

Rapports internes de la Direction des Ressources Vivantes
de l'IFREMER

Rapports internes de la Direction de l'Environnement et des
Recherches Océaniques de l'IFREMER

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE

SITE DE FLAMANVILLE - ANNEE 1987

Geneviève ARZUL

Evelyne ERARD-LE DENN

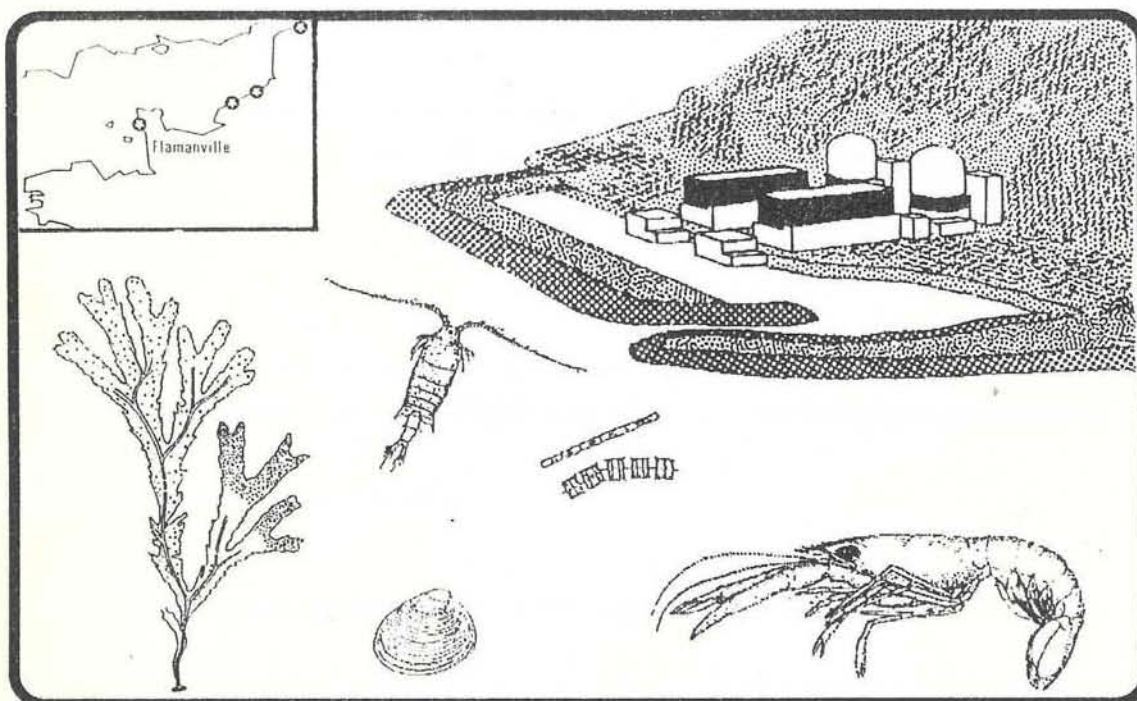
Jean-Yves QUINTIN

Jean-Yves PIRIOU

Luc DREVES

Jocelyne MARTIN

Dominique MIOSSEC



La Direction des Ressources Vivantes (DRV)
de l'Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer (IFREMER)

produit une série non-périodique de documents scientifiques et techniques

Les RAPPORTS INTERNES DE LA DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES

Cette série est destinée à permettre la diffusion en série limitée des travaux de recherche et développement réalisés par les laboratoires et stations de la Direction des Ressources Vivantes et des équipes associées dans le domaine de :

- la protection
- la conservation
- l'évaluation
- l'exploitation
- la valorisation

des ressources vivantes marines

et de l'environnement des pêches maritimes et cultures marines

La cotation des rapports RIDRV est constituée par : RIDRV-89. 001- RH/BOULOGNE

↑ ↑ ↑ ↑
Année. N°d'ordre- Département / Laboratoire d'origine

La Direction des Ressources Vivantes est constituée de 5 départements :

CSRU : CONTROLE ET SUIVI DES RESSOURCES ET DE LEUR UTILISATION

RA : RESSOURCES AQUACOLES

RH : RESSOURCES HALIEUTIQUES

SDA : STRATEGIES DE DEVELOPPEMENT ET D'AMENAGEMENT

UVP : UTILISATION ET VALORISATION DE LA RECHERCHE

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE POUR L'EXPLOITATION DE LA MER

Adresse : IFREMER
 Centre de Nantes
 Rue de l'île d'Yeu - B.P. 1049
 44037 Nantes Cedex 01

DIRECTION DES RESSOURCES VIVANTES
 DEPARTEMENT RESSOURCES HALIEUTIQUES
 STATION/LABORATOIRE NANTES

AUTEURS (S) : Geneviève ARZUL - Evelyne ERARD-LE DENN Jean-Yves QUINTIN - Jean-Yves PIRIOU - Luc DREVES Jocelyne MARTIN - Dominique MIOSSEC		CODE : DRV-89.017-RH/NANTES DERO-EL/89.12
TITRE : SURVEILLANCE ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE SITE DE FLAMANVILLE - ANNEE 1987		Date : Novembre 1990 Tirage en nombre : 60 Nb pages : 182 Nb figures : Nb photos : 2
CONTRAT (intitulé) IFREMER 88 N° 2 43 50 14 DERO/EL	Ce tirage définitif annule et remplace le tirage provisoire paru en juin 1989	DIFFUSION libre <input checked="" type="checkbox"/> restreinte <input type="checkbox"/> confidentielle <input type="checkbox"/>

RESUME

La surveillance n°5 sur le site de Flamanville couvre la période de mars 1987 à mars 1988. Les domaines étudiés sont l'hydrologie, la microbiologie, le plancton végétal et animal, le phytobenthos intertidal, le zoobenthos intertidal et sublittoral, le domaine halieutique. Cette année est la deuxième année de fonctionnement de la Centrale.

ABSTRACT

Surveillance n°5 of Flamanville power-plant takes in account studies between march 1987 and march 1988. Hydrology, microbiology, phytoplankton, zooplankton, intertidal phytobenthos, intertidal and sublittoral zoobenthos, fishing are studied. The year 1987 is the second year of working for this power plant.

mots clés Pelagos - Benthos - Halieutique - Centrale nucléaire - Surveillance

key words : Pelagos - Benthos - Fishing - Power plant surveillance

SURVEILLANCE ECOLOGIQUE ET HALIEUTIQUE SITE DE FLAMANVILLE

Mars 1987 – Mars 1988

IFREMER

Centre de BREST

B.P. 70
29263 PLOUZANE
Tél. : 98 22 40 40
Télex : 940627F

Centre de NANTES

Rue de l'île d'Yeu
B.P. 1049
44037 NANTES CEDEX
Tél. : 40 37 40 00
Télex : 711196F

Station de OUISTREHAM

65-67, Rue Gambetta
14150 OUISTREHAM
Tél. : 31 97 14 23
Télex : 171150F

Laboratoire départemental et régional de biologie et d'hygiène

34, Rue Fred-Scamaroni
B.P. 303
14014 CAEN CEDEX

édition provisoire : Juin 1989
édition définitive : Novembre 1990

AVERTISSEMENT

L'étude écologique et halieutique du site de Flamanville a été confiée à deux organismes⁽¹⁾ par Electricité de France : le CNEXO pour la partie écologique entreprise en 1976 et l'ISTPM pour la partie halieutique entreprise en 1977⁽²⁾.

