rejet, 18 000 ind. 10 m^{-3} au point canal, 8 200 ind. 10 m^{-3} au point référence), aux copépodes (plus particulièrement le genre *Pseudocalanus* avec 50 ind. 10 m^{-3} au point rejet, 350 ind. 10 m^{-3} au point canal, 1300 ind. 10 m^{-3} au point référence), et aux décapodes (30 ind. 10 m^{-3} au point rejet, 220 ind. 10 m^{-3} au point canal, 170 ind. 10 m^{-3} au point référence), dont les Zoe de Brachyours (20 ind. 10 m^{-3} au point rejet, 200 ind. 10 m^{-3} au point canal, 90 ind. 10 m^{-3} au point référence), et les Galathées (absence au point rejet, 15 ind. 10 m^{-3} au point canal, 40 ind. 10 m^{-3} au point référence).

Cirripèdes, Copépodes et Appendiculaires constituent plus de 90% du zooplancton total en avril 1997 pour chacun des points étudiés.

Planche 3.1

FLAMANVILLE 19 avril 1997

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

| Station | | Moyenne (mg.m ⁻³) | et Erreur standard | Rang moyen |
|-----------|---|----------------------------------|-----------------------|---------------|
| CANAL | 6 | 9,37 | 0,97 | 5,3 |
| REFERENCE | 6 | 25,27 | 1,41 | 15,5 |
| REJET | 6 | 10,44 | 0,89 | 7,6 |

Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 11,9
Niveau de signification = 2,53 E-3

Test non paramétrique de comparaison multiple

| Etape | Station | q _{kw} | p' | q _{0,05;0C; p'} | Hypothèse d'égalité | Station | Groupes homogènes |
|-------|-------------------|-----------------|----|--------------------------|------------------------|-----------|----------------------|
| 1 | REFERENCE - CANAL | 4,66 | 3 | 3,314 | REJETEE | CANAL | * |
| 2 | REFERENCE - REJET | 5,32 | 2 | 2,772 | REJETEE | REJET | * |
| 3 | REJET - CANAL | 1,59 | 2 | 2,772 | ACCEPTEE | REFERENCE | * |

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

AVRIL 1997 : POINTS SEPARES

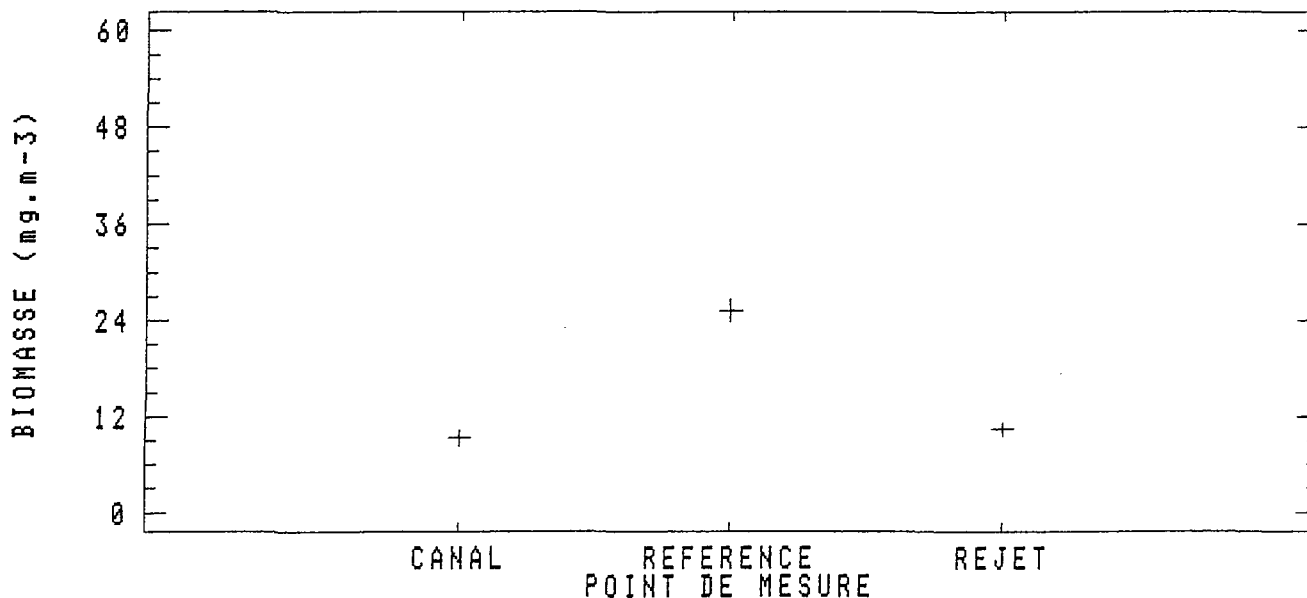


Planche 3.2

FLAMANVILLE 19 avril 1997

CARBONE TOTAL

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

| Station | N | Moyenne (mg.m-3) | et Erreur standard | Rang moyen |
|--|---|------------------|--------------------|------------|
| CANAL | 6 | 2,79 | 0,16 | 9,2 |
| REFERENCE | 6 | 10,52 | 0,76 | 15,5 |
| REJET | 6 | 2,00 | 0,20 | 3,8 |
| 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; α; p'} | Hypothèse d'égalité | Station | Groupes homogènes |
|-------|-------------------|-----------------|----|--------------------------|---------------------|-----------|-------------------|
| 1 | REFERENCE - REJET | 5,35 | 3 | 3,314 | REJETEE | CANAL | * |
| 2 | REFERENCE - CANAL | 4,30 | 2 | 2,772 | REJETEE | REJET | * |
| 3 | CANAL - REJET | 3,62 | 2 | 2,772 | REJETEE | REFERENCE | * |

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

AVRIL 1997 : POINTS SEPARES

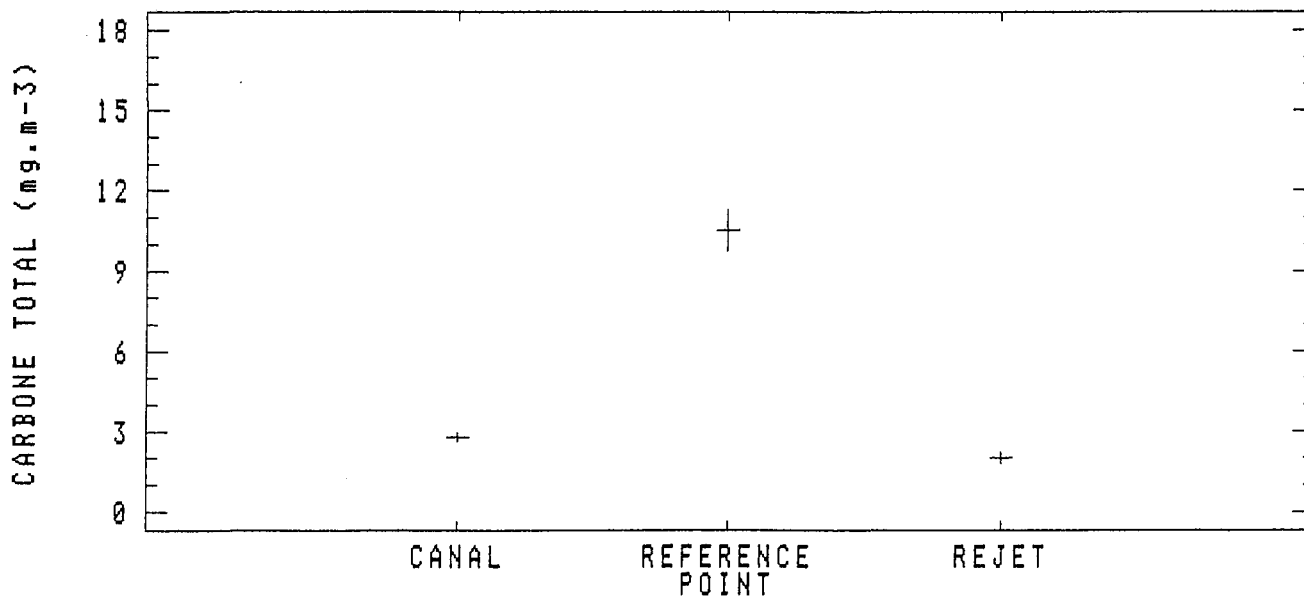


Planche 3.3

FLAMANVILLE 19 avril 1997

AZOTE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

| Station | N | Moyenne (mg.m ⁻³) | et Erreur standard | Rang moyen |
|-----------|---|-------------------------------|--------------------|------------|
| CANAL | 6 | 0,60 | 0,03 | 9,5 |
| REFERENCE | 6 | 2,50 | 0,20 | 15,5 |
| REJET | 6 | 0,37 | 0,04 | 3,5 |

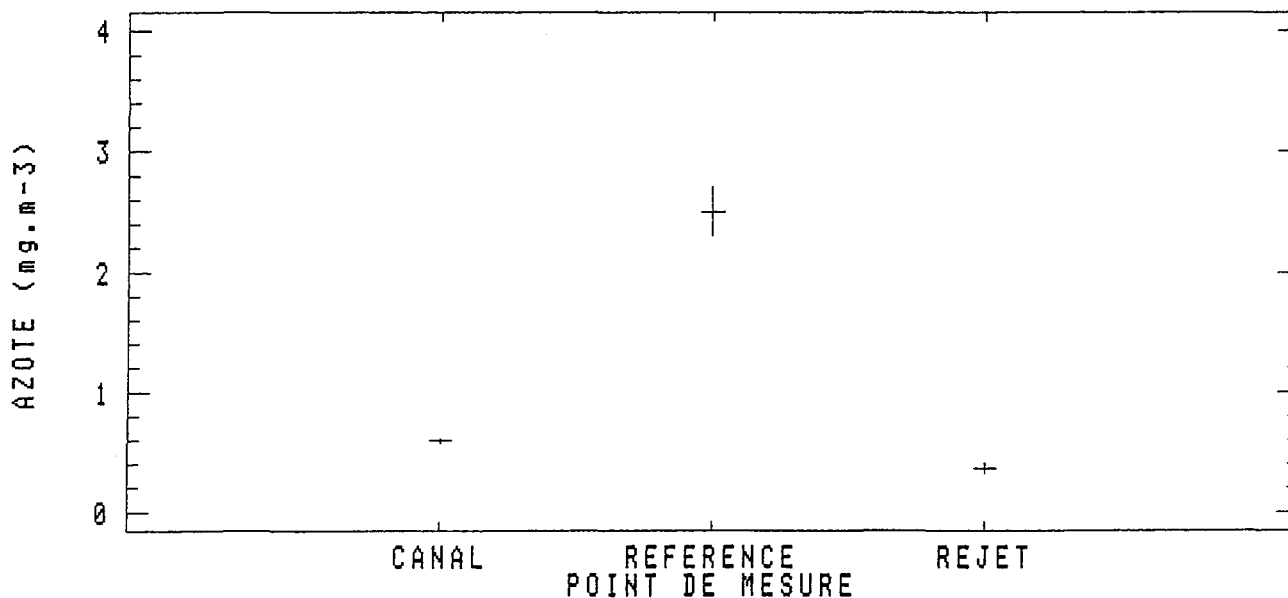
Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 15,16
Niveau de signification = 5,11 E-4

Test non paramétrique de comparaison multiple

| Etape | Station | q _{kw} | p' | q _{0,05;0C;p'} | Hypothèse d'égalité | Station | Groupes homogènes |
|-------|-------------------|-----------------|----|-------------------------|---------------------|-----------|-------------------|
| 1 | REFERENCE - REJET | 5,50 | 3 | 3,314 | REJETEE | CANAL | * |
| 2 | REFERENCE - CANAL | 4,08 | 2 | 2,772 | REJETEE | REJET | * |
| 3 | CANAL - REJET | 4,08 | 2 | 2,772 | REJETEE | REFERENCE | * |

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

AVRIL 1997 : POINTS SEPARES



3.4.5.2. Juin 1997

Les moyennes pondérales, carbone total, azote, du point rejet sont légèrement inférieures à celles du point canal. Le point référence présente des valeurs plus fortes.

La quantité du zooplancton total au point rejet est intermédiaire à celles des autres points. Les décapodes y sont plus nombreux qu'aux autres points (460 ind. 10 m^{-3} au point rejet, 230 ind. 10 m^{-3} au point référence, 210 ind. 10 m^{-3} au point canal, ainsi que les cténaires (10 ind. 10 m^{-3} au point rejet, 3 ind. 10 m^{-3} au point référence, absence au canal). *Oikopleura dioica* y est 2 à 3 fois moins abondant qu'aux autres points (40 ind. 10 m^{-3} au point rejet, 105 ind. 10 m^{-3} au point référence, 150 ind. 10 m^{-3} au point au canal).

Les trois groupes principaux représentent 80 à 96 % de la faune planctonique aux trois points.

3.4.5.3. Septembre 1997

Le point référence se distingue des autres points par des moyennes supérieures en biomasse, carbone et azote. D'un point de vue biologique, cela correspond principalement à une plus forte abondance en copépodes (4250 ind. 10 m^{-3} au point référence, 3350 ind. 10 m^{-3} au point canal, 2450 ind. 10 m^{-3} au point au rejet), en décapodes (90 ind. 10 m^{-3} au point référence, 30 ind. 10 m^{-3} au point canal, 20 ind. 10 m^{-3} au point au rejet), en chaetognathes (80 ind. 10 m^{-3} au point référence, 20 ind. 10 m^{-3} au point canal, 30 ind. 10 m^{-3} au point au rejet), et mollusques (70 ind. 10 m^{-3} au point référence, 30 ind. 10 m^{-3} au point canal, 40 ind. 10 m^{-3} au point au rejet).

Canal et rejet présente des résultats qui ne permettent pas de les distinguer. Les résultats pondéraux du point rejet sont situés dans la gamme des variations naturels du milieu.

La quantité de zooplancton total y est légèrement inférieure, et correspond aux copépodes, aux décapodes, et à *Oikopleura dioica* (730 ind. 10 m^{-3} au point référence, 620 ind. 10 m^{-3} au point canal, 560 ind. 10 m^{-3} au point au rejet). Les cnidaires sont trois fois moins nombreux qu'aux autres points.

Les trois groupes principaux représentent plus de 90 % de la faune planctonique pour chacun des points étudiés.

Planche 3.4

FLAMANVILLE 30 juin 1997

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

| Station | Moyenne (mg.m ⁻³) | et Erreur standard | Rang moyen |
|-----------|-------------------------------|--------------------|------------|
| CANAL | 7,04 | 0,60 | 7,3 |
| REFERENCE | 21,95 | 2,14 | 15,5 |
| REJET | 6,52 | 0,62 | 5,7 |

Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 11,7
Niveau de signification = 2,94 E -3

Test non paramétrique de comparaison multiple

| Etape | Station | q _{kw} | p' | q _{0,05;OC; p'} | Hypothèse d'égalité | Station | Groupes homogènes |
|-------|-------------------|-----------------|----|--------------------------|---------------------|-----------|-------------------|
| 1 | REFERENCE - REJET | 4,51 | 3 | 3,314 | REJETEE | CANAL | * |
| 2 | REFERENCE - CANAL | 5,55 | 2 | 2,772 | REJETEE | REJET | * |
| 3 | CANAL - REJET | 1,13 | 2 | 2,772 | ACCEPTEE | REFERENCE | * |

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

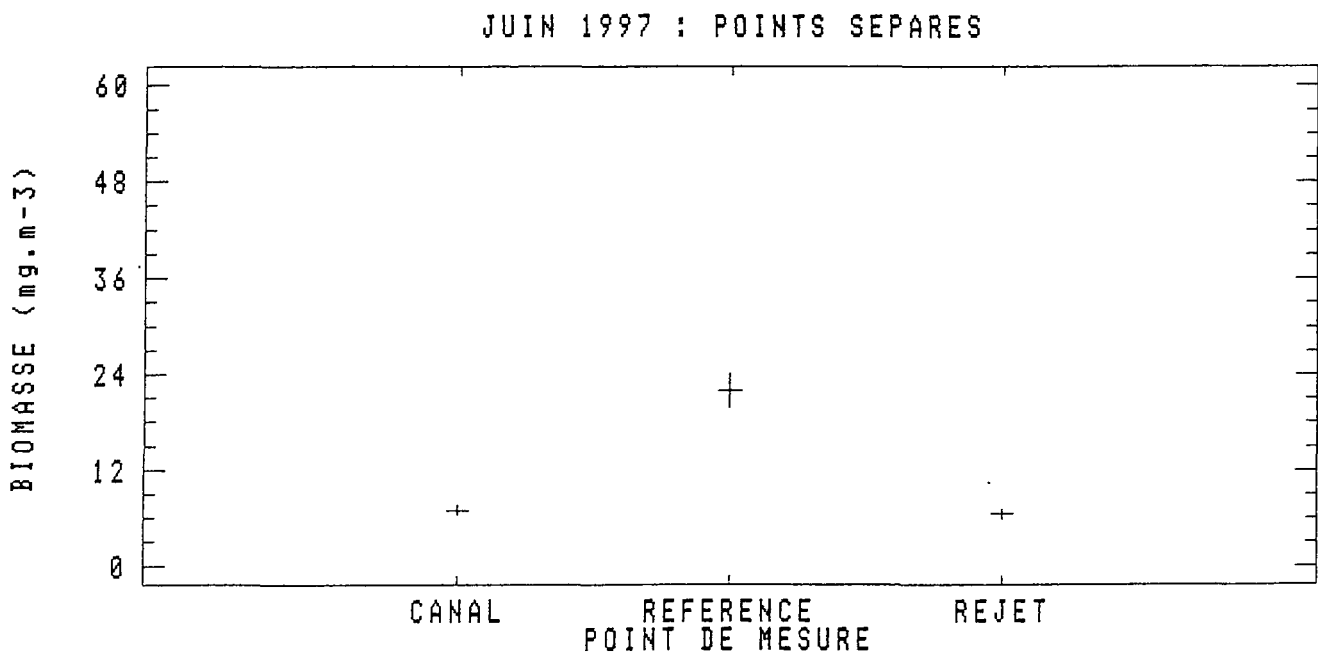


Planche 3.5

FLAMANVILLE 30 juin 1997

CARBONE TOTAL

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

| Station | N | Moyenne (mg.m ⁻³) | et Erreur standard | Rang moyen |
|---|---|----------------------------------|-----------------------|---------------|
| CANAL | 6 | 2,50 | 0,19 | 9,0 |
| REFERENCE | 6 | 9,01 | 0,85 | 15,5 |
| REJET | 6 | 1,91 | 0,11 | 4,0 |
| Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 14 | | | | |
| Niveau de signification = 9,12 E - 4 | | | | |

Test non paramétrique de comparaison multiple

| Etape | Station | q _{kw} | p' | q _{0,05;0C; p'} | Hypothèse d'égalité | Station | Groupes homogènes |
|-------|-------------------|-----------------|----|------------------------------|------------------------|-----------|----------------------|
| 1 | REFERENCE - REJET | 5,28 | 3 | 3,314 | REJETEE | CANAL | * |
| 2 | REFERENCE - CANAL | 4,42 | 2 | 2,772 | REJETEE | REJET | * |
| 3 | CANAL - REJET | 3,40 | 2 | 2,772 | REJETEE | REFERENCE | * |

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

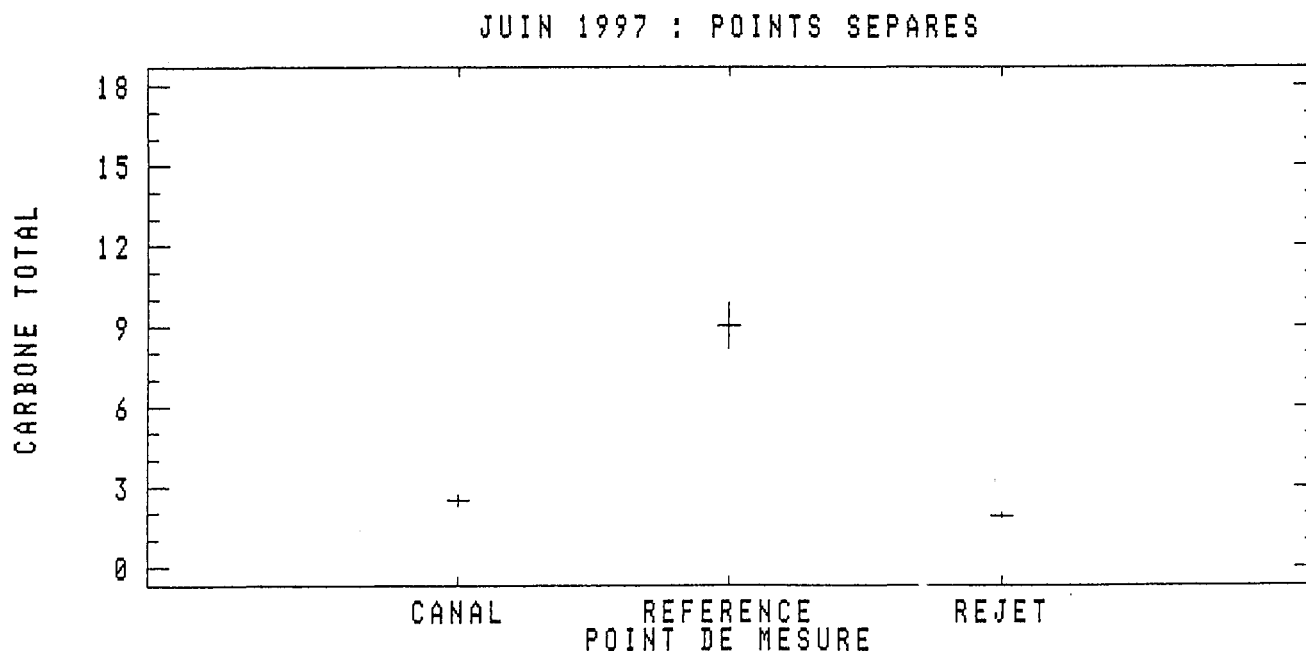


Planche 3.6

FLAMANVILLE 30 juin 1997

AZOTE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

| Station | N | Moyenne (mg.m ⁻³) | et Erreur standard | Rang moyen |
|---|---|----------------------------------|-----------------------|---------------|
| CANAL | 6 | 0,50 | 0,03 | 8,8 |
| REFERENCE | 6 | 2,38 | 0,22 | 15,5 |
| REJET | 6 | 0,39 | 0,02 | 4,2 |
| Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 13,7 | | | | |
| Niveau de signification = 1,08 E-3 | | | | |

Test non paramétrique de comparaison multiple

| Etape | Station | q _{kw} | p | q _{0,05;0C; p'} | Hypothèse d'égalité | Station | Groupes homogènes |
|-------|-------------------|-----------------|---|------------------------------|------------------------|-----------|----------------------|
| 1 | REFERENCE - REJET | 5,20 | 3 | 3,314 | REJETEE | CANAL | * |
| 2 | REFERENCE - CANAL | 4,53 | 2 | 2,772 | REJETEE | REJET | * |
| 3 | CANAL - REJET | 3,17 | 2 | 2,772 | REJETEE | REFERENCE | * |

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

JUIN 1997 : POINTS SEPARES

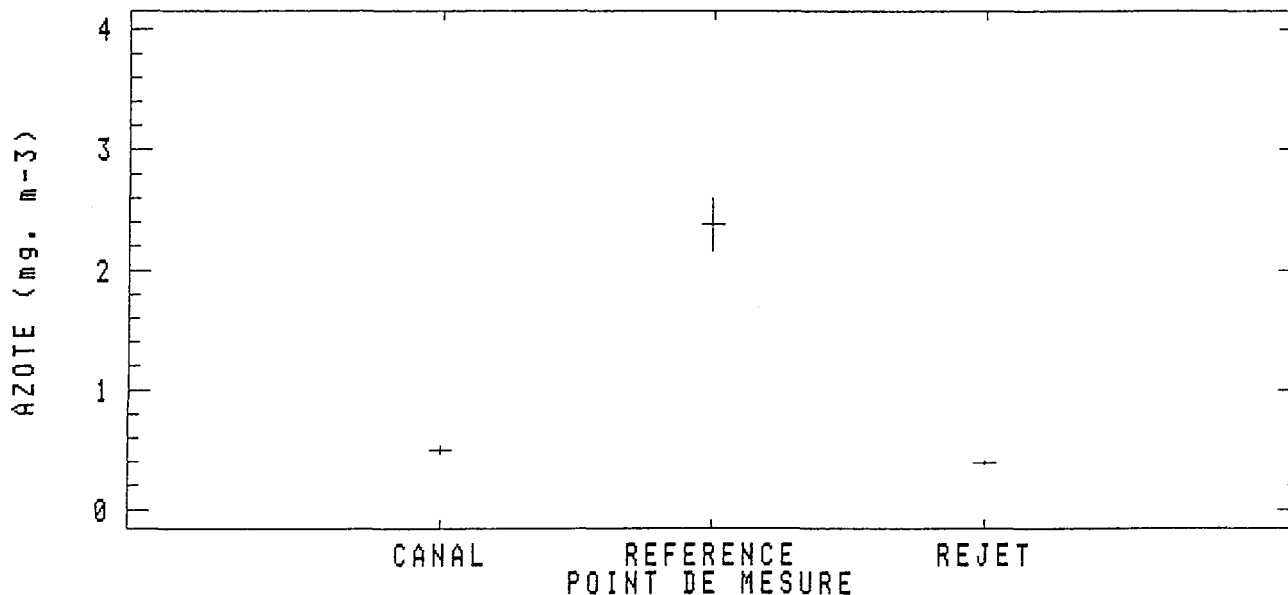


Planche 3.7

FLAMANVILLE 29 Septembre 1997
BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

| Station | N | Moyenne (mg.m ⁻³) | et Erreur standard | Rang moyen |
|--|---|----------------------------------|-----------------------|---------------|
| CANAL | 6 | 5,93 | 1,65 | 5,5 |
| REFERENCE | 6 | 14,49 | 1,04 | 15,2 |
| REJET | 6 | 8,54 | 1,42 | 7,8 |
| Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 10,72 | | | | |
| Niveau de signification = 4,69 E-3 | | | | |