L'étude de Projet menée par ces deux organismes de juillet 1976 à août 1978 (étude écologique) ou d'avril 1977 à septembre 1979 (étude halieutique) avait pour but d'établir un état de référence avant l'implantation de la centrale nucléaire.

A la demande d'Electricité de France, l'étude de Surveillance a commencé en 1983, soit deux ans avant la date prévue de mise en fonctionnement de la Centrale (dans les faits, trois ans avant). Seule une fraction de l'étude halieutique (concernant la pêche des adultes) a pu se poursuivre entre la phase de Projet et la phase de Surveillance (de 1980 à 1982).

Cette étude de Surveillance a permis dans un premier temps d'apprécier les fluctuations naturelles pluriannuelles des principaux paramètres retenus à partir de l'étude de Projet et, devra permettre dans un second temps, d'analyser l'incidence éventuelle de la Centrale sur le milieu marin et ses ressources.

L'année 1987, objet du présent rapport est la 2^{ème} année de fonctionnement de la Centrale si l'on compte comme première année l'année 1986 au cours de laquelle la mise en route s'est effectuée progressivement.

Les résultats contenus dans le présent rapport concernent l'étude :

- de l'hydrologie, du phytoplancton et de la production primaire, du zooplancton, du phytobenthos, du zoobenthos, étude réalisée au Centre IFREMER de Brest par le département Environnement Littoral de la Direction des Etudes et Recherches Océaniques (DERO/EL) ;

- de la microbiologie confiée au Laboratoire départemental et régional de biologie et d'hygiène de Caen ;

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

La coordination a été assurée au Centre IFREMER de Nantes par *Jocelyne MARTIN* (DRV/RH).

1) Ces deux organismes (le Centre National pour l'Exploitation des Océans et l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes) ont fusionné le 1^{er} janvier 1985 sous le sigle IFREMER (Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer).

(2) Une étude très succincte, dite d'Avant-Projet a été réalisée auparavant par ces deux organismes en 1975.

SOMMAIRE

Partie 1. LES CARACTERISTIQUES DE L'ANNEE 1987

	Pages
1.1. <u>CLIMATOLOGIE</u>	7
1.1.1. <u>Température de l'air</u>	
1.1.2. <u>Pluviométrie</u>	
1.1.3. <u>Insolation</u>	
1.2. <u>FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE</u>	9
1.2.1. <u>Puissance nette moyenne</u>	
1.2.2. <u>Electrochloration</u>	
1.3. <u>PRESENTATION DES TRAVAUX REALISES EN 1987</u>	11
1.3.1. <u>Localisation des points de mesures</u>	
1.3.2. <u>Nature et fréquence des observations</u>	

Partie 2. LE DOMAINE PELAGIQUE

2.1. <u>METHODOLOGIE</u>	17
2.2. <u>HYDROBIOLOGIE</u>	19
2.3. <u>PHYTOPLANCTON</u>	22
2.4. <u>ZOOPLANCTON</u>	31
2.5. <u>MICROBIOLOGIE</u>	61
2.6. <u>CONCLUSION</u>	64
BIBLIOGRAPHIE	66
ANNEXES.....	67

Partie 3. LE DOMAINE BENTHIQUE

3.1. <u>PHYTOBENTHOS INTERTIDAL</u>	71
3.2. <u>ZOOBENTHOS INTERTIDAL - SUBSTRAT MEUBLE</u>	85
3.3. <u>ZOOBENTHOS INTERTIDAL - SUBSTRAT DUR</u>	101
3.4. <u>ZOOBENTHOS SUBLITTORAL - ETUDE DYNAMIQUE DE NUCULA NUCLEUS</u>	111
3.5. <u>CONCLUSION</u>	122
BIBLIOGRAPHIE	124
ANNEXES.....	125

Partie 4. LE DOMAINE HALIEUTIQUE

4.1. <u>LARVES DE CRUSTACES</u>	135
4.1.1. <u>Matériel et méthodes</u>	135
4.1.2. <u>Résultats</u>	137
4.2. <u>SURVEILLANCE DE LA PECHE COTIERE DES CRUSTACES</u>	143
4.2.1. <u>Pêche professionnelle</u>	143
4.2.2. <u>Pêches expérimentales</u>	149
4.3. <u>CONCLUSION</u>	159
BIBLIOGRAPHIE	160
ANNEXES.....	161

1. LES CARACTERISTIQUES DE L'ANNEE 1987



1.1. CLIMATOLOGIE

Les données utilisées proviennent du sémaphore de la Hague (température et pluviométrie) et de la station de Maupertus–Cherbourg (insolation).

Les données des années antérieures ont fait l'objet de figures dans le rapport relatif à l'année 1986 (IFREMER, 1988) auquel le lecteur pourra se reporter.

1.1.1. Température de l'air

L'année 1987 se caractérise, comme l'année précédente, par une amplitude thermique forte (14,1°C) comparée aux années antérieures, notamment les trois années de Projet (9,4 à 11,5°C) ; cette forte amplitude s'explique par un mois de janvier particulièrement froid et des températures moyennes estivales avoisinant les plus fortes relevées antérieurement.

La figure 1.1 précise que la moyenne des températures minimales journalières était de - 3,3°C pour la deuxième décade de janvier et la moyenne des températures maximales 21,4°C pour la deuxième décade d'août.

1.1.2. Pluviométrie

La hauteur totale d'eau tombée dans l'année (583 mm), plus faible que l'année précédente (732 mm) rejoint les valeurs observées de 83 à 85.

Les valeurs mensuelles sont faibles ou moyennes excepté celle d'octobre, mois qui se trouve être en 1987 le plus pluvieux de l'année, avec une hauteur d'eau (146 mm) dépassant ou avoisinant les plus fortes notées généralement en décembre ou janvier ; la valeur la plus faible (25 mm) identique à celle de 1986 est notée cette année en juillet.

La figure 1.2 montre que les décades les plus pluvieuses (> 40 mm) sont observées en octobre et novembre alors que l'année précédente, de telles valeurs étaient réparties sur toute l'année (janvier, mars, juin, septembre, novembre, décembre), les écarts entre deux décades consécutives étant alors beaucoup plus marquées.

1.1.3. Insolation

Du mois d'avril au mois d'août on observe plus de 200 heures de soleil par mois (maximum 234) excepté au mois de juin (172 heures) souvent déficitaire.

La figure 1.3 précise que la première décade de juillet, la plus ensoleillée, totalise plus de 100 heures de soleil.