Test non paramétrique de comparaison multiple

| Etape | Station | q _{kw} | p _i | q _{0,05;∞; p'} | Hypothèse d'égalité | Station | Groupes homogènes |
|-------|-------------------|-----------------|----------------|-------------------------|------------------------|-----------|----------------------|
| 1 | REFERENCE - CANAL | 4,43 | 3 | 3,314 | REJETEE | CANAL | * |
| 2 | REFERENCE - REJET | 4,98 | 2 | 2,772 | REJETEE | REJET | * |
| 3 | CANAL - REJET | 1,59 | 2 | 2,772 | ACCEPTEE | REFERENCE | * |

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

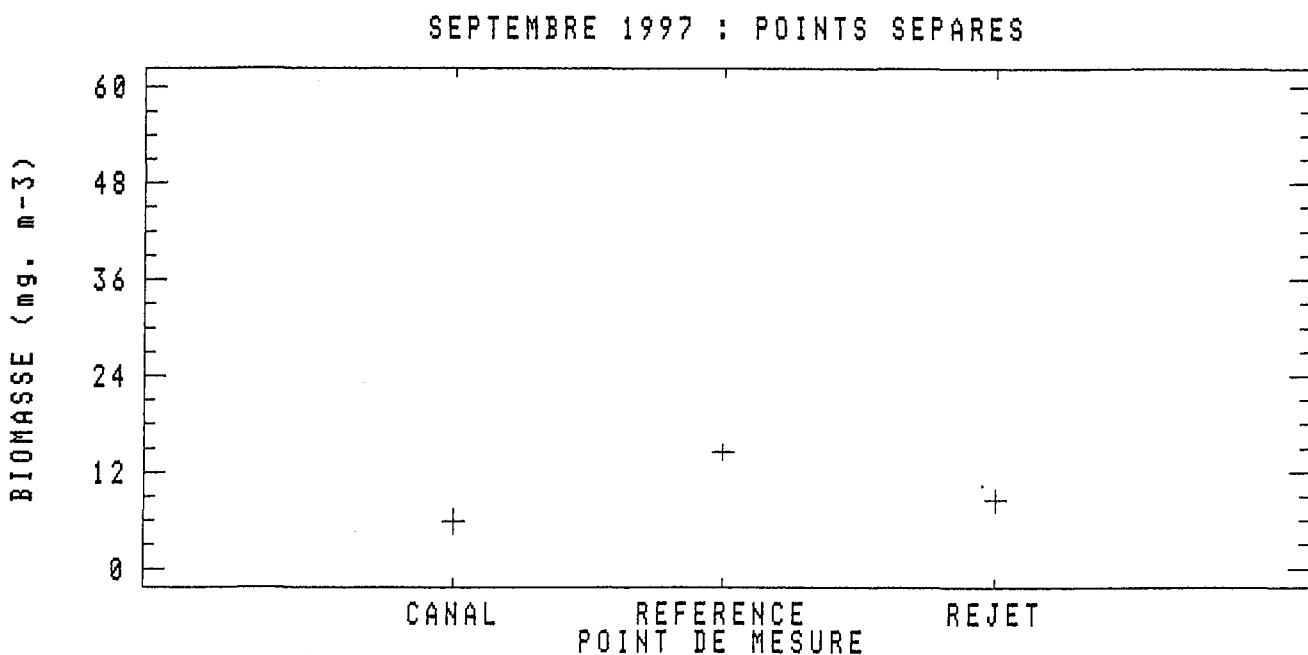


Planche 3.8

FLAMANVILLE 29 septembre 1997
CARBONE TOTAL

Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

| Station | N | Moyenne (mg.m ⁻³) | et Erreur standard | Rang moyen |
|--|---|----------------------------------|-----------------------|---------------|
| CANAL | 6 | 1,90 | 0,56 | 5,3 |
| REFERENCE | 6 | - 5,13 | 0,48 | 15,2 |
| REJET | 6 | 2,83 | 0,50 | 8,0 |
| Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 10,88 | | | | |
| Niveau de signification = 4,32 E-3 | | | | |

Test non paramétrique de comparaison multiple

| Etape | Station | q _{kw} | p | q _{0,05;cc;v'} | Hypothèse d'égalité | Station | Groupes homogènes |
|-------|-------------------|-----------------|---|-------------------------|------------------------|-----------|----------------------|
| 1 | REFERENCE - CANAL | 4,51 | 3 | 3,314 | REJETEE | CANAL | * |
| 2 | REFERENCE - REJET | 4,87 | 2 | 2,772 | REJETEE | REJET | * |
| 3 | REJET - CANAL | 1,81 | 2 | 2,772 | ACCEPTEE | REFERENCE | * |

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard

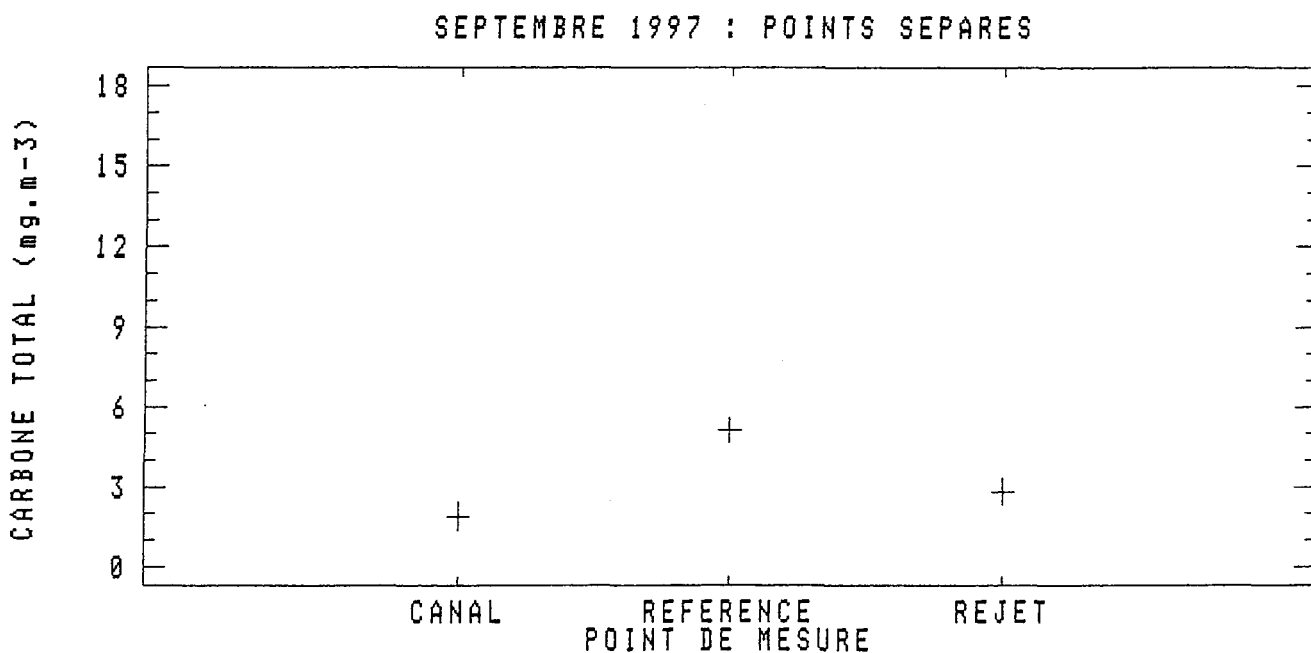


Planche 3.9

FLAMANVILLE 29 septembre 1997

AZOTE

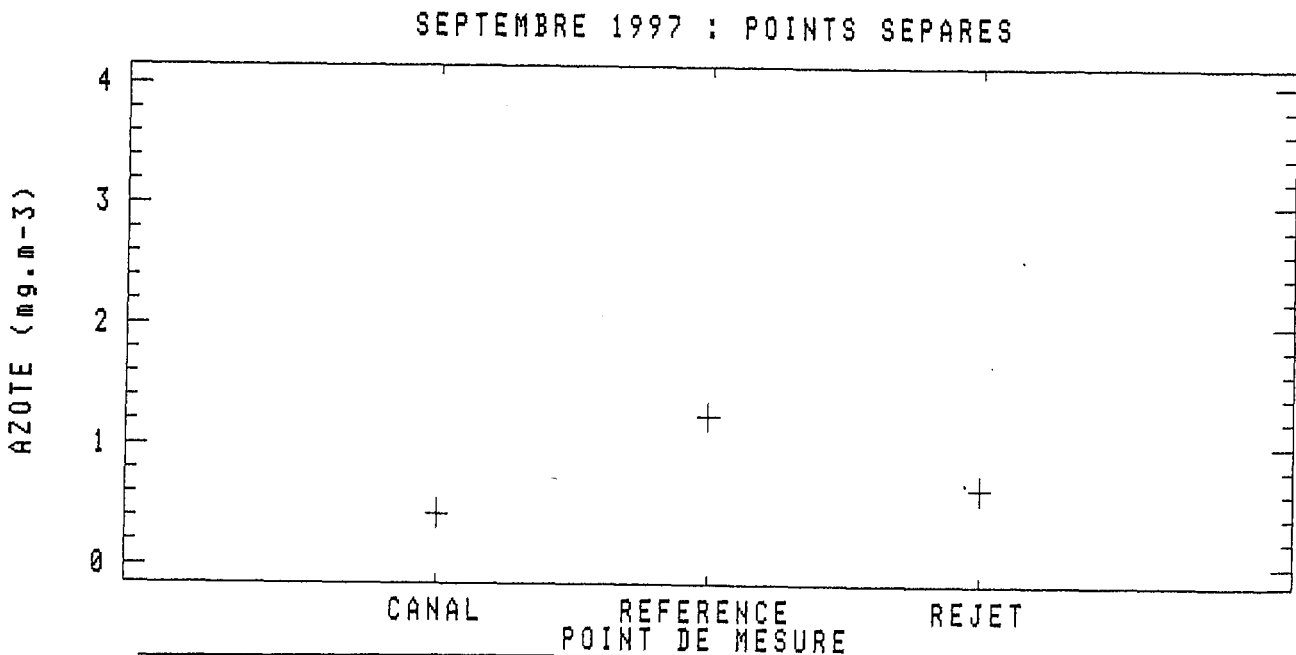
Tableau des statistiques et test de Kruskal-Wallis

| Station | N | Moyenne (mg.m ⁻³) | et Erreur standard | Rang moyen |
|--|---|----------------------------------|-----------------------|---------------|
| CANAL | 6 | 0,42 | 0,12 | 5,2 |
| REFERENCE | 6 | 1,24 | 0,12 | 15,3 |
| REJET | 6 | 0,64 | 0,12 | 8,0 |
| Test statistique de Kruskal-Wallis : H = 11,59 | | | | |
| Niveau de signification = 3,04 E-3 | | | | |

Test non paramétrique de comparaison multiple

| Etape | Station | q _{kw} | p _i | q _{0,05;0C; p'} | Hypothèse d'égalité | Station | Groupes homogènes |
|-------|-------------------|-----------------|----------------|------------------------------|------------------------|-----------|----------------------|
| 1 | REFERENCE - CANAL | 4,66 | 3 | 3,314 | REJETEE | CANAL | * |
| 2 | REFERENCE - REJET | 4,98 | 2 | 2,772 | REJETEE | REJET | * |
| 3 | REFERENCE - CANAL | 1,93 | 2 | 2,772 | ACCEPTEE | REFERENCE | * |

Tracés des moyennes + ou - une erreur standard



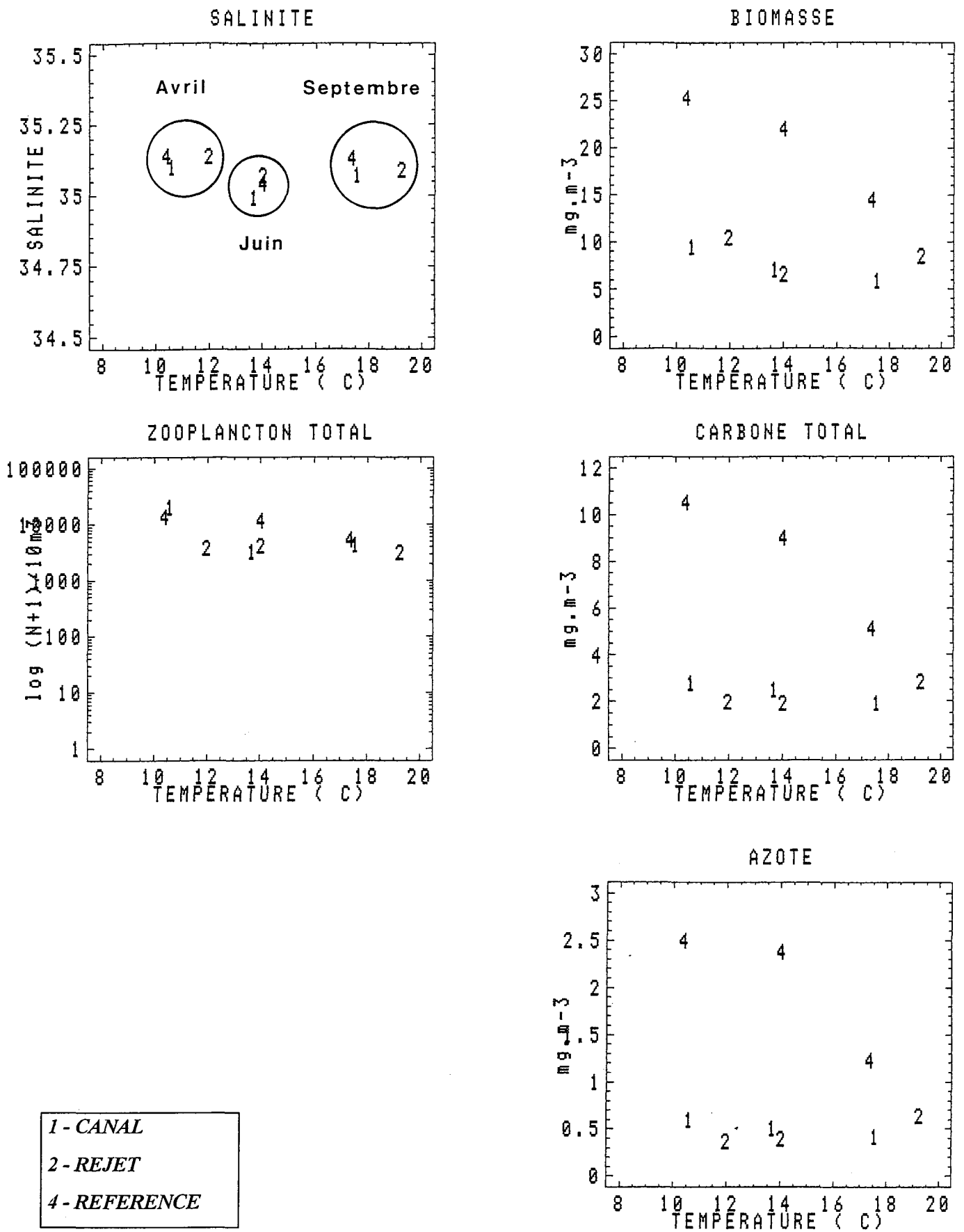


Planche 3.10 : Diagrammes des différents paramètres en fonction de la température - FLAMANVILLE 1997 -

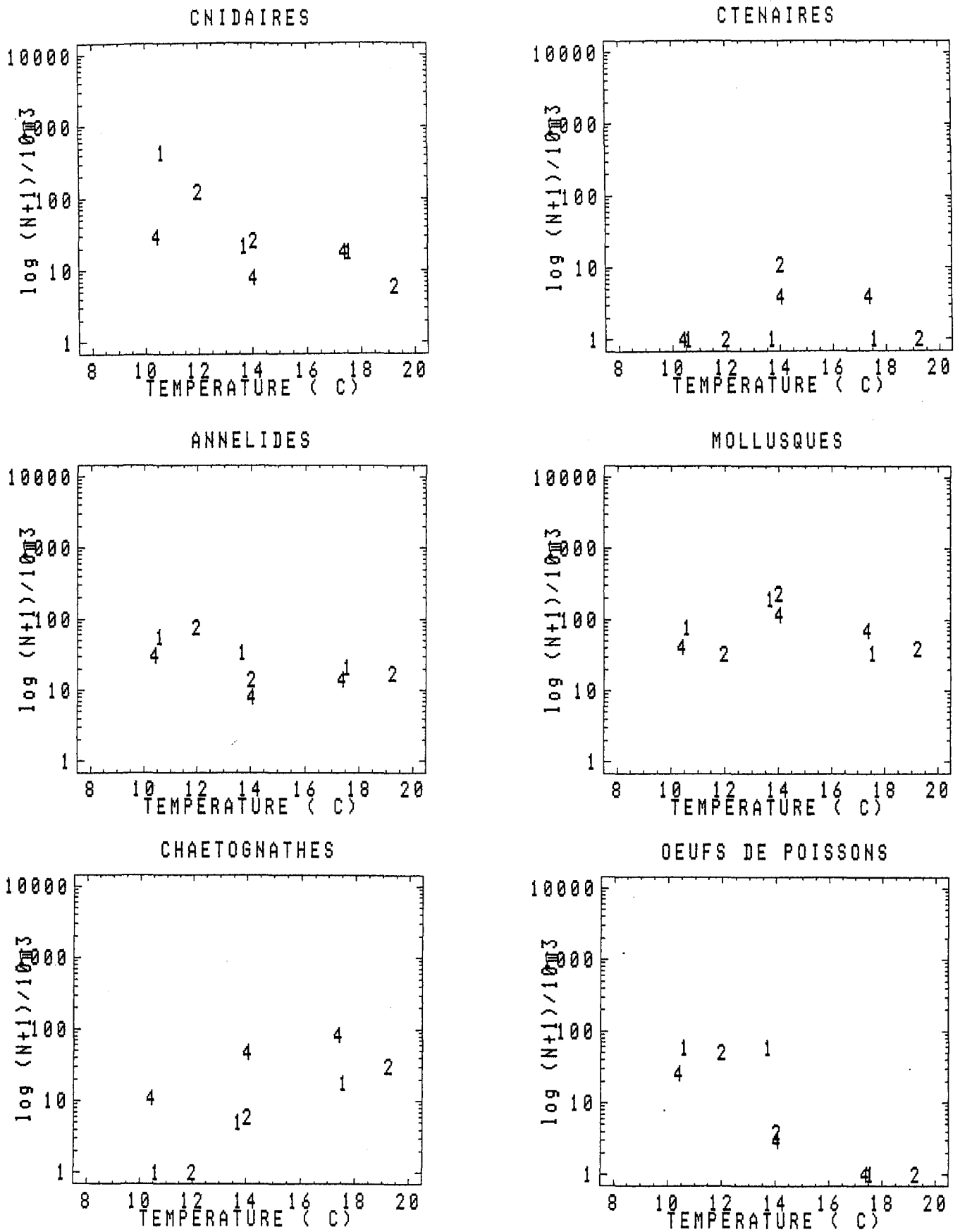


Planche 3.11 : Diagrammes des différents paramètres en fonction de la température - FLAMANVILLE 1997 -

1 - CANAL 2 - REJET 4 - REFERENCE

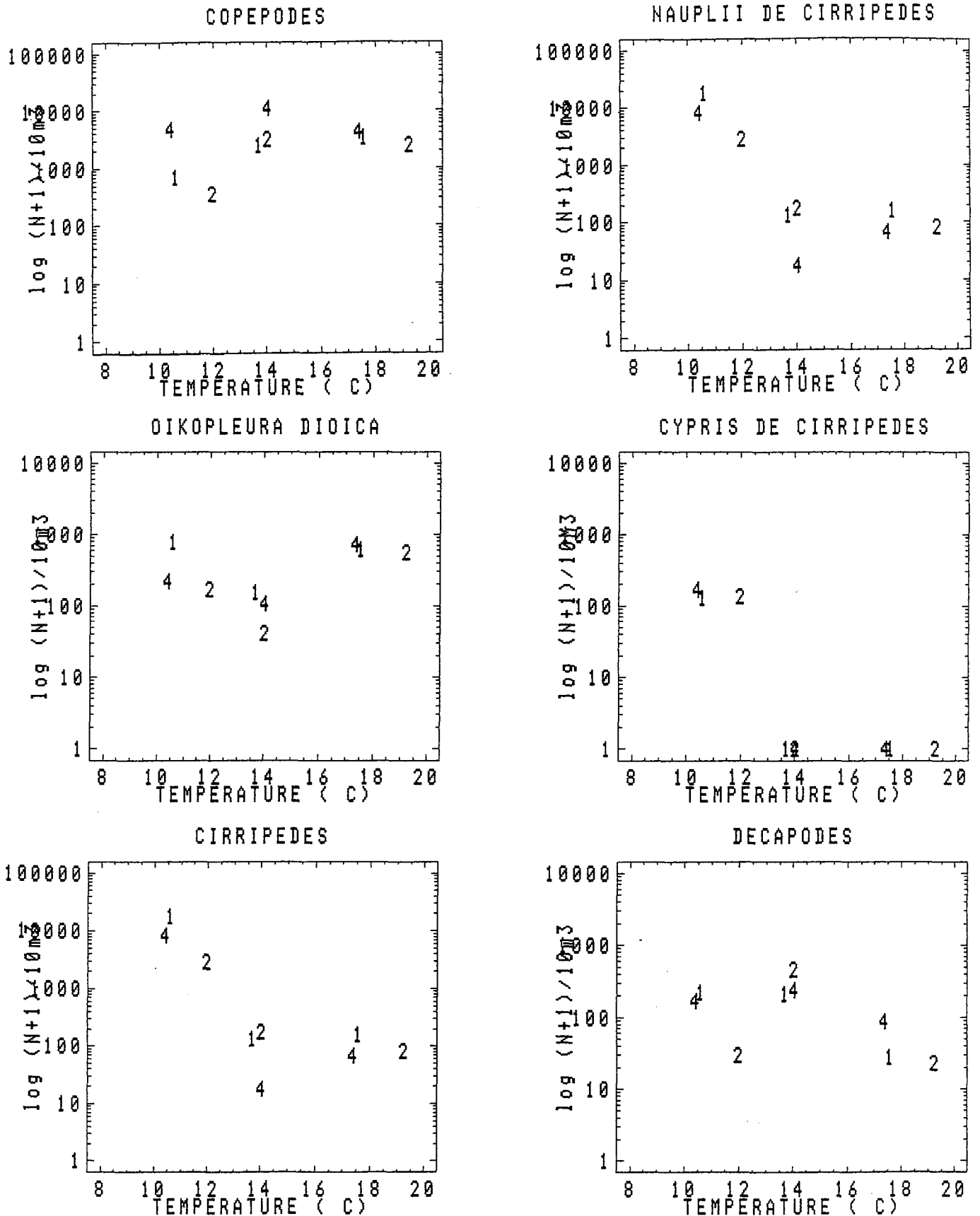


Planche 3.12 : Diagrammes des différents paramètres en fonction de la température - FLAMANVILLE 1997 -

1 - CANAL 2 - REJET 4 - REFERENCE

3.4.6. En résumé

L'étude statistique des variations spatiales pour les **paramètres pondéraux globaux** du zooplancton a montré une hétérogénéité spatiale en avril, juin et septembre 1997. Cette hétérogénéité spatiale est due principalement au point référence, qui montre les moyennes les plus fortes pour les trois paramètres (biomasse, carbone total, azote).

Le point référence montre aussi la plus grande quantité de zooplancton total, sauf en avril lorsque le point canal présente deux fois plus de Nauplii de Cirripèdes.

L'observation du point rejet montre :

- en avril, des moyennes faibles en carbone et azote. L'abondance de zooplancton total y est 3 à 5 fois moindre qu'aux autres points. Les groupes concernés sont les Décapodes, Les Copépodes et surtout les Nauplii de Cirripèdes.

- en juin, des moyennes pondérales légèrement inférieures à celles du point canal. Le zooplancton total reste situé dans la fourchette de valeur du milieu naturelle (canal, référence). On y note toutefois, un nombre d'Oikopleura dioica 3 à 4 fois inférieur à celui des autres points.

- en septembre, le point rejet présente des moyennes pondérales situées dans la gamme de celles des autres points. Le zooplancton total y est légèrement moins abondant (Copépodes, Décapodes, Appendiculaires, Cnidaires).

Enfin, l'observation des populations zooplanctoniques montre que Copépodes, Cirripèdes et Appendiculaires constituent toujours plus de 80% du zooplancton total sur l'ensemble des points.