Figure 1.1. TEMPERATURES MINI-MAXI/DECADE

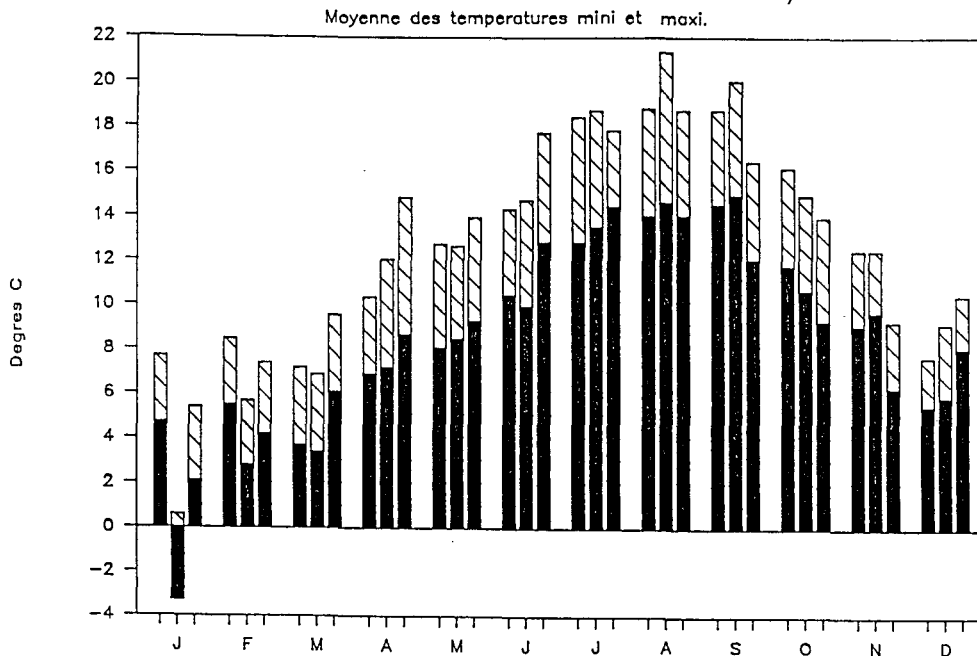


Figure 1.2. PRECIPITATIONS / DECADE

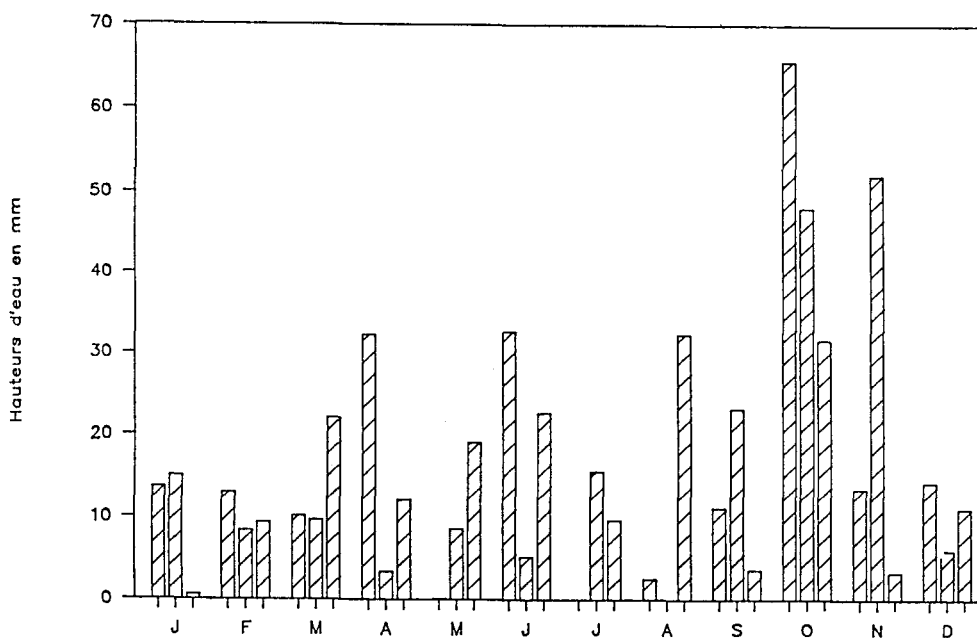
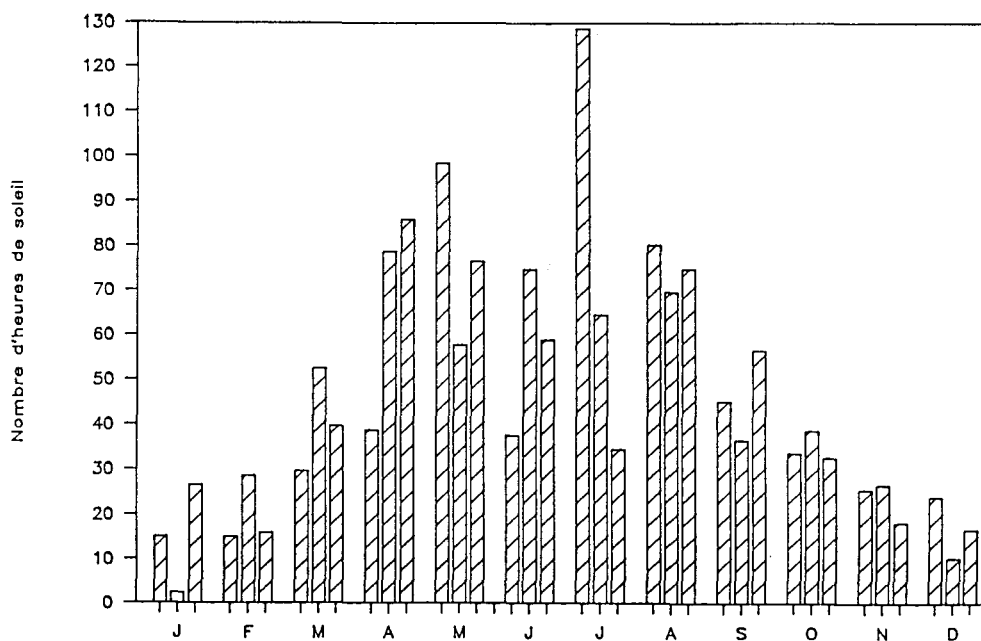


Figure 1.3. INSOLATION / DECADE



1.2. FONCTIONNEMENT DE LA CENTRALE

1.2.1. Puissance nette moyenne

La figure 1.4 montre que le fonctionnement de la Centrale a été plus régulier au cours de cette année 1987.

La tranche 1 a fonctionné à 100 % au cours du 1er semestre et, après trois mois d'arrêt complet, elle a subi trois interruptions de l'ordre d'une dizaine de jours.

La tranche 2 a été découplée à plusieurs reprises au cours du premier trimestre (en février, mars, avril, mai et juin) pour des durées allant de 2 à 20 jours ; au cours de l'été elle a fonctionné au 1/3 de sa puissance et à partir de septembre à puissance maximale avec seulement quelques très courtes interruptions d'une journée ou deux puis arrêt le 17 décembre.

1.2.2. Electrochloration

Le tableau 1.1. montre que le procédé de chloration mis en service en mai sur les 2 tranches n'a fonctionné que pour la tranche 2 à partir du mois de juin.

	TRANCHE 1	TRANCHE 2
Janvier à Avril	hors service	hors service
Mai	2 files en service pendant 10 jours	2 files en service pendant 10 jours
Juin Juillet Août Septembre	à l'arrêt	2 files en service Cl ₂ : 70 kg.h file
Octobre	à l'arrêt	du 1er au 12 : 2 files en service Cl ₂ : 70 kg.h file du 13 au 31 : 1 file en service Cl ₂ : 60 kg.h file
Novembre	à l'arrêt	1 file en service Cl ₂ : 60 kg.h file
Décembre	à l'arrêt	du 1er au 3 : 1 file en service Cl ₂ : 60 kg.h file

Tableau 1.1. - Fonctionnement de l'électrochloration

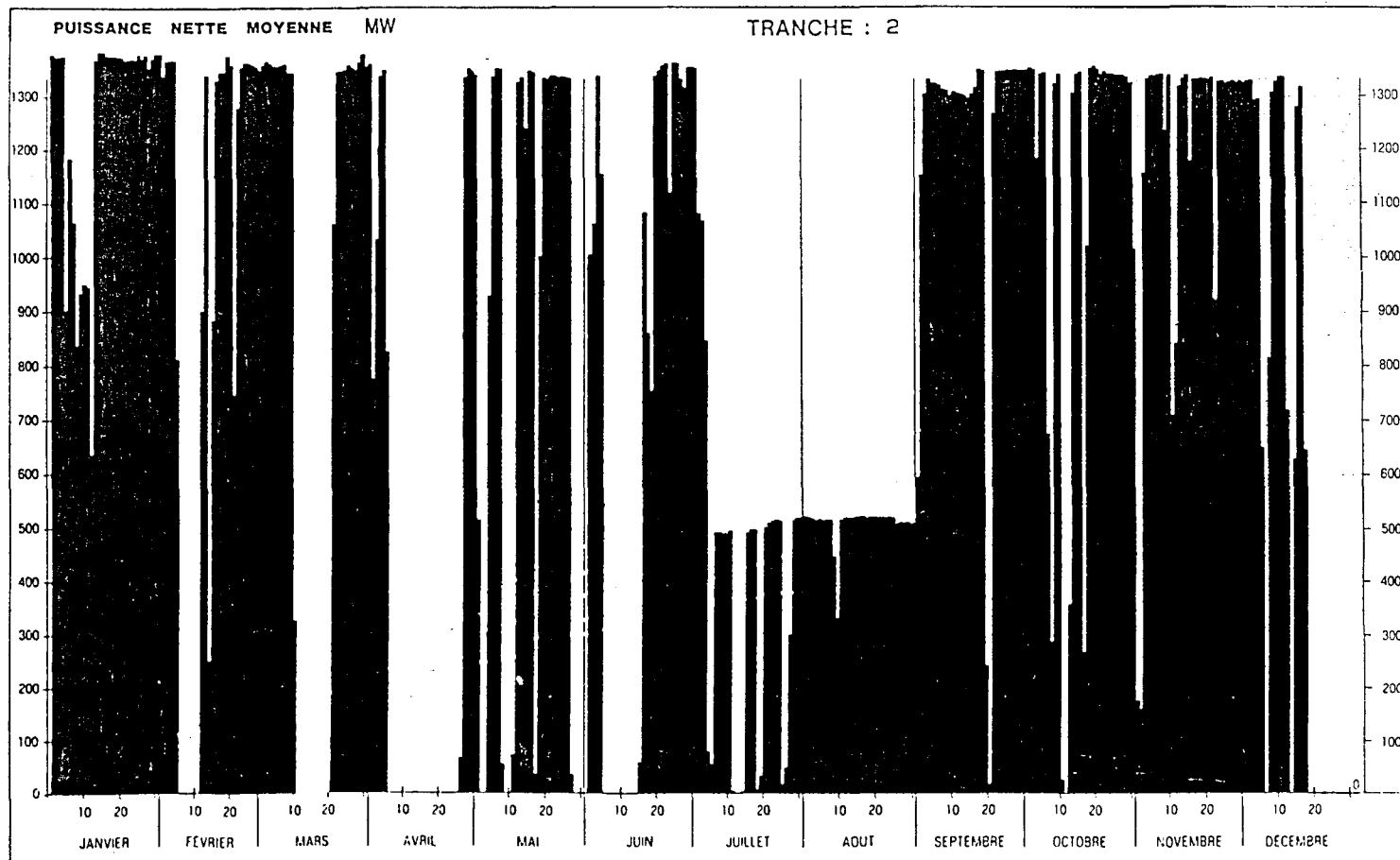
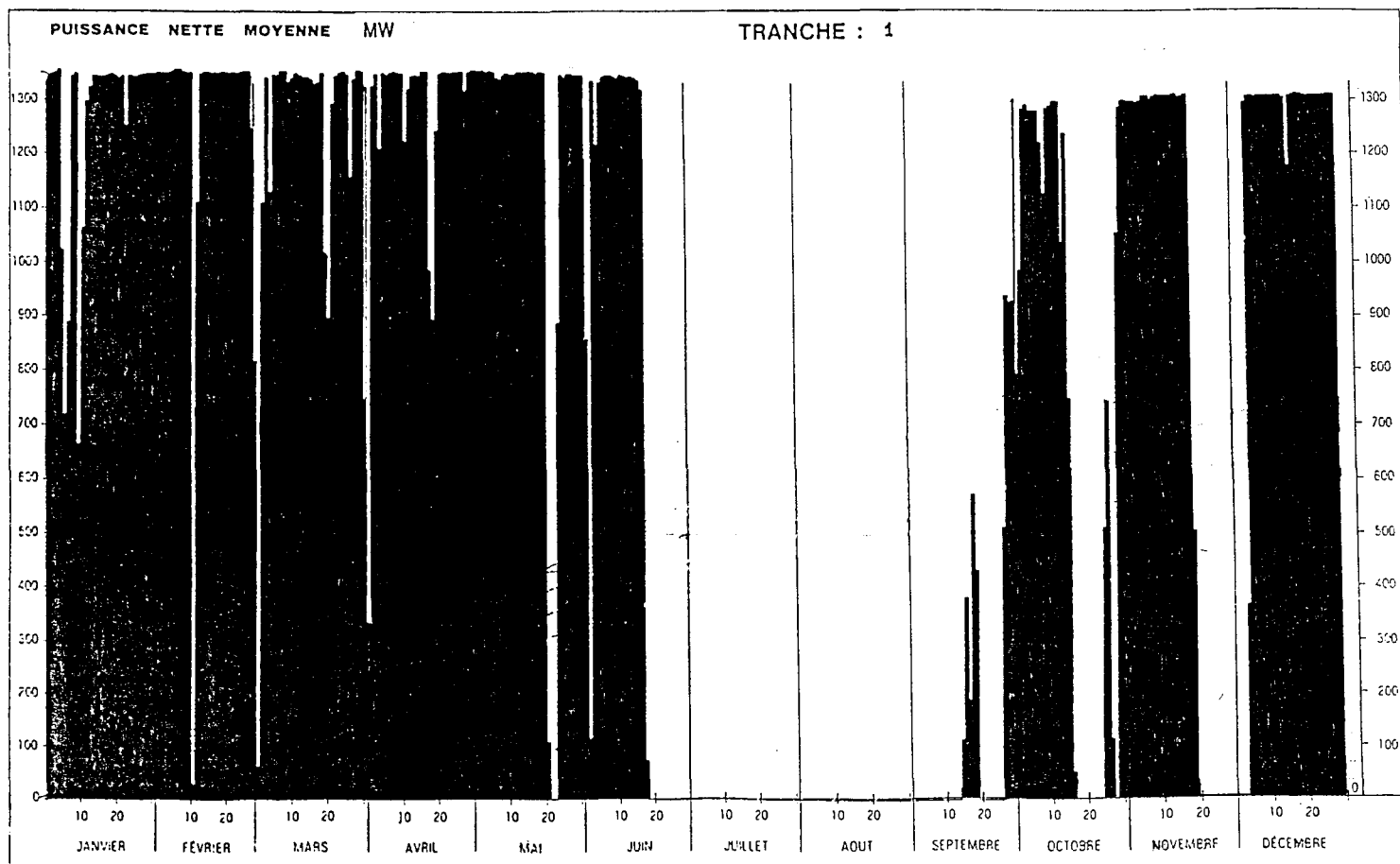


Figure 1.4 - Diagramme de fonctionnement des tranches 1 et 2 de la Centrale de Flamenville en 1987.