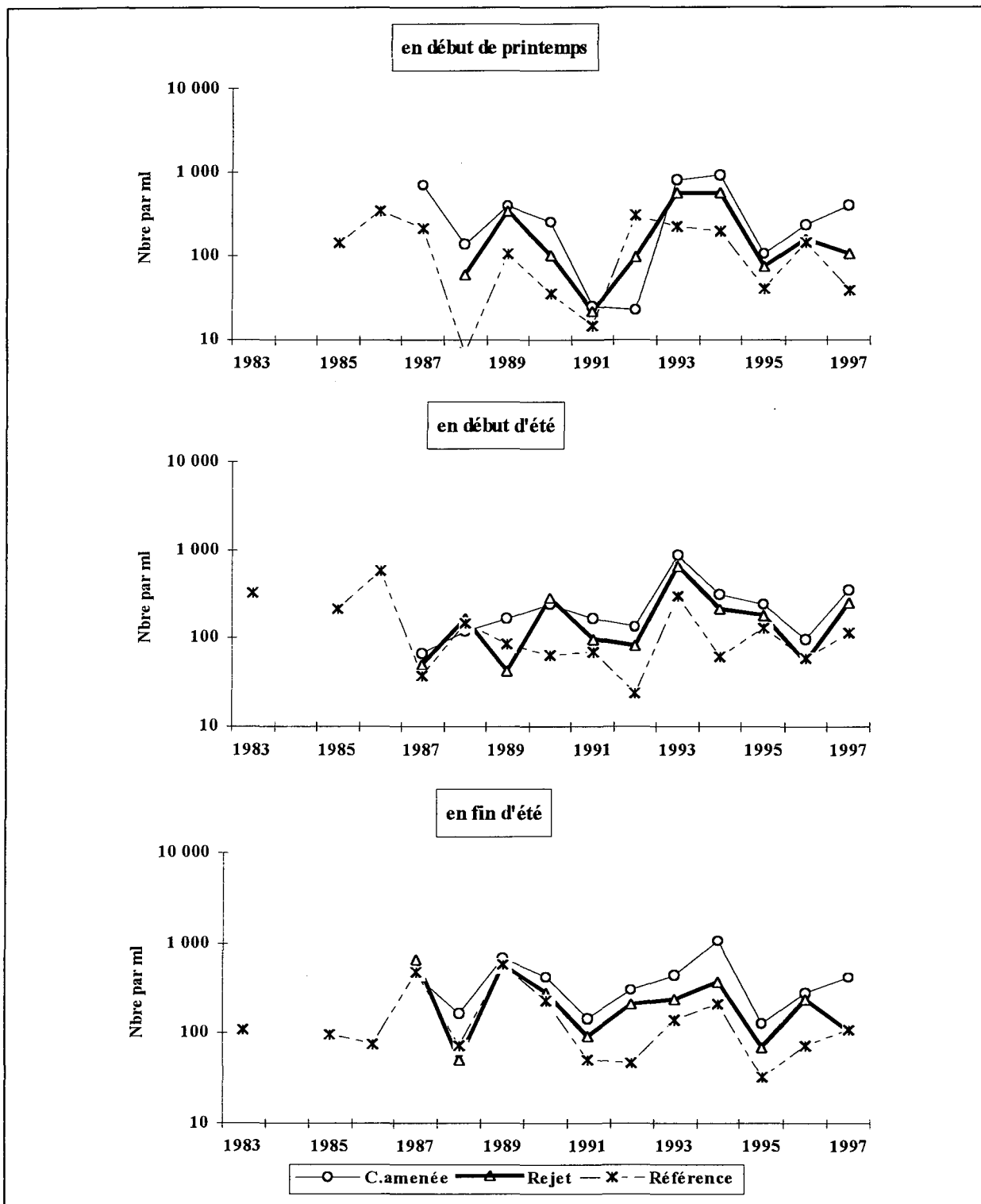


Fig. 3.13 : Evolution des germes totaux de 1983 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

3.5. MICROBIOLOGIE

3.5.1. Matériel et méthode

3.5.1.1. 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.

3.5.1.2. Analyses.

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

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

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

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

3.5.2. Résultats

3.5.2.1. Bactéries hétérotrophes

Le dénombrement des germes revivifiables en milieu de Zobell fournit des valeurs moyennes par cm³ (tableau 3.9) comprises entre 39 germes au point référence en avril et 425 au point canal d'aménée en septembre.

Sur la période 1987-1997 (Fig. 3.13), le principal constat effectué sur l'abondance des bactéries hétérotrophes porte sur la présence d'un gradient numérique croissant du large vers la côte (à l'exception d'avril 1992), généralement plus évident en début de printemps et en fin d'été.

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

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

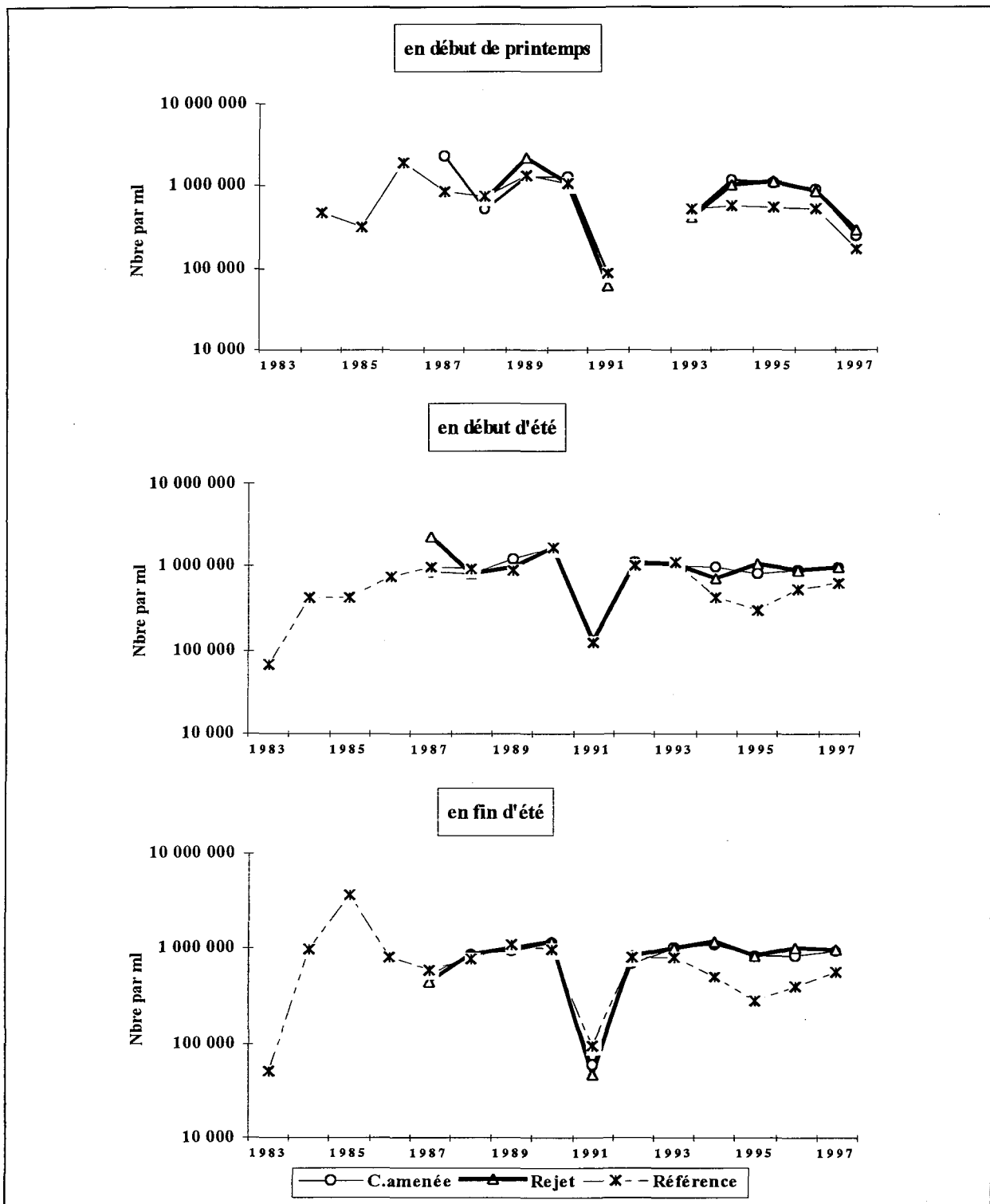


Fig. 3.14 : Evolution des germes colorés à l'acridine de 1983 à 1997 au droit du CNPE de Flamanville

| | | 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 | | |
|-------|------------|--|-------|-------|--|------------------------|-------------------------|---|-----------|-----------|
| 1997 | | 19/04 | 30/06 | 29/09 | 19-avr | 30-jun | 29-sep | 19-avr | 30-jun | 29-sep |
| d' I | | 392 | 342 | 410 | <i>L.d.</i> | <i>V.a.</i> | <i>V.p., V.a.</i> | 256 250 | 943 750 | 945 750 |
| C A J | | 392 | 374 | 440 | <i>L.d.</i> | <i>V.a.</i> | <i>V.p., V.a., L.d.</i> | 237 500 | 975 000 | 946 875 |
| A M | | | | | | | | | | |
| N E | Moyenne | 392 | 358 | 425 | + | + | + | 246 875 | 959 375 | 945 750 |
| A N | Ecart type | 0 | 23 | 21 | | | | 13 258 | 22 097 | 795 |
| L E | | | | | | | | | | |
| E | T eau °C | 10,9 | 14,5 | 18,1 | | | | | | |
| P R K | | 102 | 270 | 156 | <i>L.d.</i> | <i>V.a., V.v., (*)</i> | <i>V.p., V.a., L.d.</i> | 271 875 | 1 009 375 | 846 875 |
| O E L | | 106 | 234 | 52 | <i>L.d.</i> | <i>V.a. (**)</i> | <i>V.a., L.d., V.v.</i> | 301 250 | 965 625 | 1 068 750 |
| I J | Moyenne | 104 | 252 | 104 | + | + | + | 286 563 | 987 500 | 957 813 |
| N E | Ecart type | 3 | 25 | 74 | | | | 20 771 | 30 936 | 156 889 |
| T T | | | | | | | | | | |
| | T eau °C | 13,2 | 15,0 | 18,6 | | | | | | |
| R E | | 42 | 36 | 124 | <i>V.v.</i> | <i>V.a.</i> | <i>V.p.</i> | 150 000 | 603 125 | 534 375 |
| E F | | 36 | 144 | 78 | <i>V.v., V.a.</i> | <i>V.a.</i> | <i>V.p., L.d.</i> | 118 750 | 662 500 | 600 000 |
| P F G | | 34 | 148 | 104 | <i>V.v.</i> | <i>V.a.</i> | <i>V.p., V.a.</i> | 190 625 | 662 500 | 562 500 |
| O E H | | 42 | 126 | 140 | <i>V.v.</i> | <i>V.a. (**)</i> | <i>V.p.</i> | 203 125 | 546 875 | 568 750 |
| I R | | | | | | | | | | |
| N E | Moyenne | 39 | 114 | 112 | + | + | + | 165 625 | 618 750 | 566 406 |
| T N | Ecart type | 4 | 53 | 27 | | | | 38 612 | 55 493 | 26 928 |
| C | | | | | | | | | | |
| E | T eau °C | 10,8 | | 17,9 | | | | | | |

L.d. = *Listonella damsela* (anciennement *Vibrio damsela*) ; *V.a.* = *Vibrio alginolyticus*

V.c. = *Vibrio cholerae* ; *V.p.* = *Vibrio parahaemolyticus* ; *V.v.* = *Vibrio vulnificus*

(*) Envoi d'une souche, suspectée de *V. cholerae*, pour confirmation au laboratoire de référence : = *V. alginolyticus*

(**) Envoi d'une souche, suspectée de *V. parahaemolyticus*, pour confirmation au laboratoire de référence : = *V. alginolyticus*

Tableau 3.9 : Analyses microbiologiques réalisées en 1997 au droit du CNPE de Flamanville

3.5.2.2. Germes totaux

Le dénombrement microscopique des germes colorés à l'acridine orange montre une augmentation des valeurs moyennes par cm³ d'avril à juin 1997 aux trois points, puis une diminution générale en septembre, également aux trois points.

Les valeurs, quoique du même ordre de grandeur, sont sensiblement plus fortes aux trois périodes d'observation, d'une part au rejet qu'au canal d'amenée, d'autre part à la côte (canal d'amenée et rejet) qu'au large (référence).

| mars ^A /avril ^B /mai ^C | | 1983 | 1984 ^B | 1985 ^B | 1986 ^B | 1987 ^C | 1988 ^C | 1989 ^B | 1990 ^B | 1991 ^C | 1992 ^B | 1993 ^B | 1994 ^A | 1995 ^B | 1996 ^B | 1997 ^B |
|---|-------------------------|------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Vibrio</i> | <i>alginolyticus</i> | | | | | | | | | | | | CA | | | RF |
| <i>Vibrio</i> | <i>cholerae</i> | | | | | | | | | | | | | CA | | |
| <i>Vibrio</i> | <i>damsela</i> | | | | | | | | | | | | | RJ, RF | | CA, RJ |
| <i>Vibrio</i> | <i>parahaemolyticus</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vibrio</i> | <i>vulnificus</i> | | | | | | | | | | | | | | | RF |

| juin ^D /juillet ^E /août [*] | | 1983 ^E | 1984 ^D | 1985 ^B | 1986 ^E | 1987 ^E | 1988 [*] | 1989 ^E | 1990 ^E | 1991 ^E | 1992 ^E | 1993 ^D | 1994 ^E | 1995 ^E | 1996 ^D | 1997 ^D |
|--|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Vibrio</i> | <i>alginolyticus</i> | b, c | | | RF | | | | | | | | | CA, RJ | CA, RJ, RF | CA, RJ, RF |
| <i>Vibrio</i> | <i>cholerae</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vibrio</i> | <i>damsela</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vibrio</i> | <i>parahaemolyticus</i> | | | | | | | | | | | | CA | CA | | |
| <i>Vibrio</i> | <i>vulnificus</i> | | | | | | | | | | | | | | | RJ |

| septbre ^G /octbre ^H /novbre ^I | | 1983 ^G | 1984 ^G | 1985 ^B | 1986 ^G | 1987 ^G | 1988 ^I | 1989 ^G | 1990 ^G | 1991 ^G | 1992 ^G | 1993 ^G | 1994 ^G | 1995 ^G | 1996 ^G | 1997 ^G |
|--|-------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| <i>Vibrio</i> | <i>alginolyticus</i> | a, b, c, d | | | RF | C, RJ, RF | | | | | CA, RJ, RF | | | CA, RJ, RF | CA, RJ | CA, RJ, RF |
| <i>Vibrio</i> | <i>cholerae</i> | | | | | | | | | | | | | | | |
| <i>Vibrio</i> | <i>damsela</i> | | | | | | | | | | | | RF | | | CA, RJ, RF |
| <i>Vibrio</i> | <i>parahaemolyticus</i> | a, b | | | | | | | | | | | CA | RJ, RF | | CA, RJ, RF |
| <i>Vibrio</i> | <i>vulnificus</i> | | | | | | | | | | | | | | | RJ |

| | | | |
|---------------------|-------------|----------------|--------------------------------|
| CA = canal d'amenée | RJ = rejets | RF = référence | a, b, c, d = points avant 1986 |
|---------------------|-------------|----------------|--------------------------------|

Tableau 3.10 : présence / absence de vibrions halophiles au droit de Flamanville depuis 1983

L'examen de l'évolution de ce paramètre de 1987 à 1997 (fig. 3.14) 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 décroissant de la côte vers le large n'étant détectable que depuis 1993.

3.5.2.3. Vibrions halophiles

En 1997, des vibrions halophiles sont recensés en chacun des points de prélèvement et à chaque campagne.

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

- *Listonella damsela* (anciennement *Vibrio damsela*) est détectée au canal d'aménée (température de l'eau : 10,9 °C) et au rejet (température de l'eau : 13,2 °C) en avril ; aux trois points en septembre (températures comprises entre 17,9 et 18,6 °C). C'est une souche pathogène pour les poissons, qui se trouve à la suite de surinfection de plaies.

- *Vibrio alginolyticus*, souche présente au point référence en avril, et aux trois points aux deux autres périodes. Ces vibrions furent les premiers répertoriés dans ce secteur, dans le cadre de ces études, en juillet 1983. Comme le montre le tableau 3.10, sa présence est très irrégulière jusqu'en 1995.

- *Vibrio parahaemolyticus*, souche recensée aux trois points en septembre ; suspectée, mais non confirmée par le laboratoire de référence, aux rejet et référence en juin. Pathogènes pour l'homme, ces vibrions peuvent en effet être la cause de gastro-entérite à la suite d'ingestion de coquillages contaminés. A noter sa détection dès septembre 1983.

A ces trois vibrions, il faut en rajouter un quatrième, recensé pour la première fois devant ce site : *Vibrio vulnificus*, détecté en avril au point référence, puis en juin et septembre au point rejet. Aux Etats-Unis, ces vibrions ont été incriminés dans des décès humains liés à la consommation de coquillages (OLIVER, 1995) . En effet, il est pathogène pour l'homme (WHITESIDES, OLIVER, 1997).

La présence de *Vibrio cholerae* a été suspectée au point rejet en juin, mais le laboratoire de référence n'identifia qu'une souche de *Vibrio alginolyticus*. Rappelons que *Vibrio cholerae* avait été recensé dans le canal d'aménée en mars 1995 et que sa présence en cet endroit pouvait être le signe d'un mauvais fonctionnement de la station d'épuration, de la Centrale, dont les eaux sont rejetées dans ce canal.

Le constat de l'augmentation de la diversité des vibrions halophiles est fait dans ce secteur de la côte nord-ouest du Cotentin depuis 1992 (tableau 3.10). Le risque pour la santé humaine étant sous-jacent, il serait souhaitable d'entreprendre une étude approfondie de ce paramètre, avec des laboratoires compétents (Institut Pasteur par exemple, l'IFREMER n'étant pas compétent sur le sujet).

3.6. 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. 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. Cette concentration varie selon la charge en matière organique et la quantité d'ammoniaque dissous.

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 19 avril. Par contre, depuis le mois de mai, ces mêmes documents ne nous informent plus sur le fonctionnement journalier du système d'électrochloration.

Les échantillons réalisés en 1997 (tableau 3.11) n'ont pas permis la détection d'un seul des quatre trihalométhanes.

| Trihalométhanes 1997 | Limite de détection | Canal d'aménée | Rejet | Référence |
|--------------------------|------------------------|----------------|-------|-----------|
| 19 avril | | | | |
| Chloroforme | 1 | (/) | (/) | (/) |
| Dichloromonobrométhane | 1 | (/) | (/) | (/) |
| Dibromomonochlorométhane | 1 | (/) | (/) | (/) |
| Bromoforme | 4 | (/) | (/) | (/) |
| 30 juin | | | | |
| Chloroforme | 1 | (/) | (/) | (/) |
| Dichloromonobrométhane | 1 | (/) | (/) | (/) |
| Dibromomonochlorométhane | 1 | (/) | (/) | (/) |
| Bromoforme | 4 | (/) | (/) | (/) |
| 29 septembre | | | | |
| Chloroforme | 1 | (/) | (/) | (/) |
| Dichloromonobrométhane | 1 | (/) | (/) | (/) |
| Dibromomonochlorométhane | 1 | (/) | (/) | (/) |
| Bromoforme | 4 | (/) | (/) | (/) |

Résultats exprimés en microgrammes par litre

(/) = composé non détecté

(R) = Traces

Tableau 3.11 : Analyses des trihalométhanes en 1997 sur le site du C.N.P.E. de Flamanville

IV. LE DOMAINE BENTHIQUE

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

Luc DRÉVÈS ⁽¹⁾ (Phytobenthos et Zoobenthos)

avec la collaboration de

Jean-Dominique GAFFET ⁽²⁾

(1) IFREMER DEL/CR

(2) IFREMER DEL/EC-BB

(Cellule Etudes et Expertises Régionales)

(Département Ecologie Côtière / Laboratoire Biodiversité Benthique)

4.1. PHYTOBENTHOS INTERTIDAL

La population de *Fucus serratus* du platier de Diélette (fig. 1.7 et 4.1), située 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. Etudiée une première fois d'août 1977 à août 1978, elle est suivie 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 de la population.

4.1.1. Méthodologie

4.1.1.1. Evolution du stock

Des prélèvements réguliers sont effectués depuis septembre 1983 dans trois secteurs de référence de la population 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.

4.1.1.2. Baguages sur radiales

Sur chacune des radiales repérées, 10 points, espacés l'un de l'autre de 10 mètres, sont échantillonnés. En chaque point, 10 pieds de *Fucus serratus* sont bagués grâce à un collier numéroté de couleur blanche, serré entre le disque basal et la première dichotomie. Seuls les pieds pouvant soutenir une bague sont considérés. C'est pourquoi toute une catégorie, parmi les plus jeunes individus ayant une longueur inférieure à 20 cm, n'est pas prise en compte dans ces mesures.

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 considérées en mars 1985 dans une zone centrale où la végétation est plus dense. 286 pieds ont été bagués.

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, de 200 en mars 1994 et 1995, et enfin de 100 en mars 1996 et 1997. Le baguage systématique d'un nouveau lot d'individus chaque année depuis 1993 devrait permettre un suivi plus serré de cette population algale.

Pour chaque série de baguages, l'observation s'effectue généralement pendant deux ans, au bout desquels la population étudiée disparaît en quasi totalité.

Les problèmes d'application de cette méthodologie sur le site de Paluel ont conduit à réaliser sur cet autre site des mesures sur des individus non bagués mais repérés dans un quadrat. Afin de faciliter une éventuelle comparaison des populations de *Fucus serratus* de Paluel et de Flamanville, la méthodologie du quadrat a également été testée à partir de mars 1996 sur le platier de Diélette. Un quadrat en PVC d'un m², divisé en 25 carrés de 0,20 m x

0,20 cm (numérotés A1, A2, ..., E5) est posé sur les algues en un point fixe repéré par deux tiges (représentant une des diagonales du quadrat) enfoncées dans le substrat rocheux.

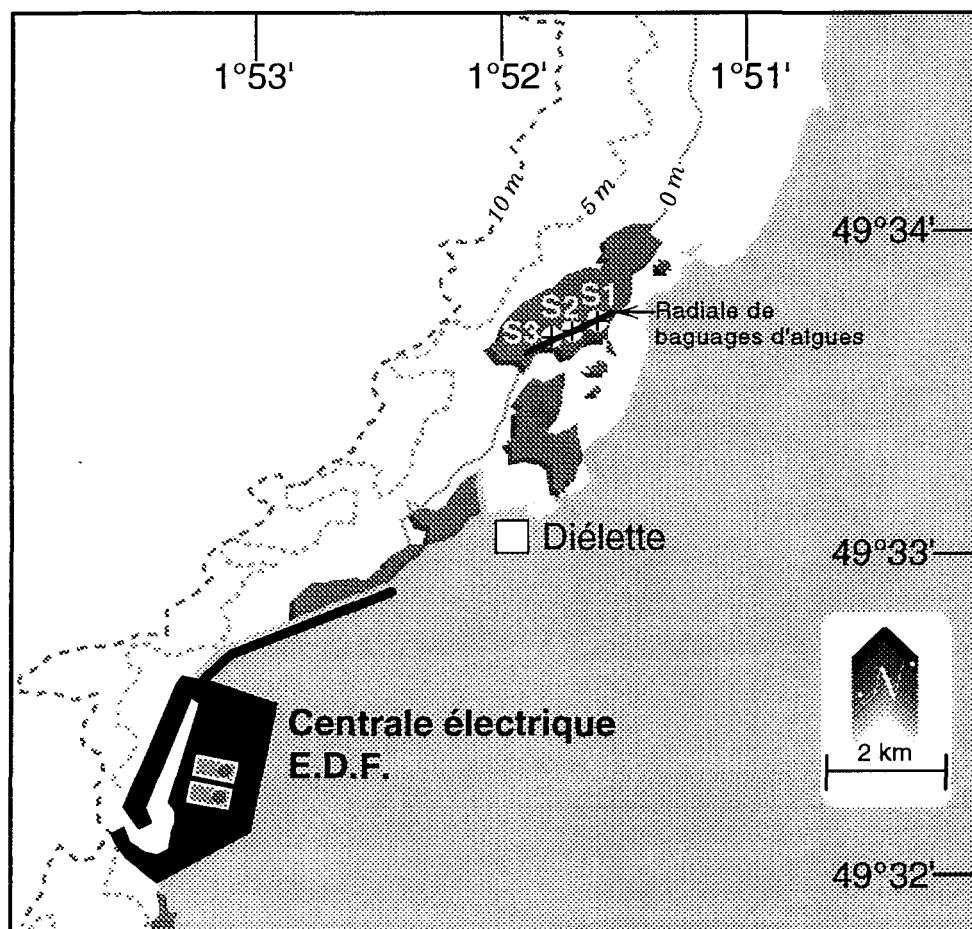


Fig. 4.1 : Flamanville - Platier de Diélette
S1, S2, S3 : Secteurs d'étude de *Fucus serratus*

4.1.1.3. 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 (\emptyset) 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.

4.1.2. Résultats

4.1.2.1. Evaluation du stock de *Fucus serratus*

Tous les résultats, présentés ci-après, sont exprimés en grammes par quart de m².

Le stock de *Fucus serratus* évalué en 1997 (Figure 4.2) se situe, en poids sec, entre 32 g (secteur 1) et 93 g (secteur 3) en mars, 74 g (secteur 1) et 337 g (secteur 2) en septembre. Le stock moyen global sur le platier peut ainsi être estimé, sur la même unité de surface, à 69 g en mars et 242 g en septembre. Ces valeurs sont inférieures aux moyennes saisonnières relevées depuis 1983, à savoir, respectivement, 132 g et 352 g.

L'accroissement de la biomasse de cette population algale est observé, ce qui est normal, entre mars et septembre dans les trois secteurs. Le phénomène est proportionnellement plus important au niveau bathymétrique médian (facteur multiplicatif de 4 entre ces deux périodes).

La comparaison de ces données avec celles déjà notées sur ce site de Diélette depuis 1983 confirme le constat de baisse du stock de cette espèce algale.

Tous secteurs confondus, les valeurs les plus importantes de poids sec sont enregistrées en début d'étude (200 à 225 g en mars 1984 et 1985 ; aux environs de 500 g 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) qu'en fin d'été (200 g). 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 légèrement supérieurs à la moyenne saisonnière estimée sur la période 1984-1996 (137 g), mais la nouvelle diminution observée en 1995 se confirme en 1996 (101 g) et 1997 (69 g).

En septembre, le stock reste constant de 1993 à 1995, avoisinant la moyenne saisonnière estimée de 1983 à 1997 (352 g²), mais décroît en 1996 (298 g) et 1997 (242 g).

Les fluctuations du stock de *Fucus serratus* sont plus régulières 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 son augmentation notée en 1993, surtout en fin d'été, puis sur sa dernière décroissance.

4.1.2.2. Dénombrement des algues baguées

Les trois lots d'algues baguées, respectivement en mars 1993, mars 1994 et mars 1995, ont pu être suivis en complément du lot bagué en 1996.

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.