1.3. PRESENTATION DES TRAVAUX REALISES EN 1987

1.3.1. Localisation des points de mesures

La figure 1.5 montre l'emplacement des mesures et prélèvements réalisés pour les différentes parties de l'étude.

Pour l'étude des organismes pélagiques (partie 2 ou domaine pélagique et 4.1 relative aux larves de crustacés), a débuté cette année le suivi du canal d'amenée de l'eau de refroidissement à la Centrale (photo 2) et celui de la zone de rejet. Sur la figure 1.5 les rejets sont représentés par deux points bleus et la photo 1 montre la zone de bouillonnement de l'un d'entre eux.

Le point "hors zone", appelé dorénavant "référence" (représenté par une étoile noire sur la figure 1.5) n'a pas été le même pour toutes les campagnes concernées de l'étude :

- pour la partie 2, les prélèvements "référence" de la première mission ont été effectués au point H (ou 9) de l'étude de Surveillance 1ère phase, tandis que lors des deux autres missions ils ont été réalisés dans une zone plus proche de la zone de rejet mais où le ΔT était de 0°C ;
- pour la partie 4.1, le point de référence a été le point 9 pour toutes les campagnes.

Un quatrième point, appelé "contrôle" (figuré par une étoile blanche sur la figure 1.5) a été étudié par l'équipe chargée du domaine pélagique (partie 2) en tant que point impacté mais situé hors du bouillonnement du rejet. Précisons que l'étude des larves de crustacés (§ 4.1) nécessitant des traicts obliques (et non verticaux) pour filtrer un volume d'eau suffisant, ne permet pas de différencier ainsi deux points dans la zone impactée.

Notons qu'à partir de cette année les prélèvements bactériologiques se font le même jour et aux mêmes points que les autres prélèvements du domaine pélagique.

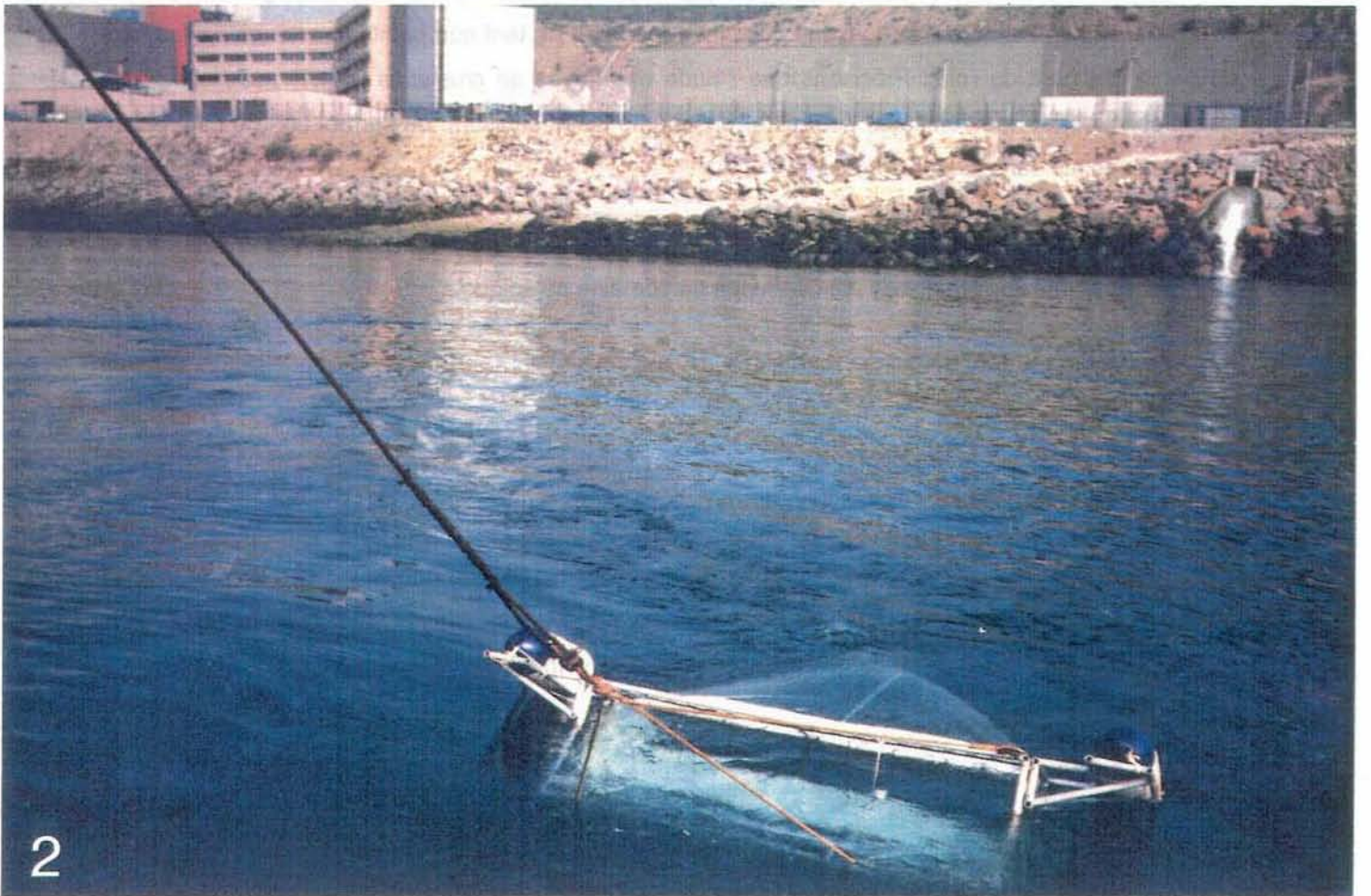
Concernant les domaines benthique et halieutique (§ 4.2) aucune modification n'a été apportée cette année.

1.3.2. Nature et fréquence des observations

Le tableau 1.2 regroupe les différentes interventions de chaque équipe sur le terrain et précise pour chacune les paramètres étudiés, les points de prélèvement (ou de mesures), le nombre de réplicats en chaque point et les dates auxquelles ces prélèvements ou mesures ont été réalisés.