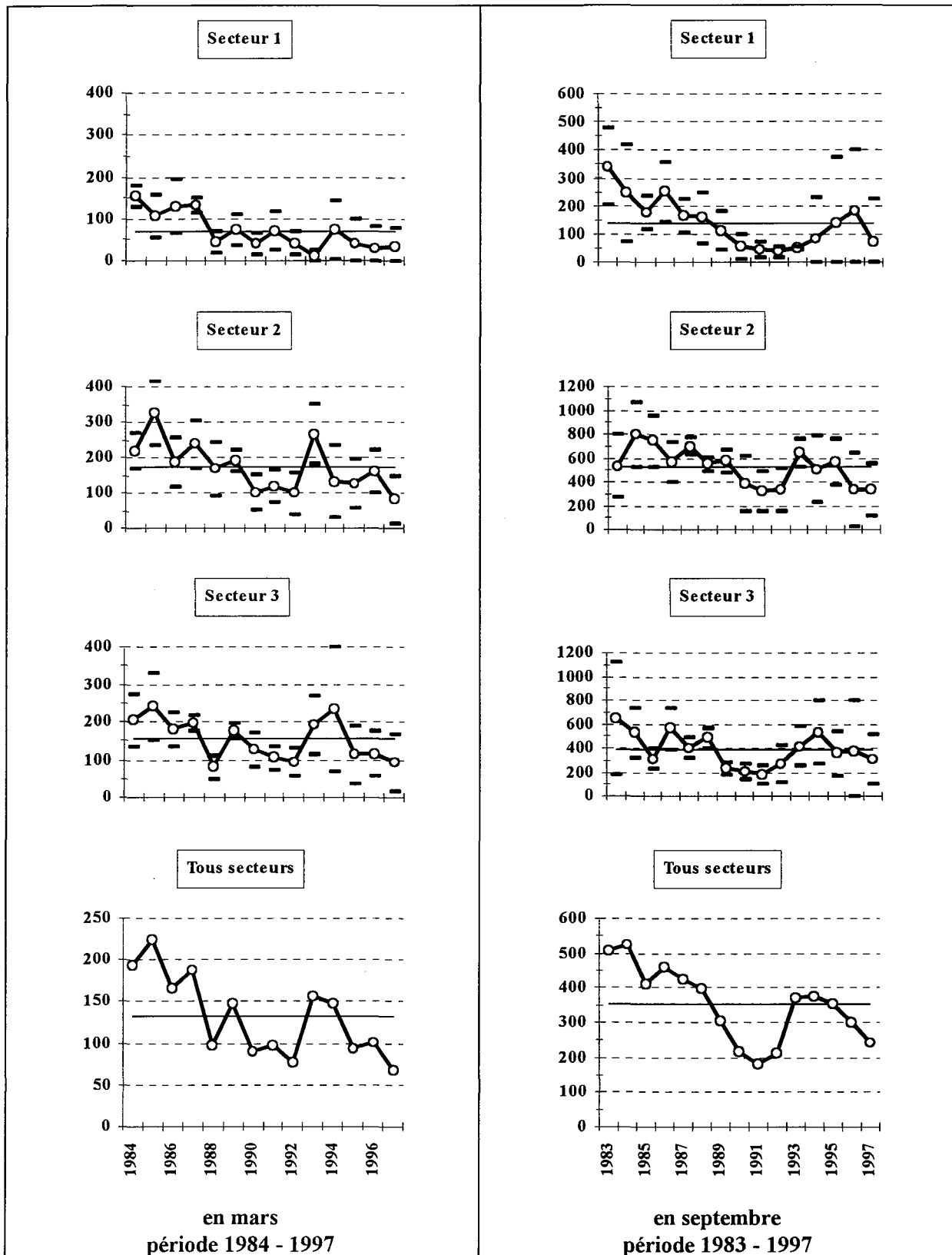


Fig. 4.2 : Evolution du poids sec de *Fucus serratus* (en g / 0,25 m²) (moyenne et écart-type, comparés au stock moyen estimé sur la totalité de la période)

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.

Le taux de dépopulation au bout des 6 premiers mois est de 49 % en 1997. Ce taux varie entre 42 % et 58 % depuis 1983, à l'exception des années 1993, 1994 et 1996 où il était plus faible (respectivement 32 %, 36 % et 26 %).

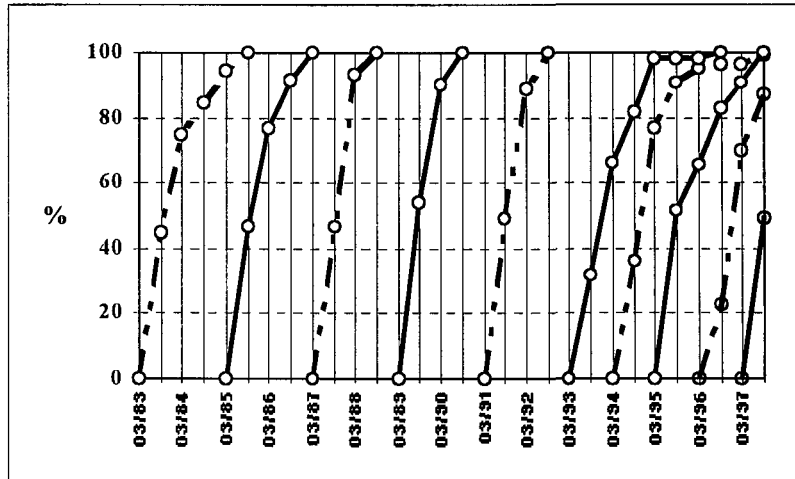


Fig. 4.3 : Dépopulation, en pourcentage, des individus bagués

4.1.2.3. Biométrie des algues baguées (Fig. 4.4)

* Longueur des thalles.

La croissance des algues se fait entre mars et septembre ; ceci explique l'augmentation de la longueur moyenne à cette période. 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.

L'observation des données de longueurs moyennes acquises depuis 1977 ne permet pas, pour l'instant, de conclure à une évolution significative 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 de 1985 à 1993 aux alentours de 5 mm.

Depuis mars 1994, le diamètre moyen des individus bagués est supérieur à la valeur moyenne obtenue sur ce site depuis 1977 (6,2 mm). Cet accroissement du diamètre moyen est à lier à celui de la longueur moyenne des thalles.

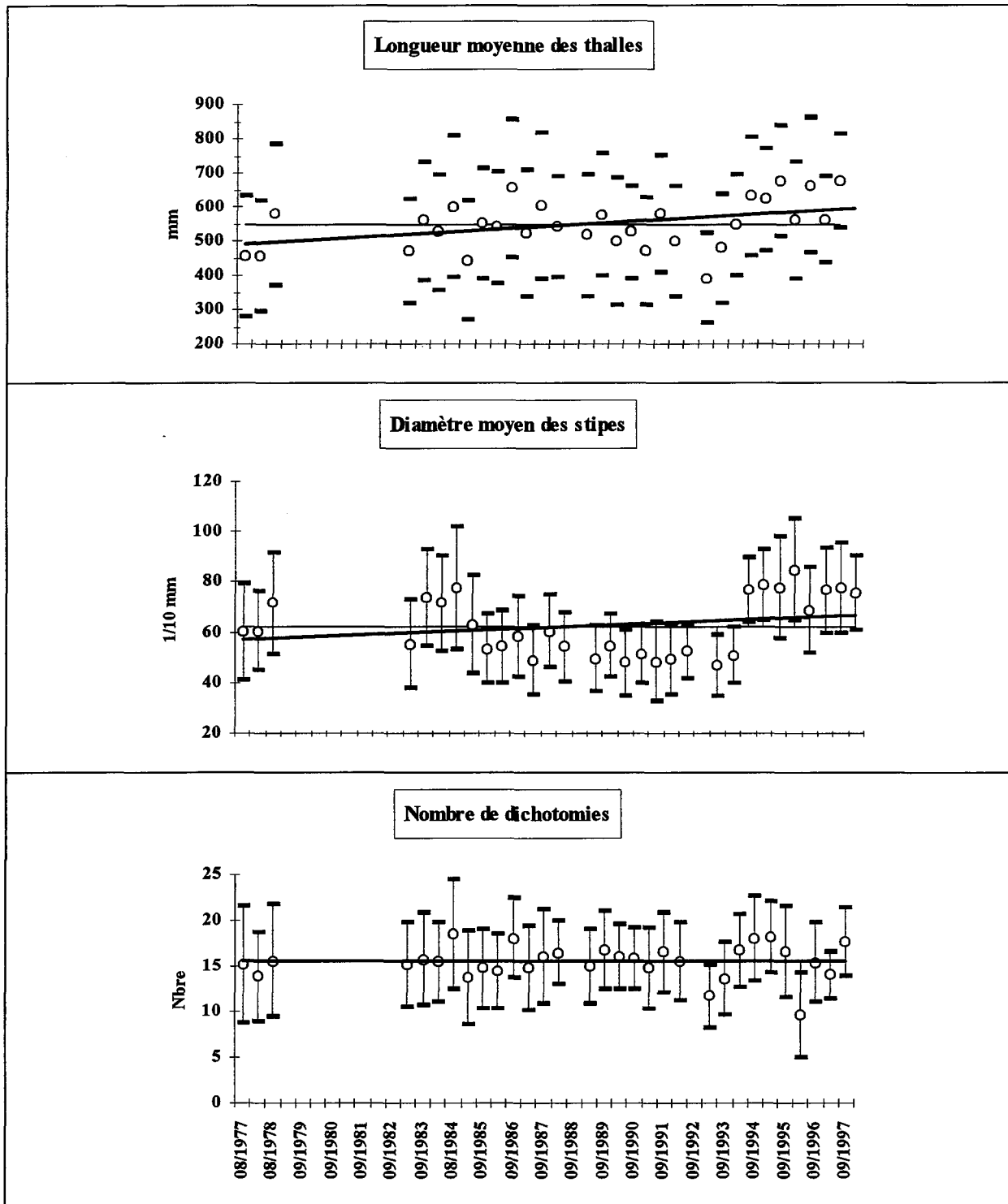


Fig. 4.4 : Evolution saisonnière des paramètres mesurés chez *Fucus serratus* à Diélette (moyenne et écart-type par rapport à la mesure moyenne estimée de 1977 à 1997, et courbe de tendance = régression linéaire)

* Nombre de dichotomies.

La jeunesse de la population baguée 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 croit régulièrement de mars 1994 (16,7) à mars 1995 (18,2). La baisse observée en septembre 1995 du nombre de dichotomies (16,6) est confirmée en mars 1996 (10,0). La valeur observée en septembre 1996 (15) est conforme à la moyenne sur ce site. Les valeurs observées en 1997 (14 et 18) n'apportent aucun commentaire particulier.

4.1.2.4. Fertilité (figure 4.5)

Le pourcentage de thalles fertiles de *Fucus serratus* au sein du lot bagué en mars 1997 est de 36 % en mars et de 70 % en septembre. Si on prend en compte également les quelques individus restant du baguage des années antérieures, ces taux sont de 39 % et de 66 %. Le taux noté en mars est faible comparé à ceux relevés de 1985 à 1994 (pour rappel, le taux notée en mars 1993 [24 %] s'expliquait par la jeunesse des individus bagués).

Les derniers lots ont fait l'objet d'une observation (non contractuelle) en juin 1995, 1996. et 1997. Le but était de vérifier le taux de fertilité printanier, période au cours de laquelle ce taux devrait théoriquement être minimal sur ce site. L'observation a porté respectivement sur 162, 157 et 103 individus. La fertilité moyenne globale en fin de printemps est de 23 % en 1995, 22 % en 1996 et 19 % en 1997.

| | Mars | | Juin | | septembre | |
|------|------|-----------|------|-----------|-----------|-----------|
| | Nbre | Fertilité | Nbre | Fertilité | Nbre | Fertilité |
| 1994 | 199 | 81 % | | | 127 | 98 % |
| | 283 | 72 % | | | 173 | 96 % |
| 1995 | 200 | 56 % | 130 | 23 % | 97 | 57 % |
| | 252 | 52 % | 162 | 23 % | 117 | 60 % |
| 1996 | 100 | 60 % | 91 | 21 % | 77 | 81 % |
| | 183 | 62 % | 157 | 22 % | 117 | 78 % |
| 1997 | 100 | 36 % | 91 | 20 % | 51 | 70 % |
| | 155 | 39 % | 103 | 19 % | 65 | 66 % |

Tableau 4.1 : Evolution du taux de fertilité de *Fucus serratus* observé au cours de l'année sur le platier de Dielette

Par colonne, le nombre à gauche ne prend en compte que les individus bagués l'année n, celui à droite prend en compte également le reste des individus bagués les années antérieures.

L'examen de l'évolution du taux de fertilité de l'espèce *Fucus serratus* du platier de Dielette en 1977-1978 et de 1983 à 1996 amène les constats suivants :

- le pourcentage moyen de pieds fertiles est de 87 % en fin de période estivale et de 61 % en fin d'hiver ;

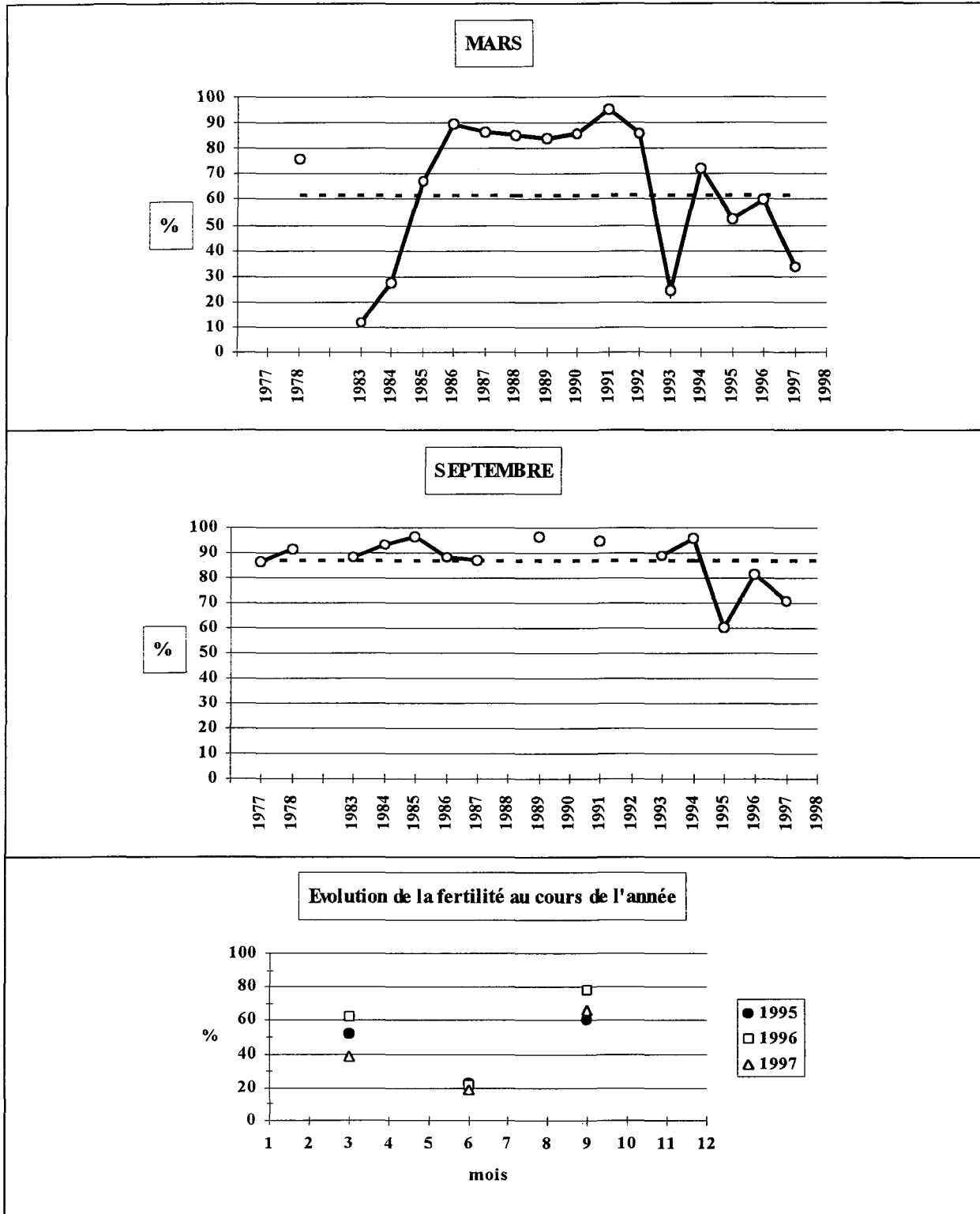


Fig. 4.5 : Evolution du pourcentage moyen de fertilité de *Fucus serratus* à Diélette

- en fin d'été, il est quasi stable, oscillant entre 80 % et 98 % depuis 1977, à l'exception seulement de 1995 (60 %) et 1997 (66 %) ;
- par contre, des variations importantes de ce taux sont notées en fin de période hivernale selon les années ; en 1978, de 1985 à 1992, en 1994 et en 1996, le taux moyen oscille entre 62 % et 95 % ; en 1983, 1984, 1993 et 1997, il varie de 12 % à 36 % ; en 1995, il est de 52 %.

Les observations faites en juin depuis 1995 permettent de préciser le cycle annuel de l'évolution de la fertilité chez l'algue *Fucus serratus* à Flamanville. Le nombre de pieds fertiles présente un maximum, supérieur ou égal à 90 %, en automne et un minimum, inférieur ou égal à 20 % en fin de printemps (figure 4.5). 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. Le faible taux noté en mars 1997 est-il lié à la précocité du printemps observée cette année là ?

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.

4.1.2.5. Résultats complémentaires de la méthodologie par quadrat d'un m²

En mars, depuis 1996, un quadrat d'un m² est positionné dans chacun des trois secteurs d'étude de l'évolution du stock de *Fucus serratus*. En septembre, période de l'année pour laquelle les résultats acquis sur les baguages sont réguliers, seul le secteur 3 est échantillonné. La qualification d'individu adulte est attribuée arbitrairement à toute algue de longueur supérieure à 15 cm.

Cette méthodologie apporte une première information sur les densités globales. Sur l'ensemble du secteur d'étude, les valeurs moyennes sont de 93 thalles par m² en mars 1996, 90 en 1997. Le secteur 1 est celui où les densités les plus fortes sont observées, respectivement 172 et 140. Elles sont de 56 et 65 pieds par m² dans le secteur 2, et de 52 et 66 dans le secteur 3. En septembre, les valeurs par m² sont, dans le secteur 3 (tableau 4.2), de 73 individus en 1996, et de 103 en 1997

Dans ces densités globales, le nombre d'individus adultes par m² n'est que de 30 en mars 1996 et 65 en mars 1997. En septembre, les densités sont respectivement de 48 et 35. Ces individus plus âgés sont, en moyenne, plus grands en 1996 qu'en 1997, tant en mars qu'en septembre. Ainsi, par exemple, la longueur moyenne passe de 56 cm à 32 cm en mars, de 58 cm à 47 cm en septembre. Le diamètre moyen diminue également entre ces deux années. Le nombre de dichotomies est par contre stable. On peut donc conclure à un rajeunissement du peuplement entre 1996 et 1997.

Une seconde information concerne le taux de fertilité. Aucun des individus de taille inférieure à 15 cm n'est fertile. Le pourcentage de thalles fertiles est ainsi de 76 % en septembre 1997 si on ne prend en compte que les individus adultes, alors qu'il n'est que de 26 % si on tient compte des densités totales. La comparaison avec les résultats obtenus sur les

individus bagués impose donc de ne considérer que les pieds adultes recensés dans les quadrats, les petits individus n'ayant jamais pu être bagués.

| Quadrat n°3 | D totale par m ² | Fertilité en % | Nbre d' «adultes» | Fertilité en % | Longueur en cm | Diamètre en mm | Nbre de dichotomies |
|----------------|--------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------------|
| mars 1996 | 52 | 36 | 43 | 43 | 56 | 7 | 15 |
| septembre 1996 | 73 | 59 | 48 | 90 | 58 | 8 | 15 |
| mars 1997 | 66 | 19 | 36 | 35 | 38 | 7 | 16 |
| juin 1997 | 70 | 5 | 34 | 10 | | | |
| septembre 1997 | 103 | 26 | 35 | 76 | 47 | 6 | 15 |

Tableau 4.2 : Résultats moyens obtenus dans le quadrat n°3

4.2. ZOOBENTHOS DES SUBSTRATS DURS INTERTIDEAUX

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 1.7 page 9) 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 un suivi de la recolonisation du substrat par les cirripèdes.

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

4.3.1. Méthodologie

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

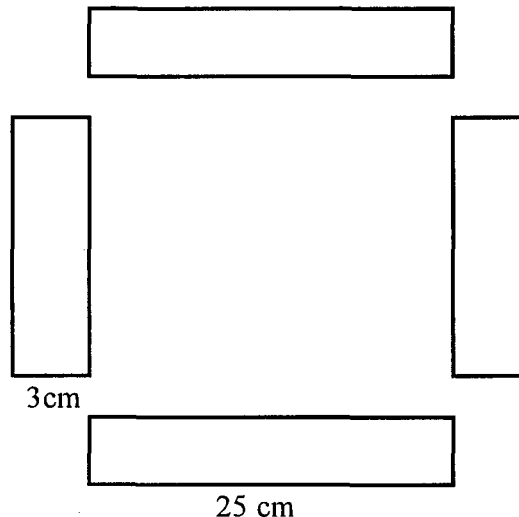
En septembre, la densité de cirripèdes est évaluée à l'aide de quadrats 0,05 m x 0,05 m (8 quadrats par point) ; le pourcentage de recouvrement du substrat par ces crustacés est noté. L'échantillonnage est stratifié pour tenir compte de l'hétérogénéité de colonisation (zone à forte densité, faible densité, absence totale de cirripèdes), phénomène constaté essentiellement aux

limites de la ceinture. Des échantillons de substrat sont rapportés au laboratoire pour l'évaluation des pourcentages des différentes espèces.

Les densités des principales espèces accompagnatrices sont évaluées à chaque point à partir d'une surface unitaire de $1/16 \text{ m}^2$ (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, Quédoy et Diélette 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.



4.3.2. Résultats

4.3.2.1. Etude de recolonisation par les cirripèdes

Les premiers résultats sont présentés à la figure 4.6, qui 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 Quédoy 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.

Les 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.

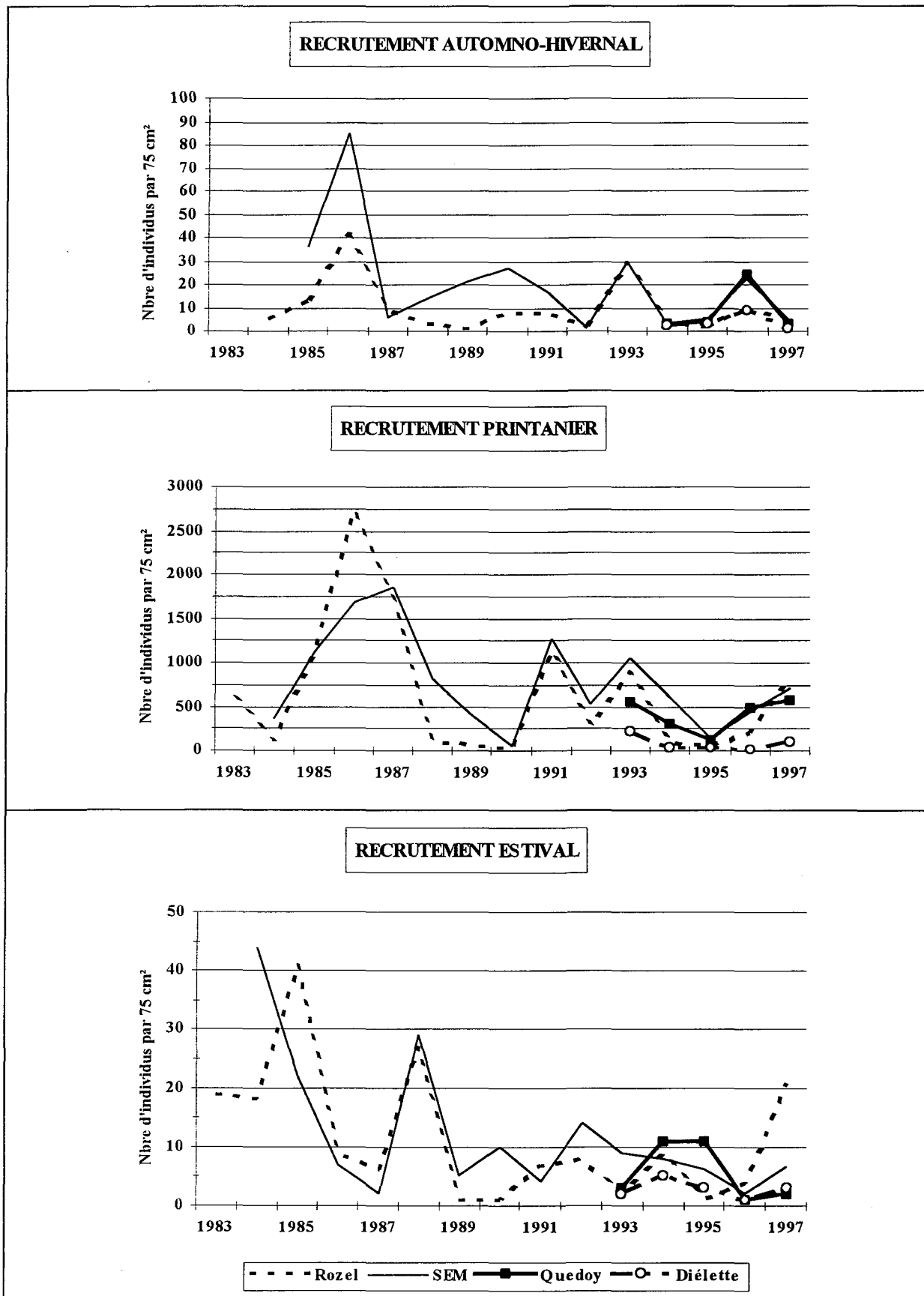


Fig. 4.6 : Recrutement saisonnier des crustacés cirripèdes intertidaux aux abords de Flamanville

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 1983-1996 ; de 1 à 50 individus par 75 cm²) qu'automno-hivernale (2 % ; de 1 à 90 individus par 75 cm²). Notons que le recrutement estival concerne quasi exclusivement *Elminius modestus*.