1



2

TABLEAU 1. 2.	PARAMETRES ETUDIES	POINTS DE PRELEVEMENTS	NBRE DE REPLICATS A CHAQUE POINT	DATES DE MISSIONS
1. Surveillance écologique 11. Domaine pélagique 111. Hydrobiologie	- température (1) ----- - salinité ----- - sels nutritifs - NH4 - chlorophylle ----- - Production primaire		Référence] 1 surface Contrôle] 1 - 10 m Rejet] C. amenée] 1 surface ----- Contrôle] 1 surface] 1 - 10 m Référence(3)] C. amenée] 1 surface Rejet] ----- Référence [2 surface Contrôle [2 - 10 m] 4 surface] 4 - 10 m C. amenée] Rejet] 4 surface ----- idem mais chaque réplikat donne lieu à : 1 témoin + 2 mesures	7 mai(2) 17 juillet 1er septembre
112. Phytoplancton	- identification et comp- tage des principales espèces	Référence Contrôle Canal d'amenée Rejet	Référence [1 surface Contrôle [1 - 10 m Rejet] C. amenée] surface	
113. Zooplancton	- biomasse - composition chimique (carbone, azote) ----- - identification et comptage des principales espèces		6 WP2 congelés ----- 1 WP2 formolé	
114. Microbiologie	- dénombrement des germes totaux - dénombrement des germes viables - recherche des vibrio- halophiles		Référence] 4 Contrôle] Canal d'amenée] 2 Rejet]	
12. Domaine benthique 121. Phytobenthos	<u>Fucus serratus</u> - biométrie - longueur - nombre de dichotomies - fertilité - épaisseur du pied ----- - évolution de la biomasse	Platier de Dielette Radiales tracées sur l'ens. de la zone à <u>Fucus Serratus</u>	10 pieds tous les 10 m sur chaque radiale	30-31 mars 7-8 septembre
122. Zoobenthos	-Intertidal - Substrats meubles - ensemble de la macro- faune - <u>Urothoe brevicornis</u> ----- - Substrats durs - étude de recolonisation -Sublittoral - étude de <u>Nucula nucleus</u> - étude des fonds (vues sous-marines)	Radiale R 14 Point 2 de R 4 Point SEM G 658	1 prélèvement tous les 50 m 16 x (3 cm x 25 cm) 4 x (3 cm x 25 cm)	14-15 mars 12-13 juin 1er septembre
2. Surveillance halieutique 21. Zooplancton et hydrologie	- densité des larves de homard et d'araignée - température salinité	Point 9 (=Référence) Canal d'amenée Rejet	2 Bongo + 1 Neuston	2 juillet 23 juillet 4 août 14 août 1er septembre 20 septembre
22. Suivi de l'exploitation et de la biologie des espèces commerciales	- recueil des infor- mations sur la pêche professionnelle - pêches expérimentales - pour homard, tourteau araignée et étrille - longueur - sexe - dureté - présence d'oeufs - autres espèces - présence	N.O. Cotentin 15 points (1 filière par point)	4 levées des 15 filières d'au moins 20 casiers	déplacements à Cherbourg . 18, 19, 20, 21 mai . 22, 23, 24, 25 juin . 20, 21, 22, 23 juil. . 18, 19, 20, 21 août . 15, 16, 17, 18 sept.

(1) en plus des mesures aux quatre points, un balayage de la zone est effectué selon la radiale point référence. point rejet

(2) -il n'y a pas eu de prélèvements au rejet

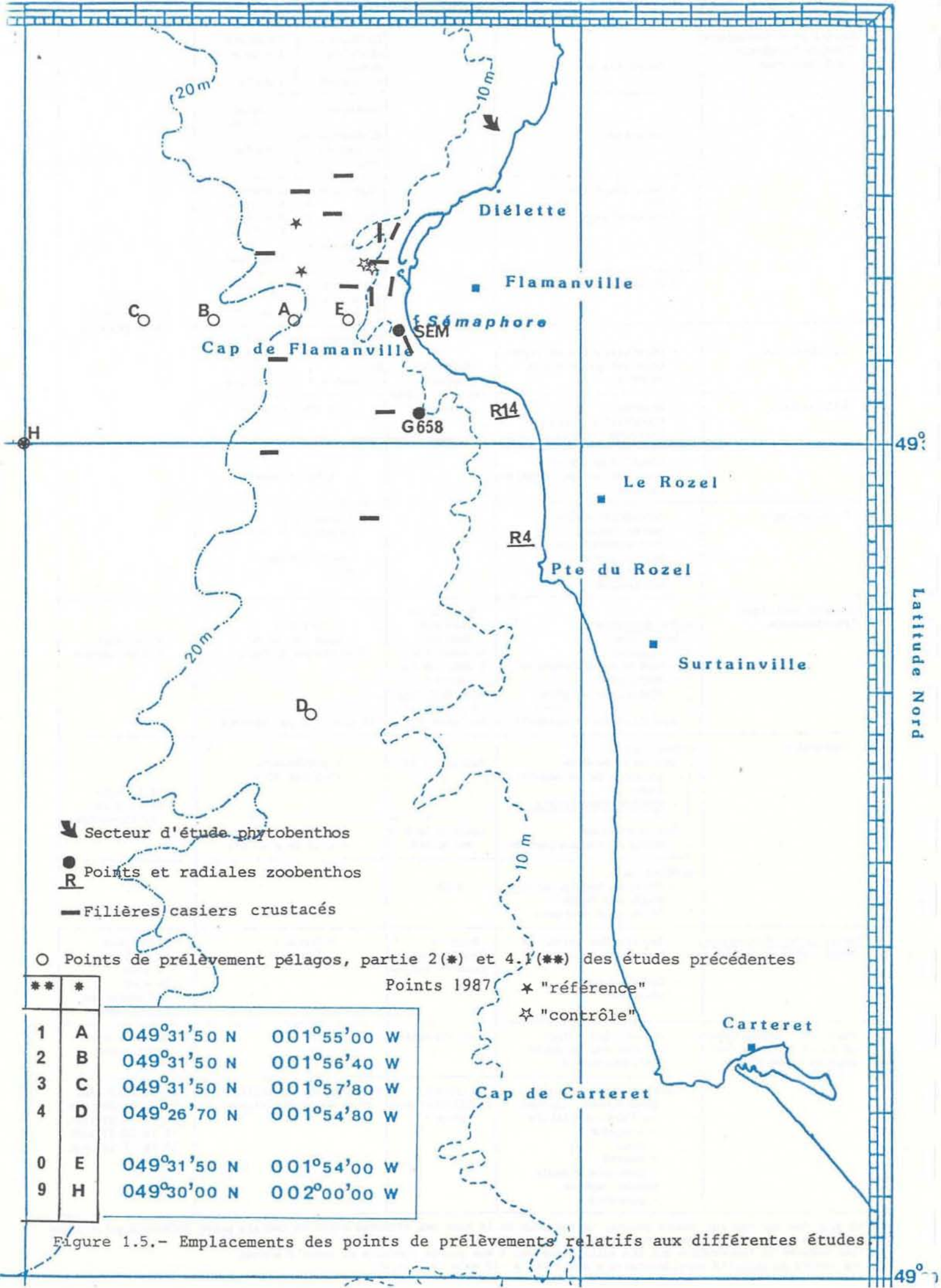
-les mesures de température ont été multipliées par 2 aux points contrôle et canal d'amenée.

(3) une mesure de salinité supplémentaire a été faite à -10 m le 17 juillet.

2° 00

Longitude Ouest

1° 50



- ↙ Secteur d'étude phytobenthos
- Points et radiales zoobenthos
- R Filières casiers crustacés
- Points de prélèvement pélagos, partie 2(*) et 4.1(**) des études précédentes

**	*	Points 1987	
1	A	049°31'50 N	001°55'00 W
2	B	049°31'50 N	001°56'40 W
3	C	049°31'50 N	001°57'80 W
4	D	049°26'70 N	001°54'80 W
0	E	049°31'50 N	001°54'00 W
9	H	049°30'00 N	002°00'00 W

- * "référence"
- ☆ "contrôle"

Figure 1.5.- Emplacements des points de prélèvements relatifs aux différentes études.

49°

Latitude Nord

49°

2. LE DOMAINE PELAGIQUE

Etude et rapport réalisés :

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

Geneviève ARZUL (Hydrologie)
Evelyne ERARD-LE DENN (Phytoplancton)
Jean-Yves QUINTIN (Zooplancton)

avec la collaboration de :

*Pierre BODENES, Marie-Pierre CRASSOUS,
Marie-Madeleine DANIELOU, Michel JOANNY,
Michel LUNVEN, Fabienne PERROT,
Françoise QUINIOU, France TOULARASTEL,*
pour les missions.

Marie-Pierre CRASSOUS et Fabienne PERROT
pour les analyses au laboratoire,

Jean-Pierre ANNEZO et Pierre BODENES
pour la mise en page des planches,

- au **Laboratoire départemental et régional de biologie et d'hygiène de CAEN**, sous la direction de :

Monsieur OBATON

Dactylographie : *Jacqueline HUGUEN* (IFREMER/BREST)



2.1. METHODOLOGIE.

Le site de Flamanville a été étudié du point de vue pélagique sur deux périodes. De 1976 à 1978, 41 missions (229 stations) ont permis de constituer les études de Projet. De 1983 à 1986, les études de Surveillance se sont poursuivies, par 29 missions (57 stations).

2.1.1. Matériel, méthodes, calendrier des missions.

Le matériel et les méthodes d'analyses utilisés en 1987 sont les mêmes que ceux appliqués en 1986 et décrits dans les rapports antérieurs relatifs aux années 1983 et 1984 (IFREMER, 1985 et 1986).

La stratégie d'échantillonnage a été modifiée en relation avec le fait que la Centrale fonctionne ; elle comporte la localisation, à la thermosonde, de deux points variables géographiquement. Le point le plus au large constitue le point référence, dont la température ne peut être influencée par l'eau de refroidissement. Le point contrôle, intermédiaire entre le point rejet et le point référence, se trouve dans le panache d'eau réchauffée. Il se caractérise théoriquement par une élévation de température de 3 à 4°C par rapport au point référence. Le point rejet est défini par la température la plus élevée, et repéré à vue par la turbulence de l'eau. Le point canal d'amenée correspond au point de prélèvement de l'eau de refroidissement.

Au mois de mai le repérage du point contrôle n'a pas été possible, étant donné la trop faible élévation de température au point rejet, par rapport à celle du point référence.

Le calendrier des missions et la position des points sont indiqués dans la première partie du présent rapport, ainsi que les paramètres et nombre d'échantillons par campagne.

Tableau 2.1

Moyennes et écarts-types des paramètres hydrologiques.

Paramètres	07 mai 1987						17 juillet 1987						1er septembre 1987							
	Canal amenée	Rejet	Réf.	Moy. 76-78	Moy. 83-86	Moy. 1987	Canal amenée	Rejet	Contr.	Réf.	Moy. 76-78	Moy. 83-86	Moy. 1987	Canal amenée	Rejet	Contr.	Réf.	Moy. 76-78	Moy. 83-86	Moy. 1987
Salinités (10^{-3})	35.00	34.92 +0.11	35.02	34.76 +0.05	34.77 +0.18	34.97 +0.08	34.92	34.99	34.94 +0.05	34.88 +0.00	34.74 +0.11	34.91 +0.22	34.93 +0.04	34.91	34.90 +0.00	34.91	34.90	34.65 +0.13	34.88 +0.23	34.91 +0.00
Températures (degrés C)	10.72	10.94 +0.41	10.03 +0.17	10.34 +0.75	10.41 +0.43	10.53 +0.52	15.51	15.78	15.17 +0.08	14.96 +0.03	14.29 +1.04	14.99 +0.82	15.26 +0.33	17.11	17.81 +0.37	17.70 +0.06	16.82 +0.06	15.91 +0.39	16.35 +0.82	17.33 +0.49
Ammonium ($\mu\text{mol.dm}^{-3}$)	0.41 +0.09	0.42 +0.10	0.46 +0.02		0.20 +0.23	0.42 +0.08	0.60 +0.06	0.52 +0.04	0.52 +0.12	0.76 +0.03		0.25 +0.49	0.58 +0.13	1.21 +0.10	1.28 +0.02	1.36 +0.24	1.32 +0.20		0.63 +0.52	1.30 +0.18
Nitrate ($\mu\text{mol.dm}^{-3}$)	0.72 +1.30	2.80 +1.20	3.60 +0.17	5.05 +1.39	1.83 +2.21	2.48 +1.49	0.65 +0.16	1.15 +0.31	1.48 +0.17	2.19 +0.12	0.34 +0.36	0.41 +0.39	1.39 +0.54	0.45 +0.29	0.28 +0.29	0.42 +0.20	1.56 +0.56	2.66 +0.84	2.74 +0.94	0.63 +0.57
Nitrite ($\mu\text{mol.dm}^{-3}$)	0.07 +0.06	0.17 +0.02	0.15 +0.05	0.12 +0.05	0.07 +0.06	0.14 +0.06	0.12 +0.02	0.22 +0.06	0.26 +0.06	0.32 +0.02	0.04 +0.03	0.04 +0.04	0.24 +0.08	0.22 +0.08	0.08 +0.01	0.17 +0.03	0.57 +0.13	0.24 +0.09	0.24 +0.04	0.24 +0.18
Phosphate ($\mu\text{mol.dm}^{-3}$)	0.12 +0.04	0.18 +0.06	0.19 +0.04		0.16 +0.11	0.17 +0.05	0.18 +0.08	0.16 +0.01	0.17 +0.03	0.21 +0.01		0.14 +0.12	0.18 +0.04	0.13 +0.04	0.14 +0.04	0.12 +0.02	0.21 +0.02		0.33 +0.10	0.14 +0.04
Silicate ($\mu\text{mol.dm}^{-3}$)	1.31 +0.60	1.02 +0.25	1.05 +0.28	0.71 +0.84	1.10 +0.75	1.10 +0.36	1.52 +0.47	9.18 +0.82	1.91 +0.42	2.30 +0.21	1.39 +0.85	1.06 +0.88	3.37 +3.03	2.38 +0.64	1.89 +0.13	1.99 +0.17	2.17 +0.21	2.77 +0.55	2.89 +0.66	2.09 +0.34

2.2. HYDROBIOLOGIE.

Les résultats, exploités de façon succincte, sont présentés dans le tableau 2.1 qui permet de comparer, pour chaque paramètre, les valeurs moyennes de l'année 1987 à celles obtenues au cours de l'étude de Projet (1976-1978) et de la Surveillance 1ère phase (1983-1986).