Les comptages réalisés en mars 1997 sur les séries de quadrats de 75 cm² (3 cm x 25 cm) nous ont permis :

- de quantifier le recrutement automno-hivernal (faible) par comptage des quelques individus adultes fixés en septembre ou octobre 1996 ;
- de constater la **précocité du recrutement printanier 1997** par l'observation de nombreux *cypris* et, surtout, de nombreux jeunes individus déjà métamorphosés.

| Comptages réalisés les 7 et 8 mars 1997 | Rozel | Sémaphore | Quedoy | Diélette |
|--|-----------|-----------|----------|----------|
| Automno-hivernal | 5 ± 3 | 5 ± 4 | 3 ± 2 | 1 ± 1 |
| Printanier | 661 ± 253 | 312 ± 135 | 241 ± 81 | 83 ± 37 |

Tableau 4.3 : Nombre de cirripèdes métamorphosés par 75 cm² en mars 1997

Cette dernière observation surprend, tant par la précocité du phénomène, que par son ampleur. En effet, au regard de la température mensuelle moyenne du mois le plus froid de l'hiver (4,9 °C en janvier), la prévision du recrutement printanier observable en juin à la Pointe du Rozel le situe, en importance, entre les recrutements de 1991 et 1983. Cette prévision est atteinte dès le 7 mars ! Par rapport à une année moyenne, la précocité du recrutement 1997 peut être estimée entre 1 mois et 1,5 mois.

Les comptages réalisés le 7 juin 1997 montrent un complément du recrutement printanier plus faible au Rozel et à Diélette qu'aux deux autres points.

| | Rozel | Sémaphore | Quedoy | Diélette |
|---|------------------|------------------|------------------|-----------------|
| Comptages réalisés le 7 juin 1997 | 187 ± 80 | 397 ± 142 | 337 ± 25 | 21 ± 2 |
| Total du recrutement printanier 1997 | 848 ± 333 | 709 ± 277 | 578 ± 106 | 104 ± 39 |

Tableau 4.4 : Bilan du recrutement printanier par 75 cm² en 1997

Près de 80 % du recrutement printanier avaient déjà eu lieu à la mi-mars sur les substrats schisteux de la Pointe du Rozel et de Diélette, contre 40 à 45 % sur les blocs granitiques du Cap de Flamanville (au bas du sémaphore et dans l'anse de Quedoy).

L'importance numérique globale du recrutement printanier confirme la relation étroite entre l'importance du recrutement et la rigueur de l'hiver (température moyenne de l'air et/ou de l'eau du mois le plus froid de l'année ; figure 4.7).

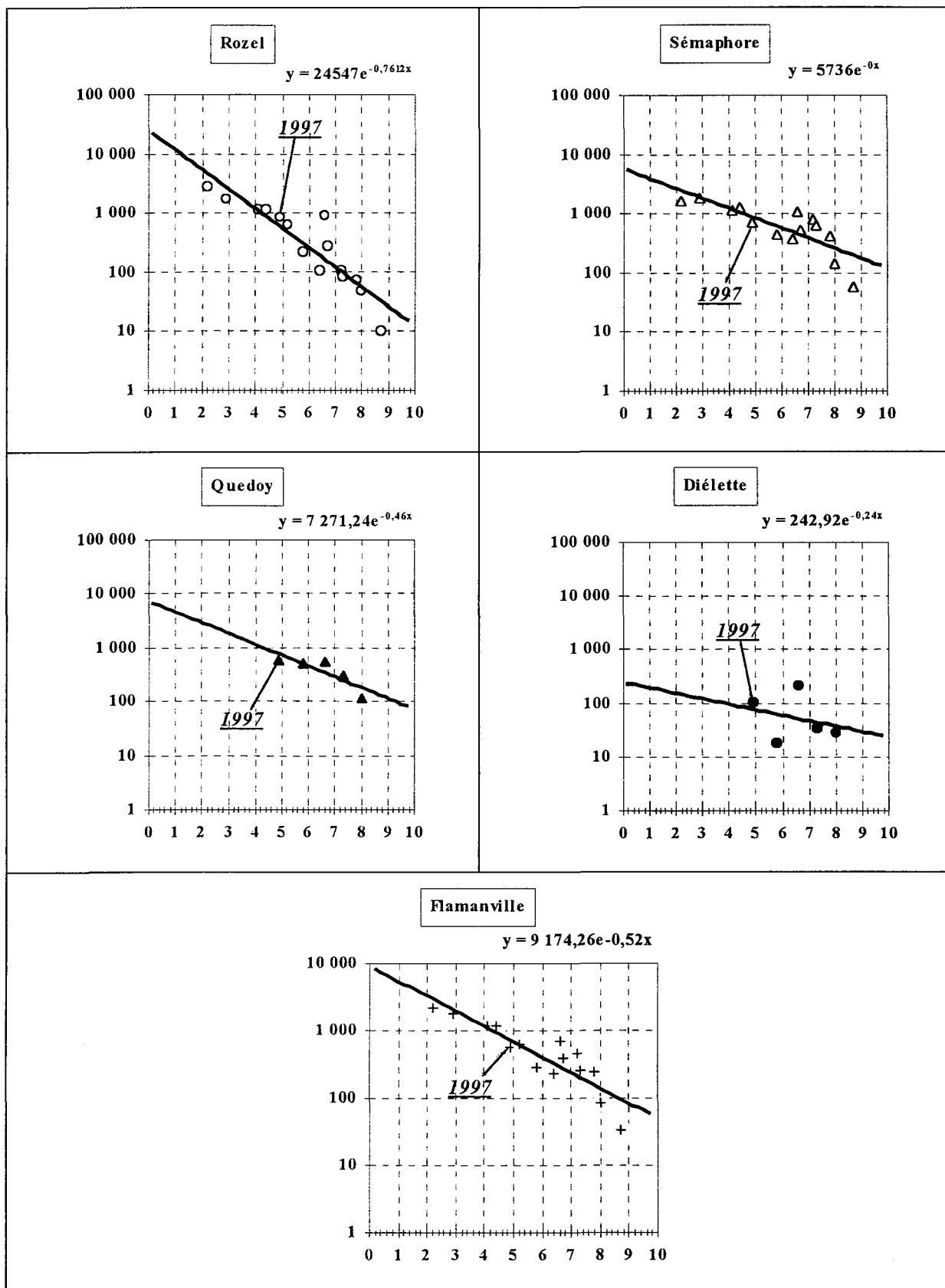


Fig. 4.7 : Recrutement printanier des crustacés cirripèdes aux abords de Flamanville (Nombre d'individus par 75 cm², exprimés en fonction de la température mensuelle moyenne de l'air du mois le plus froid de l'hiver [°C])

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

L'observation des densités de cirripèdes (tableaux 4.5 et 4.6) 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.

| Septembre 1997 | | Densité par strate | Surface occupée du substrat en % | Densité moyenne |
|----------------|----------|--------------------|----------------------------------|-----------------|
| Rozel | Point 1 | 59 300 | 95 | 56 335 |
| Rozel | Point 2 | 58 760 | 100 | 58 760 |
| Rozel | Point 3 | 52 550 | 100 | 52 550 |
| Rozel | Point 4 | 59 550 | 100 | 59 550 |
| Flamanville | Sem sup | 45 267 | 100 | 45 267 |
| Flamanville | Sem inf | 64 960 | 100 | 64 960 |
| Flamanville | Quédoy | 66 500 | 85 | 56 525 |
| Flamanville | Diélette | 53 350 | 100 | 53 350 |

Tableau 4.5 : Densités globales de cirripèdes en 1997 (Nombre d'individus par m²)

Au Rozel, à l'exception des points 1 et 4, le substrat rocheux est toujours colonisé à 100 % chaque année. En 1997, seul le point 1 n'est pas entièrement colonisé (95 %). Le point Quédoy est également partiellement colonisé cette année (85 %).

| | Rozel | Sémaphore | Quédoy | Diélette |
|------|--------|-----------|--------|----------|
| 1977 | 46 401 | | | |
| 1978 | 48 556 | | | |
| 1983 | 43 276 | 66 000 | | |
| 1984 | 28 313 | 60 100 | | |
| 1985 | 74 650 | 74 400 | | |
| 1986 | 64 455 | 75 300 | | |
| 1987 | 91 681 | 77 000 | | |
| 1988 | 46 863 | 60 000 | | |
| 1989 | 35 089 | 40 868 | | |
| 1990 | 18 240 | 26 700 | | |
| 1991 | 73 136 | 72 000 | | |
| 1992 | 38 233 | 38 000 | | |
| 1993 | 74 605 | 76 700 | 72 300 | 48 960 |
| 1994 | 43 100 | 47 200 | 38 800 | 42 000 |
| 1995 | 28 826 | 44 533 | 44 000 | 44 600 |
| 1996 | 38 219 | 44 933 | 46 050 | 36 000 |
| 1997 | 56 799 | 55 113 | 56 525 | 53 350 |

Tableau 4.6: Densités globales de cirripèdes depuis 1977 (Nombre d'individus par m²)

Les proportions des différentes espèces de cirripèdes sont calculées à chaque point. 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 recrutement du printemps 1997 supérieur à celui de l'année précédente entraîne une hausse

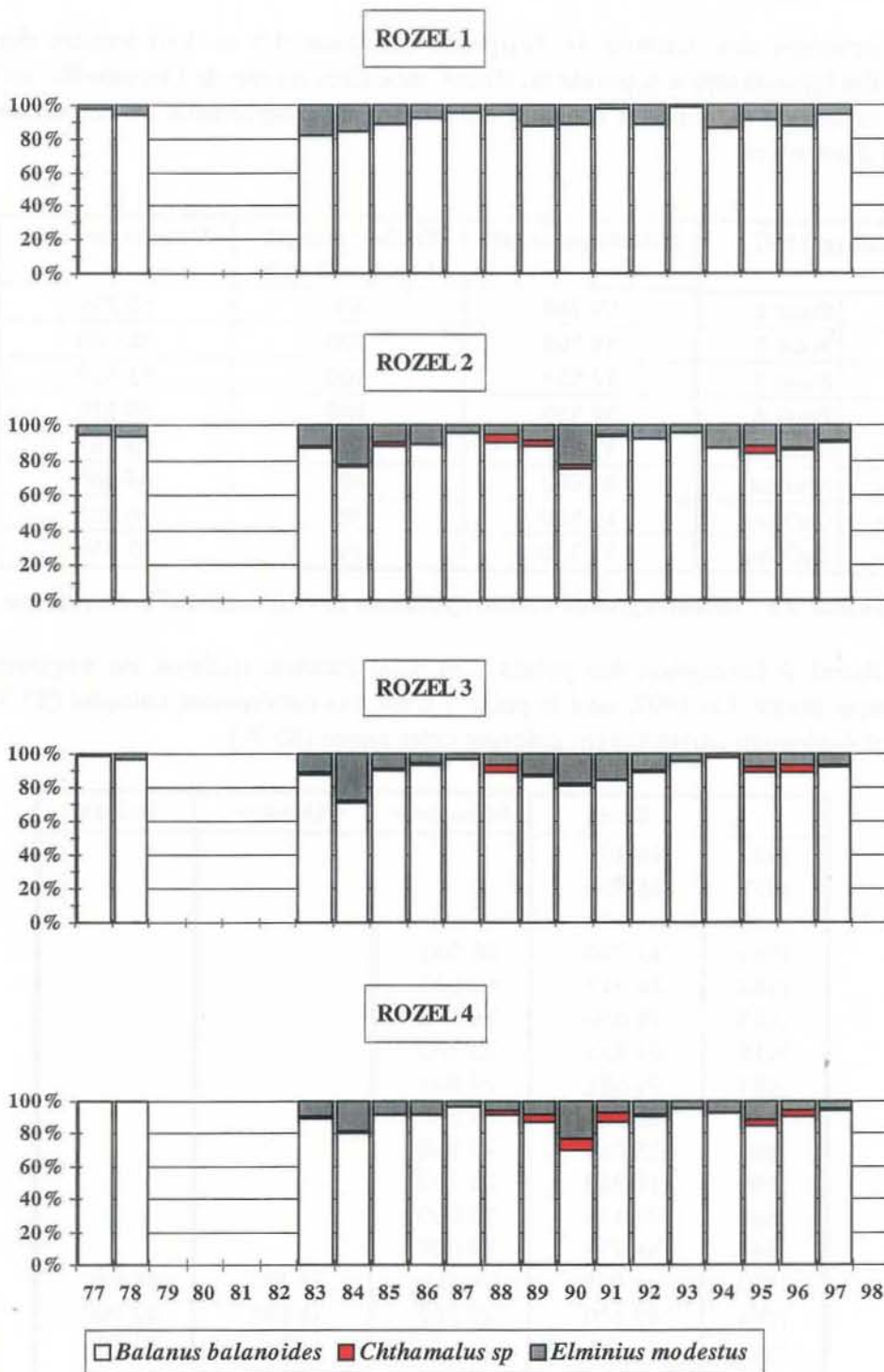


Fig. 4.8 : Evolution, en %, des quatre espèces de cirripèdes à la pointe du Rozel depuis 1977 (Les deux espèces de Chthamales ont été regroupées au niveau du genre)

des pourcentages de cette espèce. A la pointe du Rozel (figure 4.8) et à Diélette (figure 4.9), cette hausse se fait au détriment quasi exclusif d'*Elminius modestus*, alors qu'au cap de Flamanville (figure 4.9), elle affecte essentiellement les Chthamales.

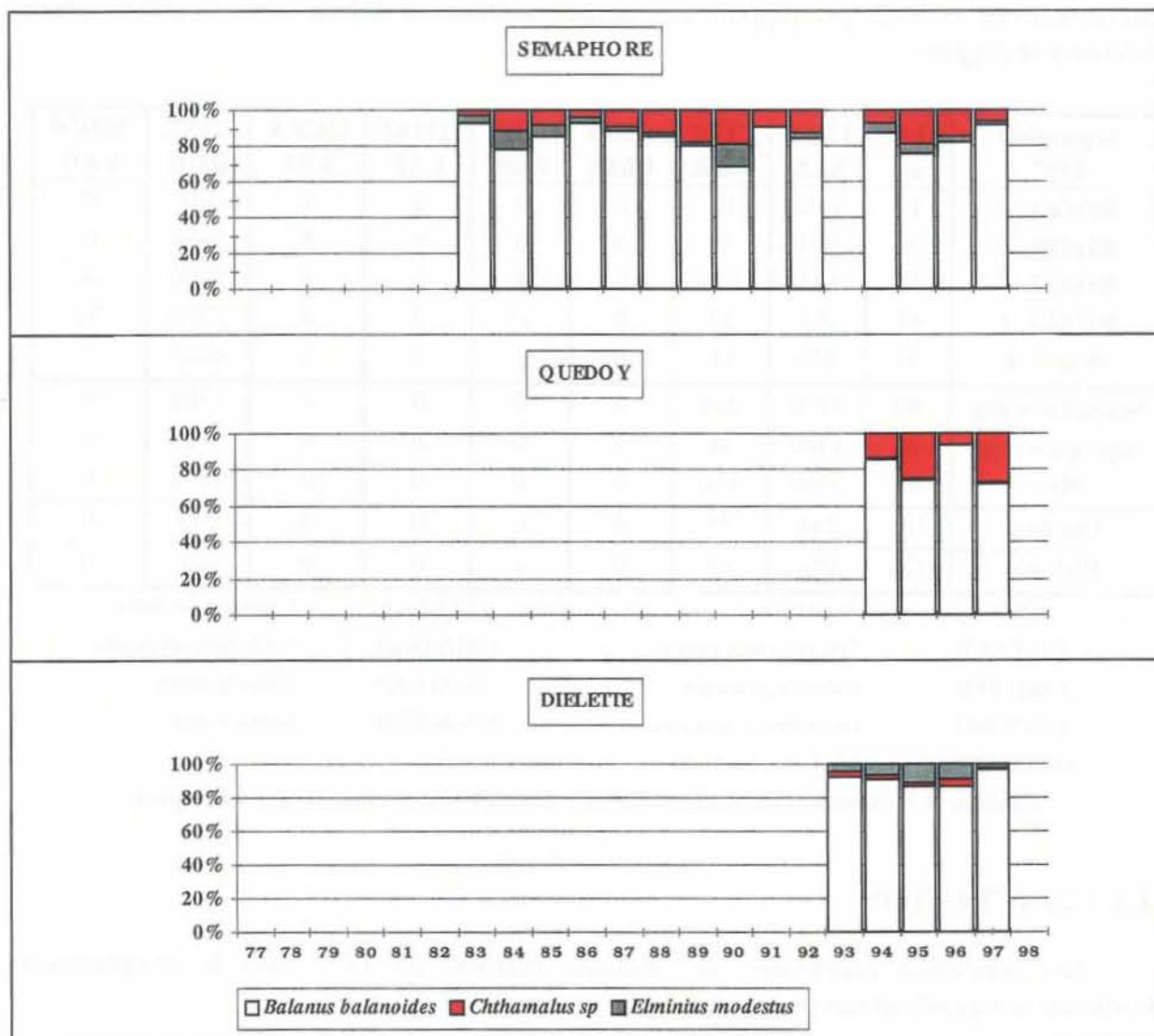


Fig. 4.9 : Evolution, en %, des quatre espèces de cirripèdes au cap de Flamanville depuis 1983
(Les deux espèces de Chthamales ont été regroupées au niveau du genre)

A l'exception du point Quedoy, aucune évolution significative dans le rapport entre ces espèces n'est détectée. A la pointe du Rozel, les variations des Chthamales, par exemple, sont dans le « bruit de fond ».

Dans l'anse de Quedoy, point le plus proche de la centrale, la série de mesures est, certes, trop récente pour tirer des conclusions. L'échantillonnage, de part la nature granitique du substrat, y est plus difficile qu'ailleurs. Toutefois, il est intéressant d'y noter l'évolution du pourcentage des Chthamales qui double entre 1994 (13 %) et 1997 (26 %), alors que dans le même laps de temps ce pourcentage régresse aux autres points.

4.3.2.3. 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 (tableau. 4.7). Selon l'espèce et le point considérés, la fluctuation des effectifs par rapport aux années antérieures diffère, sans toutefois qu'une évolution se dégage.

| Septembre 1997 | PATE sp | LITT SAX | LITT NER | GIBB UMB | GIBB PEN | THAI LAP | OCEN ERI | LASE RUB | MODI BAR |
|----------------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| ROZEL 1 | 14 | 1303 | 68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 331 | 0 |
| ROZEL 2 | 20 | 904 | 32 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3136 | 0 |
| ROZEL 3 | 16 | 848 | 120 | 0 | 8 | 0 | 4 | 5700 | 4 |
| ROZEL 4 | 44 | 704 | 52 | 0 | 12 | 0 | 0 | 7720 | 24 |
| Moy. 1-4 | 24 | 940 | 68 | 0 | 5 | 0 | 1 | 4222 | 7 |
| Sémaphore sup | 40 | 5280 | 224 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1208 | 0 |
| Sémaphore inf | 96 | 1440 | 48 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1136 | 0 |
| Moy | 68 | 3360 | 136 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1172 | 0 |
| Quédoy | 101 | 248 | 79 | 0 | 0 | 0 | 0 | 749 | 0 |
| Diélette | 128 | 956 | 12 | 0 | 4 | 0 | 0 | 60 | 0 |

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

Tableau 4.7 : Densités moyennes, par m², des différentes espèces de mollusques

4.3. CONCLUSION

Les principales conclusions des mesures réalisées en 1997 dans le compartiment benthique se rapportent aux observations :

- d'un faible taux de fertilité du peuplement de *Fucus serratus* en mars (~ 35 %), et d'une baisse générale du stock sur le platier de Diélette ;
- d'une précocité du recrutement printanier des cirripèdes intertidaux (évaluée entre 1 et 1,5 mois) ; l'importance de ce recrutement printanier est toutefois proportionnelle à la rigueur de l'hiver (température) ;
- d'une augmentation, en pourcentage, des Chthamales dans l'anse de Quédoy située à proximité immédiate de la centrale.

V. LE DOMAINE HALIEUTIQUE

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

Jocelyne MARTIN DRV / RH / NANTES

Dominique MIOSSEC DRV /RH / PORT-EN-BESSIN

avec la collaboration de :

Paul BOURRIAU DRV / RH / NANTES

Patrick GRELLIER DRV / RH / NANTES

Daniel HALGAND DRV / RH / NANTES

Ivan SCHLAICH DRV /RH / PORT-ENBESSIN

Joël VIGNEAU DRV /RH / PORT-EN-BESSIN

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

5.1. LARVES DE CRUSTACES

5.1.1. Matériel et méthodes

5.1.1.1. 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). La première mission prévue le 17 juin, reportée une première fois en raison de mauvaises conditions météorologiques, puis une seconde fois suite à un problème technique du chalutier artisanal le "Cap de Carteret", n'a pu se faire que le 1^{er} juillet ; pour la deuxième, le bateau était à nouveau immobilisé et cette fois pour une durée supérieure. C'est pourquoi sept semaines se sont écoulées entre les deux premières missions. Malgré ces ennuis, quatre missions ont été réalisées de juillet à septembre comme le prévoit le contrat.

L'échantillonnage du zooplancton et les relevés hydrologiques sont, depuis 1988, réalisés en quatre points dont la position est indiquée sur la carte 1.7 figurant à la page 8 du présent document : 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 "Référence" plus côtier et commun à l'étude du domaine pélagique). La deuxième mission réalisée dès que possible, mais ainsi par très fort coefficient (112) n'a pas permis d'effectuer de prélèvements dans le canal d'amenée et aux environs du rejet.

Dans la mesure du possible, la date des campagnes est en effet choisie en fonction des coefficients de marée les plus faibles et, au moins pour les points "Canal d'amenée" et "Rejet" très proches l'un de l'autre, les mesures sont faites aux alentours de la renverse de courant (renverse de flot qui a lieu approximativement trois heures après la pleine mer du port de Saint-Malo ; annexe 4.1).

5.1.1.2. Paramètres hydrologiques

Depuis 1984, deux paramètres seulement sont mesurés à chaque point : la température de l'eau et sa 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 50.10⁻²g.kg⁻¹ pour la salinité, exprimée en grammes par kilogramme d'eau de mer.

En raison d'un problème technique lié à la sonde au cours de la première mission, seule la température de surface a pu être mesurée à l'aide d'un thermomètre de précision.

5.1.1.3. Zooplancton

L'engin 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, nous avons utilisé un échantillonneur neustonique d'ouverture plus large et de maillage supérieur.

5.1.1.3.1. Description des échantillonneurs

Bongo grand modèle

L'échantillonneur Bongo grand modèle utilisé pour les études de sites comporte deux filets de maillage 505 μm montés sur une même armature et pêchant en même temps. Chaque filet a un diamètre d'ouverture de 0,61 m, mesure 3 m de longueur et présente une partie cylindrique à l'avant du cône de filtration terminal. A chaque embouchure du couple de filets est fixé un débitmètre (2030 "Digital Flowmeter" 10 à 500 cm.s^{-1} de General Oceanics) permettant le calcul des volumes filtrés. Un dépresseur en V de 40 kg environ assure la plongée et la stabilité de l'engin en pêche. Chaque filet se termine par un collecteur à oreilles où les organismes se rassemblent dans un volume d'environ 2 litres empêchant leur détérioration.

Neuston

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

5.1.1.3.2. Méthode d'échantillonnage

La méthodologie d'échantillonnage du Bongo s'inspire du manuel de standardisation des méthodes (JOSSI et coll., 1975) édité par le North East Fishery Center 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 69 m^3 et 395 m^3 . Les données concernant chaque traict (sonde, durée, volume filtré) sont indiquées dans l'annexe 5.1.

Le Neuston, utilisé à partir de 1983 en traict de surface, est totalement immergé depuis 1984, ceci afin d'obtenir des volumes filtrés plus réalistes (par mer agitée, même faiblement, l'immersion aux 2/3 préconisée ne pouvait être effective).

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.

Les prélèvements sont toujours effectués de jour (annexe 5.1.) ce qui s'avère important, surtout pour les prélèvements de surface.

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

5.1.1.3.3. 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.

5.1.1.3.4. Dépouillement des échantillons

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

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

5.1.1.4. 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 la partie "oeufs et larves" du domaine halieutique.

Figure 5.1.- *Homarus gammarus*, larves prélevées au *Neuston* en surface.

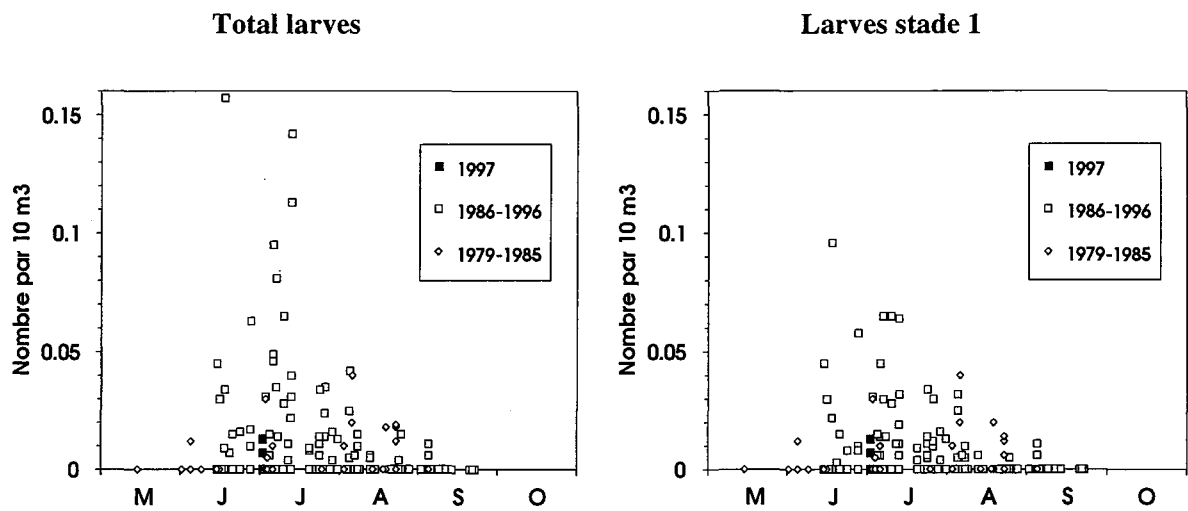


Figure 5.2.- *Homarus gammarus*, larves prélevées au *Neuston* sur toute la colonne d'eau.

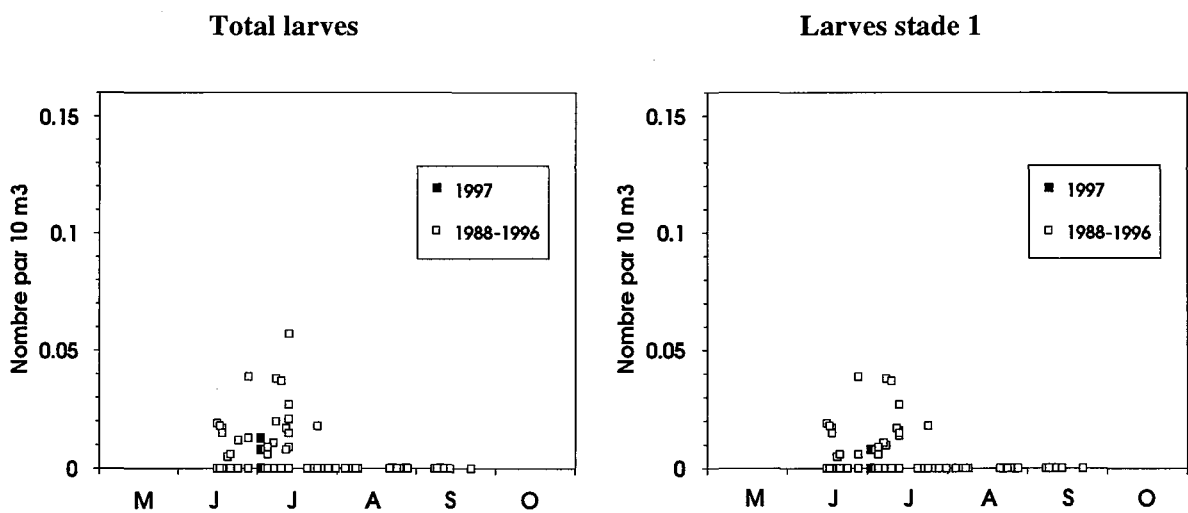
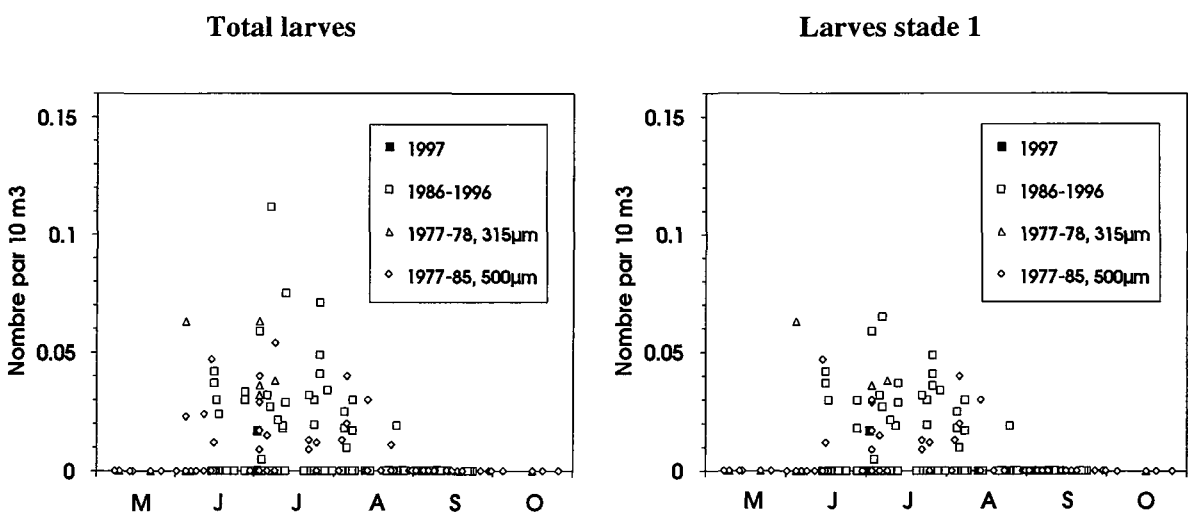


Figure 5.3.- *Homarus gammarus*, larves prélevées au *Bongo* sur toute la colonne d'eau.



5.1.2. Résultats

Les résultats des paramètres hydrologiques (température et salinité), mesurés dans le cadre de l'étude halieutique, figurent annexe 5.2.

5.1.2.1. Larves de homard, *Homarus gammarus* L. (annexe 5.3)

Les figures 5.1 à 5.3 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 5.1 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 (fig. 5.2) ou au moyen du Bongo (fig. 5.3). 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 peu de larves ont été récoltées au cours de l'été 1997 (densité maximale de l'ordre de 0,02 par 10 m³), mais, compte-tenu des dates des deux premières missions, ceci peut être lié à l'absence de prélèvement au moment du pic d'abondance.

En 1997 (fig. 5.4 à 5.6 ci-après) des larves de homard ont été récoltées lors de la première mission seulement, le 1er juillet. Les prélèvements suivants ayant été réalisés fin août, soit sept semaines plus tard, il est difficile de conclure cette année sur la date du pic d'éclosion qui a pu se produire en juin comme courant juillet sans qu'on puisse le détecter.

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

Sur un total de 5 larves récoltées au Neuston, 3 l'ont été par prélèvement de surface, avec une couverture nuageuse assez importante. Par ailleurs, 1 larve a été récoltée au Bongo.

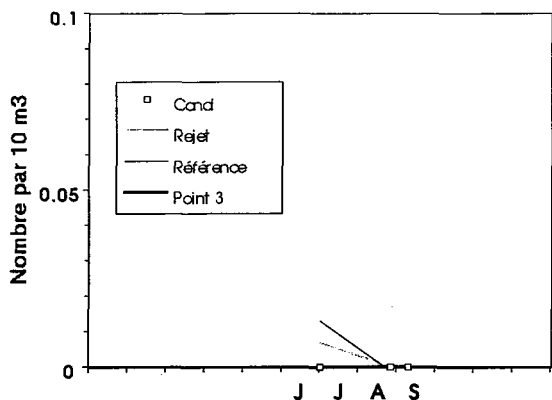


Figure 5.4.- *Homarus gammarus*, Total Larves
Prélèvement en surface au Neuston

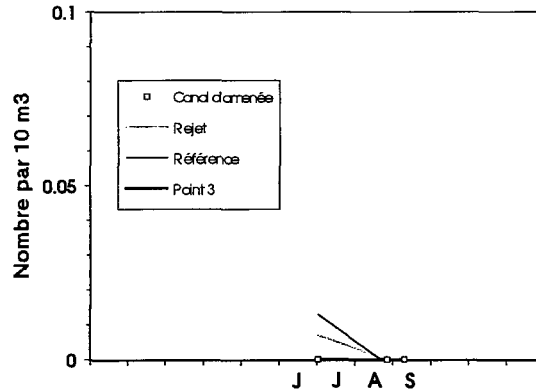


Figure 5.7.- *Homarus gammarus*, Larves stade 1
Prélèvement en surface au Neuston

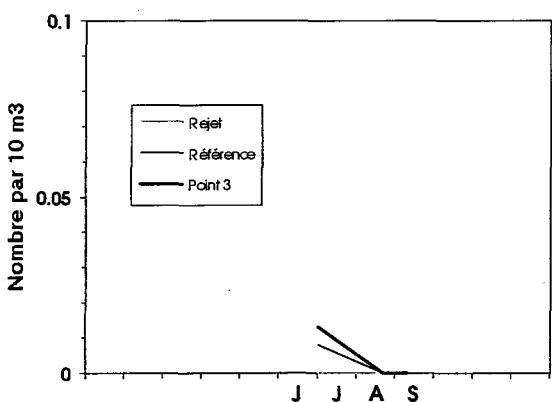


Figure 5.5.- *Homarus gammarus*, Total Larves
Prélèvement sur toute la colonne d'eau,
au Neuston

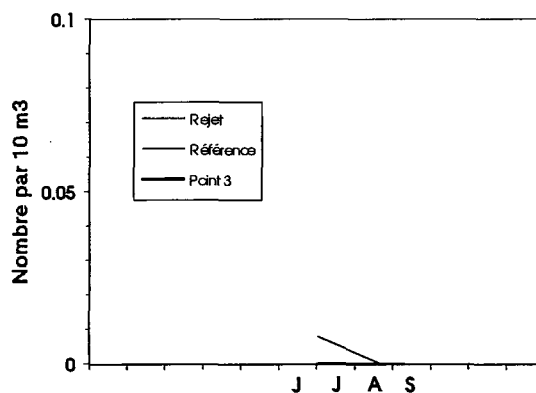


Figure 5.8.- *Homarus gammarus*, Larves stade 1
Prélèvement sur toute la colonne d'eau,
au Neuston

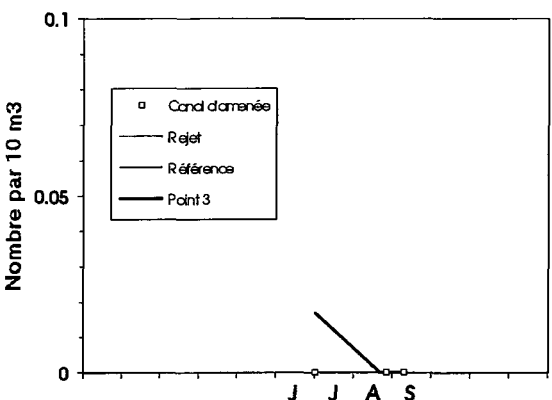


Figure 5.6.- *Homarus gammarus*, Total Larves
Prélèvement sur toute la colonne d'eau,
au Bongo

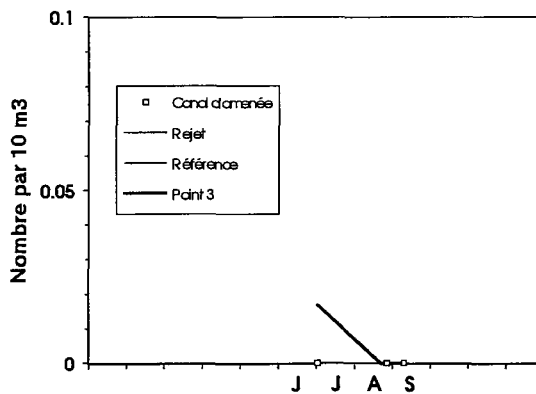


Figure 5.9.- *Homarus gammarus*, Larves stade 1
Prélèvement sur toute la colonne d'eau,
au Bongo

5.1.2.2. Larves d'araignée, *Maja squinado* Herbst (annexe 5.4)

Les récoltes réalisées au point du large (point 3), régulièrement le plus riche en zoés d'araignée et situé en dehors de la tache thermique, sont le reflet de l'influence du climat sur la période d'éclosion de cette espèce.

La mesure de la température de l'eau effectuée quotidiennement à l'entrée de la Centrale depuis sa mise en fonctionnement (mesure E.D.F. "source amont site") est une donnée précieuse pour connaître l'influence du climat sur des organismes vivants à proximité. Reflétant la moindre évolution de température, elle permet de connaître, de façon relativement précise, la quantité d'énergie reçue par les oeufs lors de l'incubation, voire même par les femelles avant la ponte ; les données ne sont pas absolues puisque la température de l'eau d'un secteur aussi peu profond que l'entrée de la Centrale est plus sensible au climat que celle du large, mais elle permet de comparer les cycles annuels avec une bonne précision.

La figure 5.10 montre, pour chaque année étudiée depuis 1986, l'évolution saisonnière des zoés d'araignée et de la température de l'eau. Par souci de clarté dans les graphes et en raison du faible nombre de mesures, nous ne reproduisons plus les températures mesurées lors de chaque mission au point 3.

On y observe des années où les zoés d'araignée au stade 1 ne sont récoltées qu'à partir de fin juillet comme 1986 et 1987 et des années plus précoces où la présence de zoés est constatée dès le mois de juin (c'est le cas en 1990, 1993 et 1995) et, plus particulièrement l'année 1989, où la densité maximale de stades 1 se situe dès le début juillet. Parallèlement à cette précocité d'éclosion des zoés, il apparaît que la quantité d'énergie reçue, matérialisée par les surfaces bleues des courbes de température, soit plus importante au cours du printemps de ces années précoces.

Le calcul plus précis du nombre de degrés-jours au cours de la période précédant l'éclosion des zoés a montré dans une première étude (MARTIN, 1993) qu'il existait une relation entre ceux-ci et la date d'apparition des zoés 1 ; parmi les périodes testées (allant toutes jusqu'au 15 juin et débutant au plus tôt le 1er avril), la période "21 avril-15 juin" était celle qui donnait le meilleur coefficient de corrélation.

Une deuxième approche plus poussée (MARTIN, 1996) a permis de mettre en évidence, par la prise en compte cette fois des températures régnant dès le début de l'année, l'existence de deux périodes sensibles, la première se situant probablement au moment de la maturation des ovaires et la deuxième au cours de l'incubation. Rappelons toutefois que les femelles araignée ne vivent pas dans le même secteur lors de la maturation, les températures mesurées à la Centrale reflètent de façon moins précise la température réellement subie à cette période.

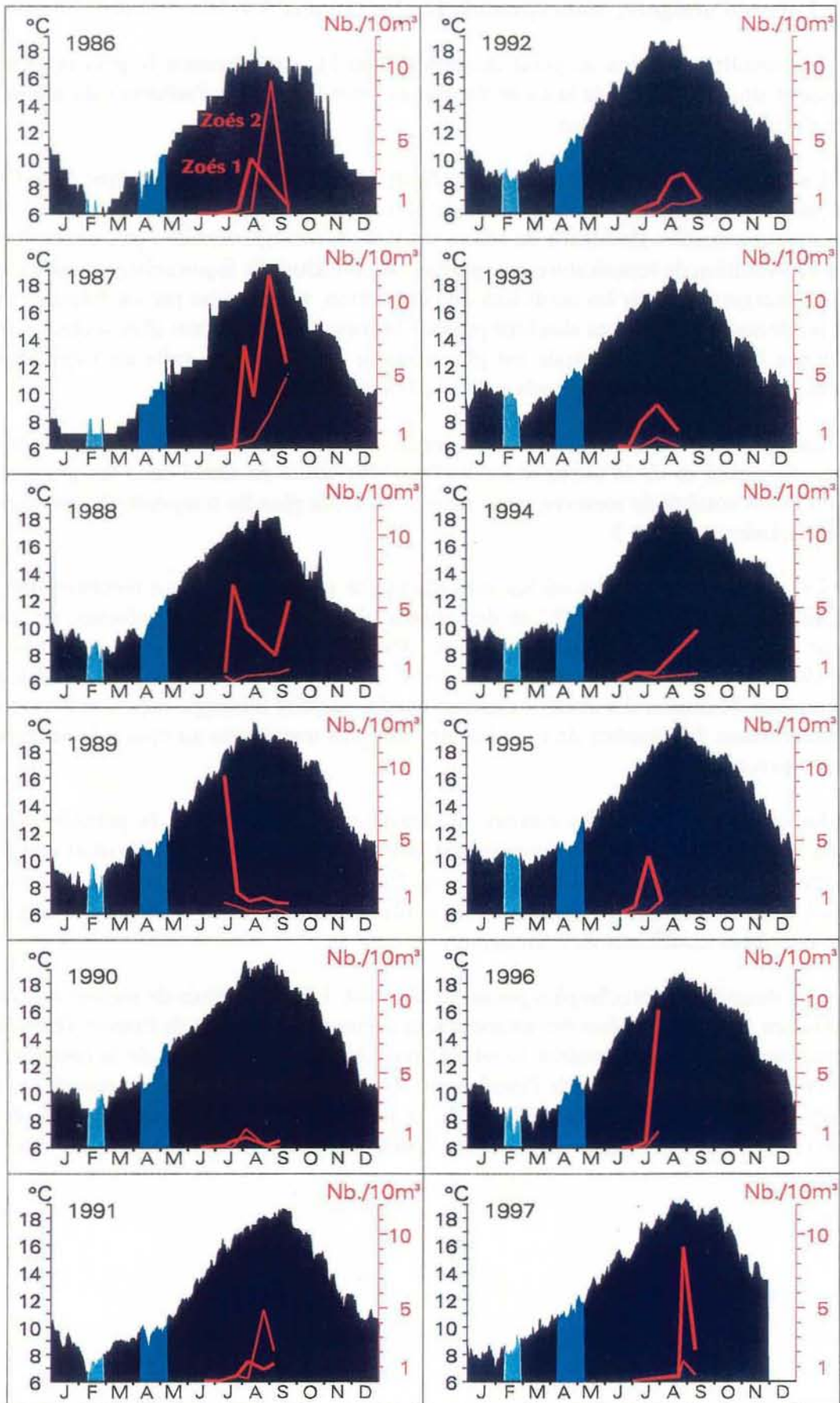


Figure 5.10.- Zoés d'araignée de mer (stades 1 et 2 en rouge, en nombre par 10 m³) récoltées au point 3 et température de l'eau (en °C, aires bleues) à l'entrée de la Centrale.

Le tableau 5.1 ci-après montre les coefficients de corrélation obtenus pour les différentes périodes testées dans le cadre de cette étude après mise à jour avec les résultats 1996 et 1997 ; notons que dorénavant les calculs sont effectués en avançant la date d'apparition des zoés en 1989 de quinze jours, ceci afin d'être plus proche de la réalité (première mission réalisée trop tard, lors du pic). Quelle que soit la longueur des périodes testées (10, 20 ou 30 jours), on constate une meilleure corrélation pour les périodes avoisinant le mois de février et celles situées vers fin avril-début mai (cases en jaune). La baisse très sensible des coefficients de corrélation pour les périodes situées entre les deux peut s'expliquer par l'existence d'une période de diapause quelques jours après la ponte chez cette espèce (WEAR, 1974), période pendant laquelle les oeufs cessent de se développer indépendamment de la température de l'eau.

| Début des périodes testées | Janvier | | | Fevrier | | | Mars | | | Avril | | | Mai | | | |
|----------------------------------|---------|------|------|---------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| | 1er | 11 | 21 | 1er | 11 | 21 | 1er | 11 | 21 | 1er | 11 | 21 | 1er | 11 | 21 | |
| Périodes allant jusqu'au 15 Juin | 0.80 | 0.82 | 0.83 | 0.83 | 0.82 | 0.80 | 0.78 | 0.80 | 0.81 | 0.80 | 0.79 | 0.76 | 0.75 | 0.71 | 0.66 | 0.62 |
| Périodes de 10 jours | 0.00 | 0.11 | 0.35 | 0.46 | 0.67 | 0.66 | 0.48 | 0.61 | 0.71 | 0.78 | 0.70 | 0.62 | 0.78 | 0.71 | 0.68 | 0.68 |
| Périodes de 20 jours | | | 0.23 | 0.60 | 0.60 | 0.62 | 0.68 | 0.68 | 0.77 | 0.77 | 0.77 | 0.77 | 0.73 | | | |
| Périodes de 30 jours | | | 0.13 | 0.66 | 0.66 | 0.63 | 0.63 | 0.72 | 0.79 | 0.79 | 0.79 | 0.78 | 0.74 | | | |
| | | | | 0.55 | 0.65 | 0.65 | 0.78 | 0.78 | 0.79 | 0.79 | 0.79 | 0.74 | | | | |

Tableau 5.1.- Coefficients de corrélation entre le nombre de degrés-jours à certaines périodes et la date d'apparition des zoés d'araignée.

La figure 5.11 qui illustre l'influence de la température de l'eau au cours des deux périodes sensibles sur la date d'apparition des zoés, montre qu'avec une quantité moyenne de chaleur reçue en février et une importante reçue du 11 avril au 10 mai, l'année 1997 se situe parmi les cinq années les plus précoces pour l'éclosion des zoés d'araignée de mer.

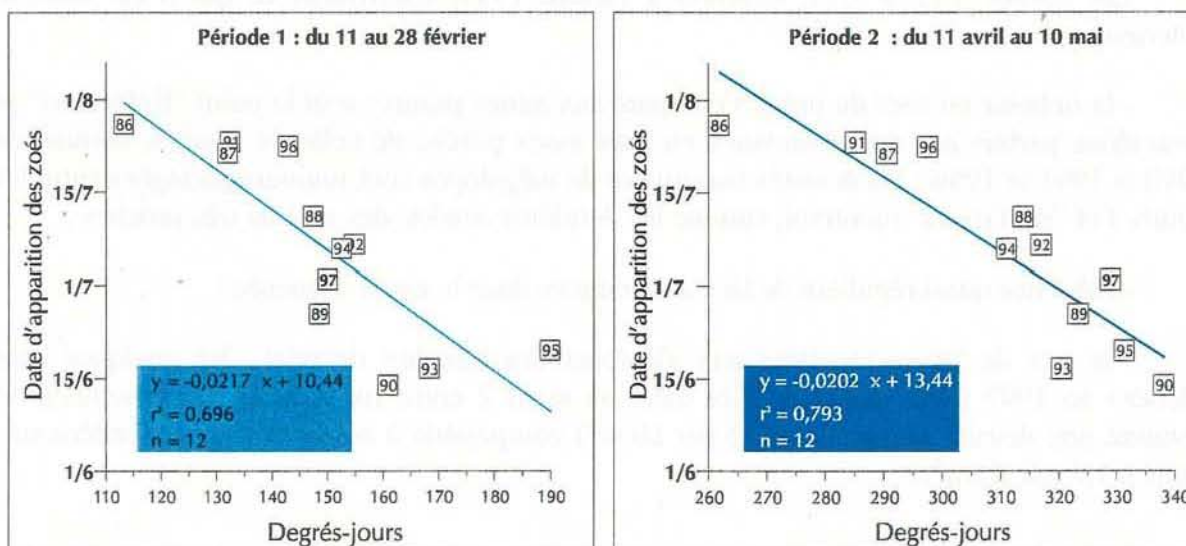


Figure 5.11.- Relation entre le nombre de degrés-jours calculé sur les deux périodes sensibles et la date d'apparition des zoés d'araignée de mer.

La courbe de variation de la densité de zoés stade 1 (fig. 5.12) montre un pic d'abondance fin août, soit plutôt tardif, mais la densité de mégalopes relevée à la même période indiquerait qu'un premier pic ait eu lieu entre la fin juillet et le début du mois d'août.

Après les années 1990-1995 d'abondance modeste, la densité maximale de zoés relevée en 1997 ($10,5$ par 10 m^3), identique à celle de 1996, rejoint celles notées de 1986 à 1989. L'année 1983 demeure toutefois exceptionnelle avec 61 zoés par 10 m^3 .

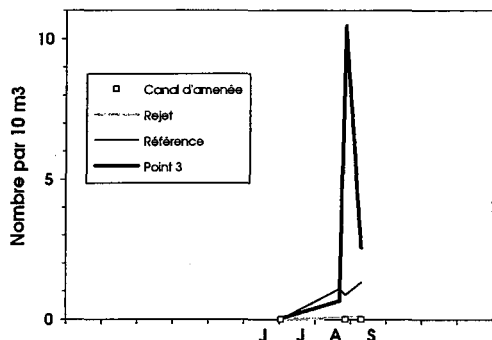


Figure 5.12.- Maja squinado, Total Zoés

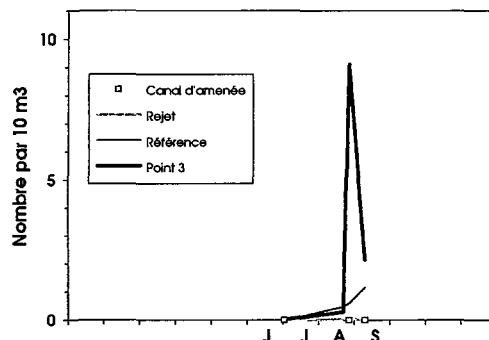


Figure 5.14.- Maja squinado, Zoés stade 1

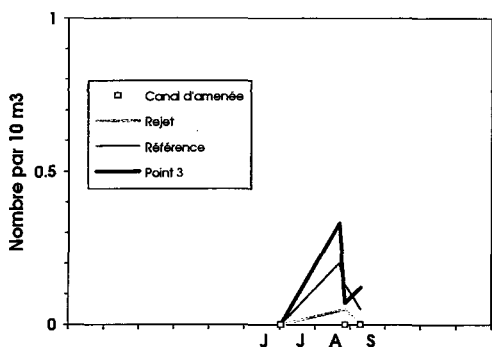


Figure 5.13.- Maja squinado, Mégalopes

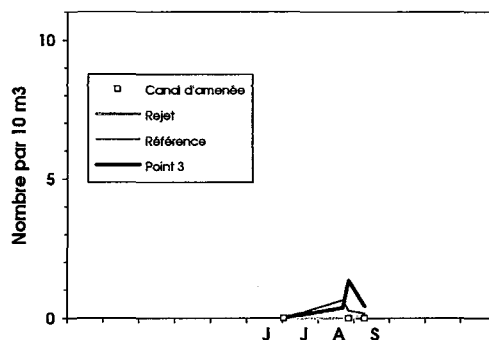


Figure 5.15.- Maja squinado, Zoés stade 2

Les figures 5.12 à 5.15, relatives à l'année 1997, confirment ce qui a été observé antérieurement :

- la richesse en zoés du point 3 comparé aux autres points ; seul le point "Référence" se caractérise parfois par une abondance en zoés assez proche de celle du point 3, comme en 1990 et 1991 et 1996 ; les densités maximales de mégalopes sont toujours partagées entre les points 3 et "Référence" montrant, comme les dernières années, des valeurs très proches ;

- l'absence quasi régulière de larves d'araignée dans le canal d'aménée ;

- le peu de larves récoltées aux alentours des bouches de rejet ; les quelques zoés pêchées en 1997 (deux au stade 1 et deux au stade 2 entre fin août et début septembre) donnent une densité maximale ($0,15$ par 10 m^3) comparable à celles des années antérieures ($0,07$ à $1,7$ par 10 m^3).

5.2. 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, mais avec une diminution du nombre de campagne.

5.2.1. Pêche professionnelle.

5.2.1.1. Flottille

En 1997, les travaux du port de Diélette (réalisation d'un bassin de plaisance à flot) ont été achevés. Sept bateaux de pêche y sont basés et pratiquent le casier, la palangre et le filet. Des bulotiers de Pirou se servent du nouveau port comme base avancée pendant l'été. Mais, le nombre global de bateaux de pêche des ports de Carteret et Goury n'a pas varié.

L'effort de pêche déployé par les caseyeurs reste concentré dans les zones du cap de Flamanville et de Carteret en marées de vives-eaux, ainsi que dans les secteurs du cap de la Hague ou des Ecrehous en marées de mortes-eaux.

5.2.1.2. 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 maximale de la flottille, environ 75 marins sont embarqués.

5.2.1.3. Production

Une extrapolation faite à partir des déclarations mensuelles de capture remplies par quelques pêcheurs donnait en 1996, pour l'ensemble du secteur Nord Cotentin, une production de 44 tonnes de homard, 147 tonnes de tourteaux et 486 tonnes d'araignée. Il semble que cette extrapolation sous-évalue les débarquements car les estimations faites en 1995 à partir des données du comité régional des pêches donnaient des chiffres plus forts : 65 tonnes de homard et 922 tonnes de tourteaux.

5.2.2. Pêches expérimentales

En 1997, les pêches expérimentales aux casiers ont été réalisées au cours des mois de juin et septembre.

5.2.2.1. Matériel et méthode

Le principe de 15 points définis dans le secteur proche du site de la Centrale a été conservé (figure 5.16).

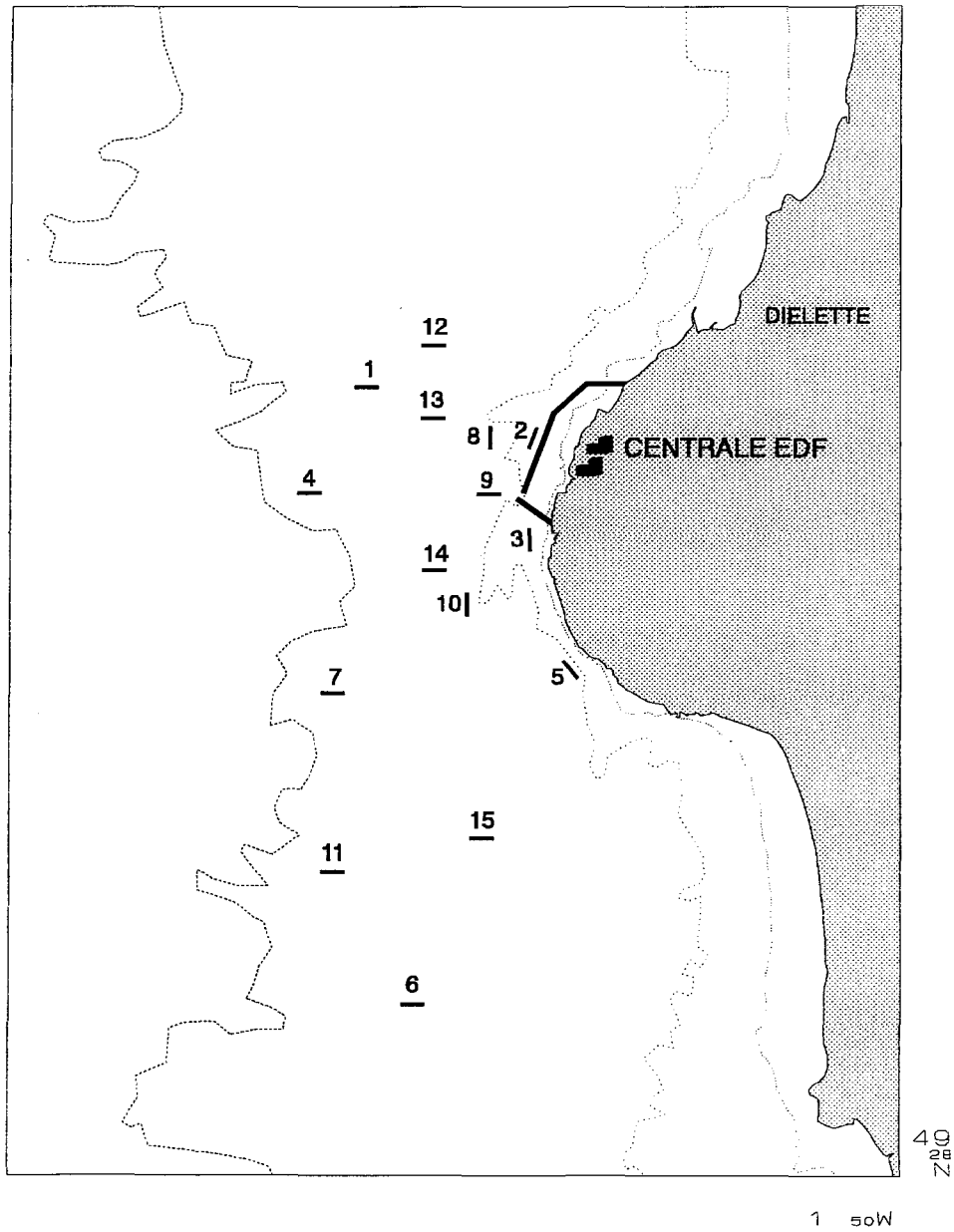


Figure 5.16 - Carte de positionnement des filières

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

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

5.2.2.1.1. 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 points | Nombre de casiers |
|-----------|------|------------------|-------------------|
| Juin | 9 | 12 | 240 |
| | 10 | 15 | 300 |
| | 11 | 15 | 300 |
| | 12 | 15 | 300 |
| Septembre | 8 | 12 | 240 |
| | 9 | 15 | 300 |
| | 10 | 15 | 300 |
| | 11 | 15 | 300 |

5.2.2.1.2. Observations réalisées

Les observations réalisées en 1997 reposent sur 2280 casiers relevés (annexe 4.9). Le nombre d'individus capturés par casier est noté pour les espèces suivantes : homard, tourteau, araignée, étrille, buccin et paguridés. 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).

5.2.2.1.3. Traitement des données

Les données recueillies sur bordereaux au cours des pêches expérimentales ont été traitées à la station de Port-en-Bessin grâce à un logiciel de gestion de base de données.

5.2.2.2. Principaux résultats

Les résultats de l'année 1997 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.

5.2.2.2.1. Homard (annexe 5.5)

- Rendements

Les rendements (nombre d'individus pêchés pour 10 casiers relevés) du mois de juin 1997 sont identiques à ceux observés en juin 1996, et ceux de septembre bien plus élevés (ils étaient faibles en septembre 96). Le rendement moyen calculé pour l'ensemble de la saison de pêche (3,1 individus pour 10 casiers) est légèrement supérieur à celui de 1996 (figure 5.17).

- Répartition des tailles

La taille moyenne des homards capturés en 1997 est de 8,5 cm (longueur céphalothoracique). C'est une valeur très proche de celles qui ont été observées les années précédentes, à l'exception de l'année 1994 où elle était plus élevée (figure 5.19).

- Poids individuel

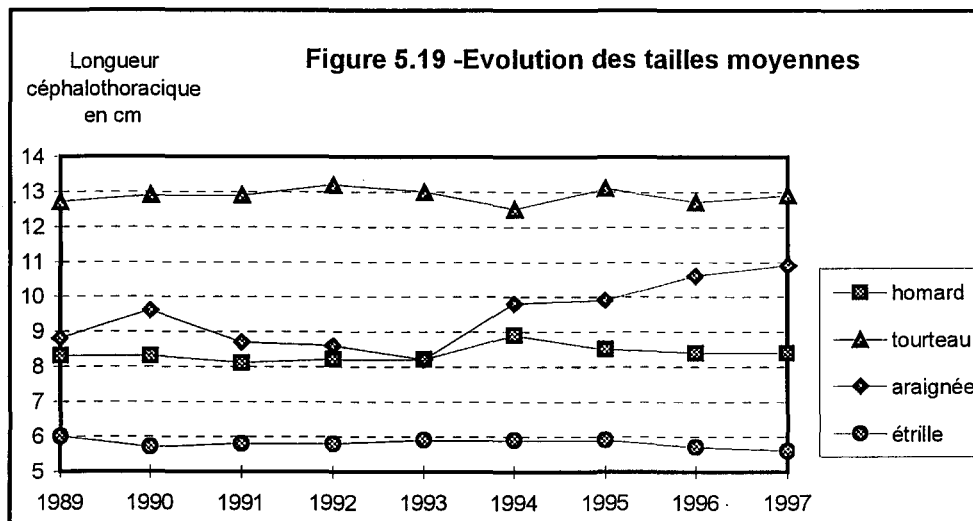
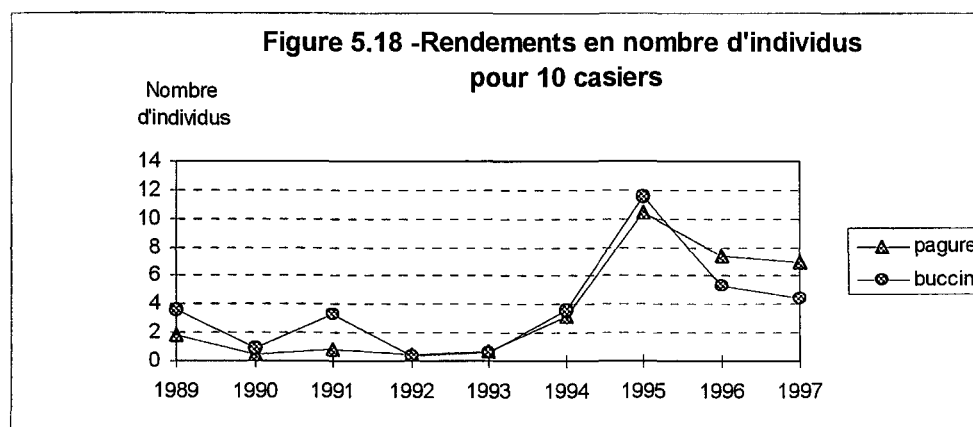
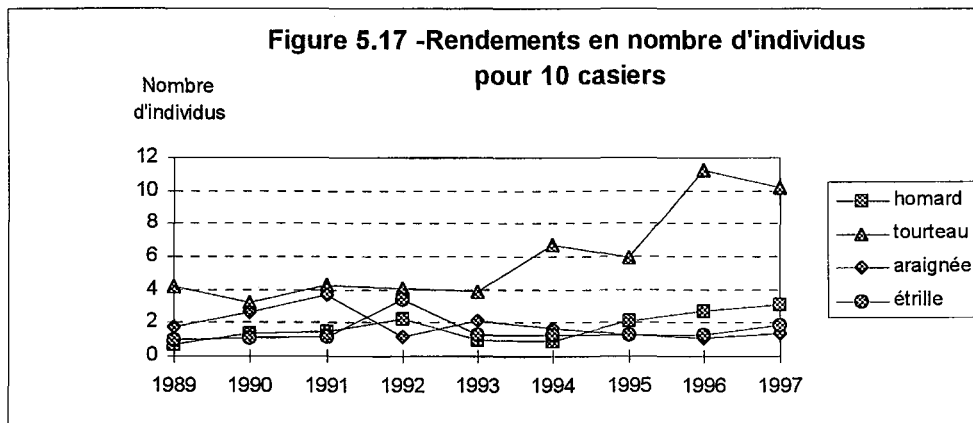
Le poids individuel est calculé à partir de la relation taille - poids élaborée en 1983 par les biologistes du Comité Régional des Pêches et Cultures marines de Bretagne (CORPECUM), du Comité Local des Pêches de Blainville, des Stations ISTPM de Roscoff et de Ouistreham, et utilisée depuis pour l'ensemble 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 $b=3,122$

Le poids moyen est en légère augmentation avec 438 g contre 414 g en 1996.



- Proportion des sexes

La moyenne annuelle du pourcentage de mâles sur le nombre total de captures est très stable d'une année sur l'autre et toujours voisine de celle observée lors des années de référence : 56 % des individus sont de sexe mâle.

5.2.2.2.2. Tourteau (annexe 5.6)

Les rendements mensuels calculés pour le tourteau sont un peu plus faibles qu'en 1996 (10 individus pour 10 casiers en juin et septembre) mais ils restent beaucoup plus élevés que lors des années de référence.

Comme fréquemment lorsque les rendements sont plus importants, la taille moyenne des individus capturés (largeur du céphalothorax) est plus faible. Elle est ainsi de 12,9 cm en 1997 contre 13,1 cm en 1995 (figures 5.17 et 5.19).

Le sex-ratio des captures est de 65 % d'individus de sexe mâle en 1997 comme en 1996.

5.2.2.2.3. Araignée (annexe 5.7)

Comme lors des années précédentes, le rendement moyen est faible en 1997 : 1,4 araignée pour 10 casiers (figure 5.17) mais les missions ont lieu avant et après la période d'abondance maximale observée lors des années de référence.

La taille moyenne des captures augmente de façon inversement proportionnelle aux rendements : les captures de nombreuses jeunes araignées immatures pendant l'été provoquaient une diminution de la taille moyenne ; or en juin et septembre, on ne capture plus que des individus adultes. En 1997, la longueur céphalothoracique moyenne des individus pêchés est de 10,9 cm (figure 5.19).

L'évolution mensuelle du rapport des sexes varie toujours dans les limites de celles déjà observées. En juin, la proportion de mâles est de 80 % et elle diminue pour atteindre 58 % en septembre.

5.2.2.2.4. Etrille (annexe 5.8)

Le rendement moyen est en augmentation par rapport aux années 1993 à 1996, soit 1,8 individu pour 10 casiers contre 1,3 individu en 1996 (figure 5.17).

La taille moyenne (5,6 cm) est légèrement plus basse que lors des années passées (figure 5.19).

Comme les années précédentes, le sex-ratio est déséquilibré en 1997 : 86 % des individus sont des mâles.

5.2.2.2.5. Buccin et Paguridés (annexe 5.9 et figure 5.18)

Les rendements de pêche sont assez élevés en 1997 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.

Cette année, les rendements annuels moyens sont de 4,4 individus pour 10 casiers pour le buccin, et de 6,9 pour les pagures, donc en baisse par rapport aux résultats antérieurs, notamment ceux exceptionnels de 1995 et dans une moindre mesure par rapport à ceux de 1996.

5.3. CONCLUSION

Comme l'illustre bien la figure 1.11 de la première partie du rapport, la particularité de l'année 1997 est la succession d'un hiver froid et d'un printemps chaud. Ceci se retrouve sur la figure 4.10 où les aires bleues représentent la température de l'eau : au mois de janvier et février l'eau a reçu une quantité de chaleur quasiment aussi peu élevée qu'en 1987, alors qu'en mars et avril la quantité reçue se situe parmi les plus importantes.

Le résultat observé sur les larves d'araignée (*Maja squinado*, HERBST) est leur apparition assez précoce, le 1^{er} juillet. Les études réalisées sur la relation entre la température de l'eau et l'apparition de ces larves (MARTIN, 1993 et 1996) montrent en effet, pour la région considérée, l'existence de deux périodes plus sensibles à la température de l'eau : la première vers le mois de février et la seconde entre fin avril et début mai.

La densité maximale observée le 26 août au point 3 (10,5 zoés par 10 m³) se rapproche des plus importantes notées depuis 1986, mais en raison du pic de mégaloopes observé à la même date et de l'absence de mission entre début juillet et mi-août il est possible que le maximum observé ne corresponde pas au pic réel d'abondance, peut-être plus précoce. Rappelons la densité exceptionnelle de 61 zoés par 10 m³ observée en 1983.

La répartition des zoés selon les points reste identique : le point 3 est toujours le plus riche, le point "Référence" est très peu riche cette année ; comme la plupart des années aucune zoé n'a été observée au niveau canal d'amenée ; aux environs des bouches de rejet les densités calculées sont toujours faibles, avec cette année une densité maximale de 0,15 par 10 m³ comprise dans la fourchette de valeurs observées jusqu'à présent (0,07 à 1,7 par 10 m³).

Les résultats concernant les larves de homard (*Homarus gammarus*, L.) ne nous permettent malheureusement pas de conclure sur leur précocité ou leur abondance cette année, les problèmes techniques rencontrés au début de l'été ayant bouleversé les dates des premières missions.

Comme depuis 1989, aucune larve de homard n'a été observée dans le canal d'amenée ; de même que certaines années, quelques larves ont été pêchées aux environs des bouches de rejet début juillet.

En 1997 les travaux du port de Diélette ont été achevés, mais n'ont pas entraîné de modification notable du nombre de bateaux de pêche basés dans ce port.

L'extrapolation des déclarations mensuelles de capture, remplies par quelques pêcheurs du Nord-Ouest Cotentin, à l'ensemble des caseyeurs du secteur donnent un tonnage de crustacés sans doute sous-évalué par rapport aux débarquements réels.

Les résultats obtenus au cours des pêches expérimentales de l'année 1997 sont :

- Captures de homard en hausse constante depuis 1994 ; le rendement de 3,1 individus pour 10 casiers est le plus élevé depuis 1980.
- Captures de tourteau importantes (presque au niveau exceptionnel de l'année 96).
- Stabilité des autres paramètres suivis.

VI. CONCLUSION

L'année 1997 a été globalement chaude et humide, comparée aux données météorologiques acquises dans le nord du Cotentin depuis 1949. L'échauffement des températures de l'air a commencé dès la mi janvier.

La température de l'eau de mer à proximité de la côte est, dans ces conditions, également légèrement supérieure à la moyenne 1986-1997 depuis le mois de mars. L'excédent thermique moyen annuel de l'eau est estimé à $0,37 \text{ }^\circ\text{C}\cdot\text{j}^{-1}$.

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. Un ou deux phénomènes particuliers sont observés, mais n'ont pas trouvé d'explication pour l'instant.

6.1 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 (pluviosité, insolation, température de l'air) et biologiques (assimilation des sels nutritifs par le phytoplancton marin).

L'étude de ces divers paramètres ne permet pas de mettre en évidence une influence des rejets liquides échauffés et chlorés de la Centrale de Flamanville 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.

L'homogénéité hydrologique du milieu est principalement due au fort brassage généré par les courants marins présents sur la zone.

La particularité de l'année 1997 est le recensement de vibrions halophiles en chacun des points de prélèvements à chaque campagne, avec, pour la première fois dans cette zone, la détection de *Vibrio vulnificus*, vibrion pathogène pour l'homme.

6.2 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.

Le stock d'algues est inférieur aux moyennes saisonnières tant en fin d'hiver qu'en fin d'été. Le stock diminue pour la deuxième année consécutive.

Le taux de fertilité observé en septembre (70 %) est conforme à celui noté en cette période de l'année depuis 1977, quoique inférieur au taux moyen noté en cette période (87 %).

Le pourcentage de thalles fertiles noté en mars (36 %) confirme bien la grande fluctuation de ce taux 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 %).

L'observation du taux de fertilité en fin de printemps depuis 1995 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 température moyenne de l'air ayant été plus froide en janvier 1997 (4,9 °C) qu'en janvier 1996 (5,8 °C), la recolonisation du substrat rocheux est de ce fait plus importante en juin 1997. La particularité de l'année 1997 réside dans l'observation du début de ce recrutement dès le début du mois de mars.

6.3 LE DOMAINE HALIEUTIQUE

Le résultat observé sur les larves d'araignée (*Maja squinado*, HERBST) est leur apparition assez précoce, le 1^{er} juillet. Les études réalisées sur la relation entre la température de l'eau et l'apparition de ces larves (MARTIN, 1993 et 1996) montrent en effet, pour la région considérée, l'existence de deux périodes plus sensibles à la température de l'eau : la première vers le mois de février et la seconde entre fin avril et début mai.

La densité maximale observée le 26 août au point 3 (10,5 zoés par 10 m³) se rapproche des plus importantes notées depuis 1986, mais en raison du pic de mégalopes observé à la même date et de l'absence de mission entre début juillet et mi-août il est possible que le maximum observé ne corresponde pas au pic réel d'abondance, peut-être plus précoce. Rappelons la densité exceptionnelle de 61 zoés par 10 m³ observée en 1983.

Les résultats concernant les larves de homard (*Homarus gammarus*, L.) ne nous permettent malheureusement pas de conclure sur leur précocité ou leur abondance cette année, les problèmes techniques rencontrés au début de l'été ayant bouleversé les dates des premières missions.

Comme depuis 1989, aucune larve de homard n'a été observée dans le canal d'amenée ; de même que certaines années, quelques larves ont été pêchées aux environs des bouches de rejet début juillet.

En 1997 les travaux du port de Dielette ont été achevés mais n'ont pas entraîné de modification notable du nombre de bateaux de pêche basés dans ce port.

Les déclarations mensuelles de capture remplies par quelques pêcheurs du Nord-Ouest Cotentin et extrapolées au nombre total de caseyeurs du secteur donnent un tonnage de crustacés sans doute sous-évalué par rapport aux débarquements réels.

Les résultats obtenus au cours des pêches expérimentales de l'année 1997 sont :

- Captures de homard en hausse constante depuis 1994 (3,1 individus pour 10 casiers soit le rendement le plus élevé depuis 1980).
- Captures de tourteau importantes (presque au niveau exceptionnel de l'année 96).
- Stabilité des autres paramètres suivis.

BIBLIOGRAPHIE

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

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

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

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

CHRETIENNOT - DINET M.J., A. SOURNIA, M.RICARD AND C. BILLARD, 1993.- A classification of the marine phytoplankton of the world from class to genus.- *Phycologia*, volume 32 (3), 159-179.

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.

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**.

MARTIN (J.), 1996.- Hatching period of the larvae of spider crab *Maja squinado* Herbst in the English Channel according to seawater temperature. Poster presented at the 2nd European Crustacean Conference, Liège (september 2-6).

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**.

OLIVER, James D. - Sao Paulo Colloque 3 ISM 27/8-10/9/1995

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.

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.

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

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.

WEAR (R.), 1974.- Incubation in british Decapod Crustacea, and the effects of temperature on the rate and success of embryonic development.- *J. mar. biol. Ass. U.K.*, 54 (3) : 745-762.

WHITESIDES M.D., OLIVER J.D., 1997. Studies on resuscitation of *Vibrio vulnificus* from the viable but nonculturable state. *Appl. Environ. Microbiol.* 63 : 1002-1005.

| Mission | Date | Coefficient marée | Point | Nuages | Sonde (m) | Engin | Heure début (T.U.) | Durée | Temps ap.P.M St.Malo | Volume (m ³) |
|-----------|-------------|-------------------|-------------------|--------|-----------|-----------|--------------------|-------|----------------------|--------------------------|
| 129 | 1er Juillet | 64 | Point 3 | 5 | 24 | Bongo 1 | 10h 20 | 5mn | 7h 22 | 354 |
| | | | | | | Bongo 2 | 10h 32 | 5mn | 7h 34 | 298 |
| | | | | | | Neuston S | 10h 42 | 13mn | 7h 44 | 1597 |
| | | | | | | Neuston W | 10h 42 | 11mn | 7h 44 | 799 |
| | | | C. Amenée (Pt 6) | 7 | 6 | Bongo 1 | 7h 50 | 2mn | 4h 52 | 100 |
| | | | | | | Bongo 2 | 7h 57 | 1mn30 | 4h 59 | 112 |
| | | | | | | Neuston S | 8h 10 | 9mn | 5h 12 | 1308 |
| | | | | | | Neuston W | 8h 10 | 9mn | 5h 12 | 1308 |
| | | | Rejet (Pt 7) | 5 | 16 | Bongo 1 | 8h 29 | 3mn | 5h 31 | 168 |
| | | | | | | Bongo 2 | 8h 35 | 3mn | 5h 37 | 170 |
| | | | | | | Neuston S | 8h 45 | 13mn | 5h 47 | 1528 |
| | | | | | | Neuston W | 8h 46 | 10mn | 5h 48 | 1116 |
| | | | Référence (Pt 11) | 5 | 20 | Bongo 1 | 9h 35 | 4mn | 6h 37 | 295 |
| | | | | | | Bongo 2 | 9h 43 | 4mn30 | 6h 45 | 292 |
| Neuston S | 9h 13 | 13mn | | | | 6h 15 | 1511 | | | |
| Neuston W | 9h 14 | 10mn | | | | 6h 16 | 1193 | | | |
| 130 | 21 Août | 112 | Point 3 | 6 | 22 | Bongo 1 | 14h 25 | 8mn | 6h 21 | 395 |
| | | | | | | Bongo 2 | 14h 37 | 3mn | 6h 33 | 234 |
| | | | | | | Neuston S | 14h 02 | 20mn | 5h 58 | 2081 |
| | | | | | | Neuston W | 14h 03 | 15mn | 5h 59 | 1491 |
| | | | Référence (Pt 11) | 7 | 20 | Bongo 1 | 12h 52 | 3mn | 4h 48 | 268 |
| | | | | | | Bongo 2 | 13h 00 | 3mn | 4h 56 | 272 |
| | | | | | | Neuston S | 13h 20 | 17mn | 5h 16 | 2145 |
| | | | | | | Neuston W | 13h 20 | 12mn | 5h 16 | 1430 |
| 131 | 26 Août | 44 | Point 3 | 4 | 26 | Bongo 1 | 17h 18 | 7mn | 5h 29 | 319 |
| | | | | | | Bongo 2 | 17h 28 | 9mn | 5h 39 | 273 |
| | | | | | | Neuston S | 17h 40 | ? | 5h 51 | 1714 |
| | | | | | | Neuston W | 17h 40 | 13mn | 5h 51 | 1310 |
| | | | C. Amenée (Pt 6) | 5 | 6 | Bongo 1 | 15h 02 | 2mn | 3h 13 | 86 |
| | | | | | | Bongo 2 | 15h 08 | 2mn | 3h 19 | 109 |
| | | | | | | Neuston S | 15h 16 | 7mn | 3h 27 | 897 |
| | | | | | | Neuston W | 15h 16 | 7mn | 3h 27 | 897 |
| | | | Rejet (Pt 7) | 5 | 16 | Bongo 1 | 15h 38 | 3mn | 3h 49 | 222 |
| | | | | | | Bongo 2 | 15h 45 | 4mn30 | 3h 56 | 232 |
| | | | | | | Neuston S | 15h 54 | 11mn | 4h 05 | 1203 |
| | | | | | | Neuston W | 15h 55 | 7mn | 4h 06 | 788 |
| | | | Référence (Pt 11) | 5 | 22 | Bongo 1 | 16h 41 | 4mn | 4h 52 | 261 |
| | | | | | | Bongo 2 | 16h 51 | 4mn | 5h 02 | 281 |
| Neuston S | 16h 17 | 17mn | | | | 4h 28 | 1629 | | | |
| Neuston W | 16h 18 | 12mn | | | | 4h 29 | 1151 | | | |
| 132 | 9 Septembre | 53 | Point 3 | 1 | 25 | Bongo 1 | 16h 20 | 7mn | 6h 39 | 387 |
| | | | | | | Bongo 2 | 16h 30 | 6mn30 | 6h 49 | 322 |
| | | | | | | Neuston S | 16h 50 | 16mn | 7h 09 | 1803 |
| | | | | | | Neuston W | 16h 50 | 12mn | 7h 09 | 1201 |
| | | | C. Amenée (Pt 6) | 7 | 6 | Bongo 1 | 14h 08 | 2mn | 4h 27 | 116 |
| | | | | | | Bongo 2 | 14h 12 | 2mn | 4h 31 | 155 |
| | | | | | | Neuston S | 14h 21 | 9mn | 4h 40 | 1028 |
| | | | | | | Neuston W | 14h 21 | 9mn | 4h 40 | 1028 |
| | | | Rejet (Pt 7) | 5 | 14 | Bongo 1 | 14h 40 | 2mn30 | 4h 59 | 69 |
| | | | | | | Bongo 2 | 14h 45 | 2mn30 | 5h 04 | 178 |
| | | | | | | Neuston S | 15h 54 | 11mn | 6h 13 | 1247 |
| | | | | | | Neuston W | 15h 55 | 9mn | 6h 14 | 809 |
| | | | Référence (Pt 11) | 3 | 22 | Bongo 1 | 15h 43 | 5mn | 6h 02 | 329 |
| | | | | | | Bongo 2 | 15h 52 | 5mn30 | 6h 11 | 309 |
| Neuston S | 15h 20 | 14mn | | | | 5h 39 | 1554 | | | |
| Neuston W | 15h 21 | 11mn | | | | 5h 40 | 1105 | | | |

Annexe 5.1.- Caractéristiques des prélèvements effectués en 1997.

| Mission | Date | Point | Température (°C) | | ΔT (°C) | | Salinité (10 ⁻³) | | Densité | |
|---------|-------------|-------------------|------------------|------|---------|------|------------------------------|-------|---------|-------|
| | | | Surface | Fond | Surface | Fond | Surface | Fond | Surface | Fond |
| 129 | 1er Juillet | Point 3 | 13,9 | | | | 35,20 | | 26,38 | |
| | | C. Amenée (Pt 6) | 14,4 | | 2,4 | | 35,14 | 35,19 | 26,23 | |
| | | Rejet (Pt 7) | 16,8 | | | | 35,06 | | 25,63 | |
| | | Référence (Pt 11) | 14,1 | | | | 35,29 | | 26,41 | |
| 130 | 21 Août | Point 3 | 17,4 | 17,4 | | | 34,98 | 35,09 | 25,43 | 25,52 |
| | | Référence (Pt 11) | 17,9 | 17,4 | | | 34,98 | 34,99 | 25,31 | 25,42 |
| 131 | 26 Août | Point 3 | 17,6 | 17,6 | | | 35,16 | 35,18 | 25,51 | 25,53 |
| | | C. Amenée (Pt 6) | 18,2 | 18,1 | 2,0 | -0,2 | 34,81 | 34,91 | 25,11 | 25,19 |
| | | Rejet (Pt 7) | 20,2 | 17,9 | | | 35,08 | | 24,79 | |
| | | Référence (Pt 11) | 17,8 | 17,7 | | | 35,05 | 35,10 | 25,38 | 25,44 |
| 132 | 9 Septembre | Point 3 | 17,6 | 17,6 | | | 35,24 | 35,28 | 25,57 | 25,61 |
| | | C. Amenée (Pt 6) | 17,9 | 17,9 | 2,0 | 0,6 | 35,01 | 35,11 | 25,33 | 25,41 |
| | | Rejet (Pt 7) | 19,9 | 18,5 | | | 35,22 | 35,15 | 24,99 | 25,28 |
| | | Référence (Pt 11) | 17,7 | 17,6 | | | 35,20 | 35,25 | 25,52 | 25,58 |

Annexe 5.2.- Résultats des mesures hydrologiques effectuées en 1997.

| Mission | Date | Point | Nuages | Engin | Total Larves | Larves Stade 1 | Larves Stade 2 | Larves Stade 3 | Larves Stade 4 |
|---------|-------------|-------------------|--------|--|-------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| 129 | 1er Juillet | Point 3 | 5 | Bongo 1 Bongo 2 Moy. Bongo Neuston S Neuston W | 0,034 0,017 0,013 | 0,034 0,017 | | | |
| | | C. Amenée (Pt 6) | 7 | Bongo 1 Bongo 2 Neuston S | | | | 0,013 | |
| | | Rejet (Pt 7) | 5 | Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W | 0,007 | 0,007 | | | |
| | | Référence (Pt 11) | 5 | Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W | 0,013 0,008 | 0,013 0,008 | | | |
| 130 | 21 Août | Point 3 | 6 | Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W | | | | | |
| | | Référence (Pt 11) | 7 | Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W | | | | | |
| 131 | 26 Août | Point 3 | 4 | Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W | | | | | |
| | | C. Amenée (Pt 6) | 5 | Bongo 1 Bongo 2 Neuston S | | | | | |
| | | Rejet (Pt 7) | 5 | Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W | | | | | |
| | | Référence (Pt 11) | 5 | Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W | | | | | |
| 132 | 9 Septembre | Point 3 | 1 | Bongo 1 | | | | | |
| | | C. Amenée (Pt 6) | 7 | Bongo 2 Neuston S Neuston W Bongo 1 Bongo 2 Neuston S | | | | | |
| | | Rejet (Pt 7) | 5 | Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W | | | | | |
| | | Référence (Pt 11) | 3 | Bongo 1 Bongo 2 Neuston S Neuston W | | | | | |

Annexe 5.3.- Densité de larves de homard en 1997 (en nombre par 10 m³).

| Mission | Date | Point | Engin | Mégaloopes | Total Zoés | Zoés stade 1 | Zoés stade 2 | |
|-------------------|-------------|--------------------------|--------------------------|----------------|--------------|--------------|--------------|------|
| 129 | 1er Juillet | Point 3 | Bongo 1 | | 0,06 | 0,03 | 0,03 | |
| | | | Bongo 2 | | | | | |
| | | | Moy. Bongo | | 0,03 | 0,02 | 0,02 | |
| | | | C. Amenée (Pt 6) | Bongo 1 | | | | |
| | | | Rejet (Pt 7) | Bongo 1 | | | | |
| 130 | 21 Août | Point 3 | Bongo 1 | 0,28 | 0,51 | 0,25 | 0,25 | |
| | | | Bongo 2 | 0,38 | 0,81 | 0,30 | 0,51 | |
| | | | Moy. Bongo | 0,33 | 0,66 | 0,28 | 0,38 | |
| | | | Référence (Pt 11) | Bongo 1 | 0,22 | 1,16 | 0,41 | 0,75 |
| | | | | Bongo 2 | 0,18 | 1,03 | 0,52 | 0,52 |
| Moy. Bongo | 0,20 | 1,10 | 0,47 | 0,64 | | | | |
| 131 | 26 Août | Point 3 | Bongo 1 | 0,06 | 9,91 | 8,34 | 1,57 | |
| | | | Bongo 2 | 0,07 | 11,01 | 9,88 | 1,13 | |
| | | | Moy. Bongo | 0,07 | 10,46 | 9,11 | 1,35 | |
| | | C. Amenée (Pt 6) | Bongo 1 | | | | | |
| | | | Bongo 2 | | | | | |
| | | | Moy. Bongo | | | | | |
| | | Rejet (Pt 7) | Bongo 1 | 0,09 | 0,13 | 0,09 | 0,04 | |
| | | | Bongo 2 | | | | | |
| | | Moy. Bongo | 0,05 | 0,07 | 0,05 | 0,02 | | |
| | | Référence (Pt 11) | Bongo 1 | 0,12 | 0,81 | 0,65 | 0,15 | |
| Bongo 2 | 0,14 | | 0,92 | 0,53 | 0,39 | | | |
| Moy. Bongo | 0,13 | | 0,87 | 0,59 | 0,27 | | | |
| 132 | 9 Septembre | Point 3 | Bongo 1 | 0,15 | 3,59 | 3,12 | 0,46 | |
| | | | Bongo 2 | 0,09 | 1,52 | 1,15 | 0,37 | |
| | | | Moy. Bongo | 0,12 | 2,56 | 2,14 | 0,42 | |
| | | C. Amenée (Pt 6) | Bongo 1 | | | | | |
| | | | Bongo 2 | | | | | |
| | | | Moy. Bongo | | | | | |
| | | Rejet (Pt 7) | Bongo 1 | | 0,15 | | 0,15 | |
| | | | Bongo 2 | | | | | |
| | | Moy. Bongo | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | | |
| | | Référence (Pt 11) | Bongo 1 | 0,03 | 1,25 | 1,06 | 0,18 | |
| Bongo 2 | 0,06 | | 1,39 | 1,26 | 0,13 | | | |
| Moy. Bongo | 0,05 | | 1,32 | 1,16 | 0,16 | | | |

Annexe 5.4.- Densité de zoés et mégaloopes d'araignée en 1997 (en nombre par 10 m³).

| JUIN | Nombre total | Nombre mâles | Nombre femelles | Nombre femelles oeuvées | Longueur céphalothoracique moyenne | Poids moyen | Sex-ratio (Pourcentage de mâles) |
|-------------------|--------------|--------------|-----------------|-------------------------|------------------------------------|--------------|----------------------------------|
| filière 1 | 19 | 8 | 11 | | 8,6 | 425 | 42% |
| filière 2 | 24 | 12 | 11 | 1 | 8,2 | 363 | 50% |
| filière 3 | 63 | 31 | 32 | | 7,9 | 340 | 49% |
| filière 4 | 18 | 13 | 4 | 1 | 9,4 | 628 | 72% |
| filière 5 | 19 | 13 | 6 | | 8,5 | 415 | 68% |
| filière 6 | 12 | 9 | 3 | | 8,4 | 424 | 75% |
| filière 7 | 20 | 11 | 8 | 1 | 10,6 | 904 | 55% |
| filière 8 | 36 | 17 | 18 | 1 | 8,4 | 406 | 47% |
| filière 9 | 21 | 11 | 8 | 2 | 8,8 | 472 | 52% |
| filière 10 | 38 | 20 | 15 | 3 | 9 | 517 | 53% |
| filière 11 | 23 | 13 | 9 | 1 | 9,2 | 556 | 57% |
| filière 12 | 26 | 13 | 13 | | 8,5 | 412 | 50% |
| filière 13 | 13 | 6 | 7 | | 8,5 | 429 | 46% |
| filière 14 | 27 | 15 | 11 | 1 | 8,7 | 458 | 56% |
| filière 15 | 28 | 8 | 17 | 3 | 8,8 | 473 | 29% |
| Sous total | 387 | 200 | 173 | 14 | 8,7 | 464 g | 52% |
| SEPTEMBR | Nombre total | Nombre mâles | Nombre femelles | Nombre femelles oeuvées | Longueur céphalothoracique moyenne | Poids moyen | Sex-ratio (Pourcentage de mâles) |
| filière 1 | 9 | 7 | 2 | | 8,4 | 404 | 78% |
| filière 2 | 30 | 19 | 11 | | 8,2 | 380 | 63% |
| filière 3 | 65 | 40 | 25 | | 8,1 | 356 | 62% |
| filière 4 | 4 | 4 | | | 9 | 533 | 100% |
| filière 5 | 70 | 43 | 27 | | 8,1 | 362 | 61% |
| filière 6 | 4 | 2 | 2 | | 8,5 | 413 | 50% |
| filière 7 | 12 | 8 | 4 | | 8,7 | 465 | 67% |
| filière 8 | 34 | 18 | 14 | 2 | 8,4 | 424 | 53% |
| filière 9 | 13 | 6 | 7 | | 8,8 | 489 | 46% |
| filière 10 | 32 | 16 | 16 | | 8,5 | 417 | 50% |
| filière 11 | 5 | 4 | 1 | | 8,9 | 487 | 80% |
| filière 12 | 21 | 11 | 10 | | 7,8 | 320 | 52% |
| filière 13 | 8 | 6 | | 2 | 9,5 | 611 | 75% |
| filière 14 | 13 | 9 | 4 | | 8,8 | 503 | 69% |
| filière 15 | 11 | 6 | 5 | | 9,1 | 654 | 55% |
| Sous total | 331 | 199 | 128 | 4 | 8,3 cm | 407 g | 60% |
| Total | 718 | 399 | 301 | 18 | 8,4 cm | 438 g | 56% |

Annexe 5.5 – Résultats des pêches expérimentales de homard en 1997

| JUIN | Nombre total | Nombre mâles | Nombre femelles | Nombre femelles oeuvées | Largeur céphalothoracique moyenne | Sex-ratio (Pourcentage de mâles) |
|-------------------|---------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------|--|---|
| filière 1 | 58 | 34 | 24 | | 14,4 | 59% |
| filière 2 | 54 | 33 | 21 | | 12,2 | 61% |
| filière 3 | 114 | 78 | 36 | | 11,2 | 68% |
| filière 4 | 65 | 43 | 22 | | 13,5 | 66% |
| filière 5 | 113 | 65 | 48 | | 12,6 | 58% |
| filière 6 | 18 | 16 | 2 | | 15,0 | 89% |
| filière 7 | 45 | 31 | 14 | | 15,4 | 69% |
| filière 8 | 72 | 46 | 26 | | 12,0 | 64% |
| filière 9 | 158 | 86 | 72 | | 12,6 | 54% |
| filière 10 | 65 | 39 | 26 | | 13,3 | 60% |
| filière 11 | 55 | 38 | 17 | | 14,5 | 69% |
| filière 12 | 38 | 32 | 6 | | 15,1 | 84% |
| filière 13 | 68 | 42 | 26 | | 14,1 | 62% |
| filière 14 | 177 | 102 | 75 | | 12,3 | 58% |
| filière 15 | 84 | 55 | 29 | | 13,6 | 65% |
| Sous total | 1184 | 740 | 444 | 0 | 13 cm | 63% |
| SEPTEMBR | Nombre total | Nombre mâles | Nombre femelles | Nombre femelles oeuvées | Largeur céphalothoracique moyenne | Sex-ratio (Pourcentage de mâles) |
| filière 1 | 57 | 37 | 20 | | 14,3 | 65% |
| filière 2 | 41 | 26 | 15 | | 11,1 | 63% |
| filière 3 | 69 | 51 | 18 | | 11,4 | 74% |
| filière 4 | 42 | 22 | 20 | | 14,9 | 52% |
| filière 5 | 43 | 31 | 12 | | 11,7 | 72% |
| filière 6 | 20 | 11 | 9 | | 15 | 55% |
| filière 7 | 118 | 85 | 33 | | 13,4 | 72% |
| filière 8 | 52 | 36 | 16 | | 11,6 | 69% |
| filière 9 | 130 | 90 | 40 | | 12,4 | 69% |
| filière 10 | 204 | 137 | 67 | | 12,1 | 67% |
| filière 11 | 22 | 12 | 10 | | 15,7 | 55% |
| filière 12 | 58 | 44 | 14 | | 14,3 | 76% |
| filière 13 | 72 | 46 | 26 | | 14,7 | 64% |
| filière 14 | 106 | 74 | 32 | | 13,1 | 70% |
| filière 15 | 111 | 80 | 31 | | 12 | 72% |
| Sous total | 1145 | 782 | 363 | 0 | 12,8 cm | 68% |
| Total | 2329 | 1522 | 807 | 0 | 12,9 cm | 65% |

Annexe 5.6 – Résultats des pêches expérimentales de tourteau en 1997

| JUIN | Nombre total | Nombre mâles | Nombre femelles | Nombre femelles oeuves | Longueur céphalothoracique moyenne | Pourcentage d'individus de longueur >12 cm | Sex-ratio (Pourcentage de mâles) |
|-------------------|---------------------|---------------------|------------------------|-------------------------------|---|--|---|
| filière 1 | 2 | 1 | 1 | | 9,9 | 0% | 50% |
| filière 2 | 3 | 2 | 1 | | 9,5 | 0% | 67% |
| filière 3 | 25 | 20 | 2 | 3 | 11,2 | 24% | 80% |
| filière 4 | 7 | 7 | | | 11,5 | 29% | 100% |
| filière 5 | 12 | 11 | 1 | | 11,5 | 25% | 92% |
| filière 6 | 29 | 18 | 7 | 4 | 10,5 | 14% | 62% |
| filière 7 | 7 | 6 | 1 | | 10,5 | 29% | 86% |
| filière 8 | 19 | 14 | 3 | 2 | 11,1 | 11% | 74% |
| filière 9 | 4 | 4 | | | 11,8 | 50% | 100% |
| filière 10 | 3 | 3 | | | 12 | 33% | 100% |
| filière 11 | 7 | 6 | | 1 | 11 | 29% | 86% |
| filière 12 | 4 | 3 | 1 | | 9,6 | 0% | 75% |
| filière 13 | 3 | 3 | | | 11 | 0% | 100% |
| filière 14 | 6 | 6 | | | 11,4 | 17% | 100% |
| filière 15 | 7 | 6 | | 1 | 11,5 | 43% | 86% |
| Sous total | 138 | 110 | 17 | 11 | 11 cm | 20% | 80% |
| SEPTEMBRE | Nombre total | Nombre mâles | Nombre femelles | Nombre femelles oeuves | Longueur céphalothoracique moyenne | Pourcentage d'individus de longueur >12 cm | Sex-ratio (Pourcentage de mâles) |
| filière 1 | 5 | 3 | 2 | | 11,4 | 40% | 60% |
| filière 2 | 2 | | 2 | | 9 | 0% | 0% |
| filière 3 | | | | | | | |
| filière 4 | 14 | 11 | 3 | | 9,9 | 29% | 79% |
| filière 5 | 4 | 3 | 1 | | 8,1 | 0% | 75% |
| filière 6 | 60 | 26 | 32 | 2 | 10,4 | 18% | 43% |
| filière 7 | 7 | 5 | 2 | | 12,1 | 57% | 71% |
| filière 8 | | | | | | | |
| filière 9 | 4 | 3 | 1 | | 12,4 | 50% | 75% |
| filière 10 | 4 | 3 | 1 | | 11,1 | 50% | 75% |
| filière 11 | 38 | 29 | 9 | | 11,2 | 39% | 76% |
| filière 12 | 6 | 3 | 3 | | 10,6 | 33% | 50% |
| filière 13 | 9 | 6 | 3 | | 11,1 | 33% | 67% |
| filière 14 | 9 | 6 | 3 | | 12,6 | 56% | 67% |
| filière 15 | 15 | 5 | 10 | | 10,3 | 27% | 33% |
| Sous total | 177 | 103 | 72 | 2 | 10,8 cm | 31% | 58% |
| Total | 315 | 213 | 89 | 13 | 10,9 cm | 26% | 68% |

Annexe 5.7 – Résultats des pêches expérimentales d'araignée en 1997

| JUIN | Nombre total | Nombre mâles | Nombre femelles | Nombre femelles oeuvées | Longueur céphalothoracique moyenne | Pourcentage d'individus mous | Sex-ratio (Pourcentage de mâles) |
|-------------------|---------------------|---------------------|------------------------|--------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| filière 1 | 15 | 15 | | | 5,4 | 20% | 100% |
| filière 2 | 19 | 15 | 2 | 2 | 5,9 | 47% | 79% |
| filière 3 | 54 | 52 | 2 | | 5,5 | 54% | 96% |
| filière 4 | 7 | 6 | 1 | | 5,6 | 29% | 86% |
| filière 5 | 8 | 7 | | 1 | 5,5 | 50% | 88% |
| filière 6 | 2 | 1 | 1 | | 5,3 | 0% | 50% |
| filière 7 | 3 | 1 | 2 | | 5,6 | 0% | 33% |
| filière 8 | 19 | 15 | 2 | 2 | 5,8 | 42% | 79% |
| filière 9 | 18 | 13 | 5 | | 5,7 | 28% | 72% |
| filière 10 | 6 | 2 | 2 | 2 | 5,6 | 17% | 33% |
| filière 11 | 12 | 6 | 5 | 1 | 5,4 | 42% | 50% |
| filière 12 | 5 | 5 | | | 5,6 | 60% | 100% |
| filière 13 | 5 | 5 | | | 5,6 | 20% | 100% |
| filière 14 | 14 | 12 | 2 | | 5,4 | 21% | 86% |
| filière 15 | | | | | | | |
| Sous total | 187 | 155 | 24 | 8 | 5,6 cm | 39% | 83% |
| SEPTEMBR | Nombre total | Nombre mâles | Nombre femelles | Nombre femelles oeuvées | Largeur céphalothoracique moyenne | Pourcentage d'individus mous | Sex-ratio (Pourcentage de mâles) |
| filière 1 | 13 | 11 | 2 | | 5,5 | 8% | 85% |
| filière 2 | 35 | 32 | 3 | | 5,7 | 0% | 91% |
| filière 3 | 43 | 40 | 3 | | 5,6 | 0% | 93% |
| filière 4 | 5 | 4 | 1 | | 5,8 | 0% | 80% |
| filière 5 | 13 | 12 | 1 | | 5,7 | 0% | 92% |
| filière 6 | 4 | 3 | 1 | | 5,4 | 0% | 75% |
| filière 7 | | | | | | | |
| filière 8 | 42 | 32 | 10 | | 5,9 | 0% | 76% |
| filière 9 | 18 | 17 | 1 | | 5,7 | 0% | 94% |
| filière 10 | 19 | 16 | 3 | | 5,8 | 0% | 84% |
| filière 11 | | | | | | | |
| filière 12 | 9 | 9 | | | 5,7 | 0% | 100% |
| filière 13 | 3 | 3 | | | 5,5 | 33% | 100% |
| filière 14 | 5 | 4 | 1 | | 5,6 | 0% | 80% |
| filière 15 | 9 | 9 | | | 5,5 | 0% | 100% |
| Sous total | 218 | 192 | 26 | 0 | 5,7 cm | 1% | 88% |
| Total | 405 | 347 | 50 | 8 | 5,6 cm | 19% | 86% |

Annexe 5.8 – Résultats des pêches expérimentales d'étrille en 1997

| | Nombre de casiers relevés | | | Nombre de buccins pêchés | | | Nombre de pagures pêchés | | |
|--------------|---------------------------|-------------|-------------|--------------------------|------------|-------------|--------------------------|------------|-------------|
| | Juin | Septembre | Total | Juin | Septembre | Total | Juin | Septembre | Total |
| filière 1 | 60 | 80 | 140 | 0 | 0 | 0 | 5 | 15 | 20 |
| filière 2 | 80 | 80 | 160 | 3 | 0 | 3 | 18 | 3 | 21 |
| filière 3 | 80 | 80 | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| filière 4 | 80 | 80 | 160 | 20 | 15 | 35 | 73 | 154 | 227 |
| filière 5 | 80 | 80 | 160 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| filière 6 | 80 | 60 | 140 | 410 | 198 | 608 | 532 | 185 | 717 |
| filière 7 | 80 | 80 | 160 | 9 | 0 | 9 | 96 | 21 | 117 |
| filière 8 | 80 | 80 | 160 | 0 | 2 | 2 | 2 | 3 | 5 |
| filière 9 | 80 | 80 | 160 | 0 | 0 | 0 | 4 | 5 | 9 |
| filière 10 | 80 | 80 | 160 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 |
| filière 11 | 80 | 60 | 140 | 206 | 48 | 254 | 159 | 142 | 301 |
| filière 12 | 60 | 80 | 140 | 44 | 0 | 44 | 14 | 5 | 19 |
| filière 13 | 60 | 80 | 140 | 4 | 0 | 4 | 11 | 7 | 18 |
| filière 14 | 80 | 80 | 160 | 2 | 0 | 2 | 9 | 16 | 25 |
| filière 15 | 80 | 60 | 140 | 18 | 35 | 53 | 30 | 64 | 94 |
| Total | 1140 | 1140 | 2280 | 716 | 298 | 1014 | 954 | 621 | 1575 |

Annexe 5.9 – Autres résultats des pêches expérimentales en 1997

**RAPPORTS DE SURVEILLANCE DU DOMAINE MARIN CÔTIER
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.
- DREVES L. (coordinateur) *et al.* (1997) - **Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1996.** Rapp. IFREMER DEL/CR/RST/97/09, mai 1997, 108 p. + annexes.
- DREVES L. (coordinateur) *et al.* (1998) - **Surveillance écologique et halieutique du Site de Flamanville, ANNEE 1997.** Rapp. IFREMER DEL/CR/98/04, mars 1998, 112 p. + annexes.