2.2.1. Température.

On observe une légère augmentation de la température moyenne aux mois de mai, juillet et septembre 1987, par rapport aux moyennes mensuelles observées antérieurement. Comme le montrent les moyennes ci-dessous, ce réchauffement est surtout marqué en septembre (+ 1°C). Cependant, si on considère les moyennes des températures aux points référence et canal d'aménée de 1987, non touchés par le rejet d'eau de refroidissement, les valeurs ne sont pas très différentes de celles observées les années antérieures.

	Moyennes des températures		en référence et
	sur zone en 83-86	sur zone en 87	canal d'aménée en 87
mai	10,41 ± 0,43	10,53 ± 0,52	10,26 ± 0,42
juillet	14,99 ± 0,82	15,26 ± 0,33	15,14 ± 0,32
septembre	16,35 ± 0,82	17,33 ± 0,49	16,92 ± 0,17

L'élévation des températures dans la zone des rejets est donc provoquée par le rejet d'eau de refroidissement de la Centrale.

L'élévation de la température au point rejet provoquée par un échauffement théorique de 15°C lors du passage de l'eau dans le circuit de la Centrale, permet de calculer la dilution de l'eau de refroidissement en ce point. Nous utilisons le protocole développé dans l'étude de la dilution sur le site de Gravelines (GROS, 1986), en tenant compte de la différence de situation du rejet d'eau réchauffée dans le cas de Flamanville.

Ainsi, la température de l'eau au point rejet avant tout réchauffement est assimilée à celle du point canal d'amenée. En considérant le réchauffement de l'eau du circuit de refroidissement de 15°C, la proportion π c.a. d'eau réchauffée qui provient du canal d'amenée au point rejet est de :

$$\pi \text{c.a.} = \frac{T^{\circ} \text{ rejet} - T^{\circ} \text{ canal d'amenée}}{15}$$

T° rejet = température surface au point rejet.

T° canal d'amenée = température surface au canal d'amenée.

- En mai, π c.a. = 0,015, ce qui correspond à un taux de dilution de 98,5 %.
- En juillet, π c.a. = 0,018, d'où un taux de dilution de 98,2 %.
- En septembre, π c.a. = 0,047, d'où un taux de dilution de 95,3 %.

Etant donné la proximité des points canal d'amenée et rejet, il paraît nécessaire de voir s'il ne se produit pas éventuellement un réchauffement de l'eau au canal d'amenée, ceci au cours de chaque année à venir. La comparaison de la température au point canal d'amenée avec celle de surface au point référence permet de contrôler ce phénomène. Pour cela nous présentons graphiquement les températures de l'eau du canal d'amenée par rapport à celles du point référence en surface (fig. 2.1).

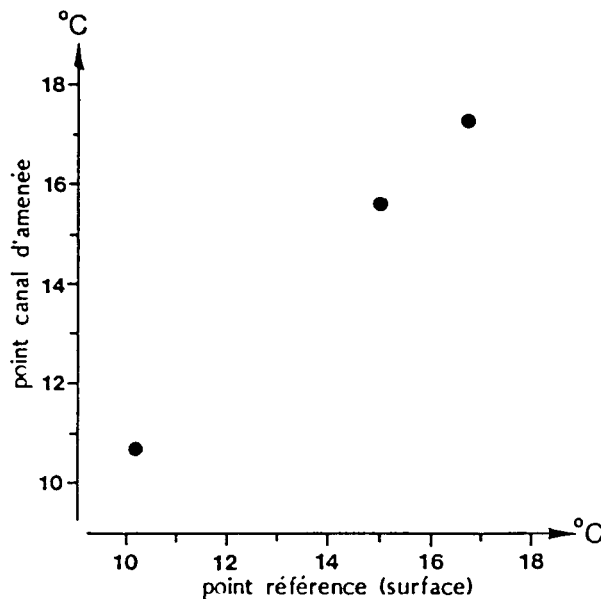


Figure 2.1 : Evolution de la température au point canal d'amenée par rapport à celle du point référence.

La différence de température observée en 1987 entre le canal d'aménée et le point référence peut être liée à la faible profondeur de l'eau au canal d'aménée. Une augmentation progressive de la pente de la droite par rapport à la valeur déterminée cette année pourrait laisser supposer un recyclage de l'eau réchauffée rejetée.

2.2.2. Salinité.

La comparaison des valeurs moyennes mensuelles de 1987, avec celles obtenues les années antérieures confirme la tendance à l'élévation, à l'échelle du mois. Les valeurs mesurées sont comprises entre $34,88.10^{-3}$ et $35,00.10^{-3}$.

2.2.3. Nitrate.

Le nitrate montre une élévation des teneurs en mai et juillet, par rapport aux moyennes mensuelles antérieures, notamment aux points contrôle et référence. En septembre l'épuisement relatif en nitrate est marqué aux trois points les plus côtiers.

2.2.4. Nitrite.

Etat d'oxydation intermédiaire et instable entre le nitrate et l'ammonium, le nitrite présente une élévation marquée en mai et juillet par rapport aux moyennes mensuelles antérieures. Cette situation est attribuable à une minéralisation active des substances azotées organiques.

2.2.5. Ammonium.

Les teneurs en ammonium atteignent le double des valeurs moyennes mensuelles obtenues pour la période 1983-1986.

2.2.6. Phosphate.

Les concentrations en phosphate demeurent inchangées par rapport aux moyennes mensuelles antérieures, hormis celles plus faibles du mois de septembre 1987, qui seraient à comparer avec les faibles teneurs en nitrate de cette même période. Une forte activité biologique peut en être la cause.

2.2.7. Silicate.

Les concentrations moyennes en silicate au niveau du site montrent qu'en juillet une minéralisation importante est probablement à l'origine de l'élévation des teneurs par rapport aux concentrations mensuelles moyennes 1983-86. Cette élévation est particulièrement marquée au point rejet, où elle atteint $9,18 \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$. En septembre la diminution des concentrations moyennes sur le site est à rapprocher de l'activité biologique déjà mentionnée.

2.3. PHYTOPLANCTON.

Par la stratégie d'échantillonnage employée à Flamanville (cf. 2.1.1), le but de l'étude de Surveillance n'est que de détecter une modification du milieu récepteur.

A chaque point d'observation (canal d'amenée, rejet, contrôle et référence) les mesures des répliqués sont moyennées et représentées sous forme de tableaux 2.3 et 2.4.

Les valeurs observées servent à suivre aussi bien les éventuelles variations côte-large dues à la centrale durant l'année 1987 (fig. 2.2 et fig. 2.3), que l'évolution des variations temporelles par rapport aux années d'études précédentes 1976-1978 et 1983-1986. Les points d'observations représentés sur ces figures sont équidistants pour une meilleure clarté dans les tracés. Il est utile de signaler que le point de référence est toujours situé à plus de 1,5 mile de la côte.

Dans le cas présent, l'évolution des paramètres phytoplanctoniques est observée en fonction de la température qui est le traceur de la dilution du rejet. Pour cette étude de suivi, seuls les paramètres globaux (chlorophylle, production primaire et phytoplancton) seront considérés pour estimer l'impact de l'échauffement de la masse d'eau.

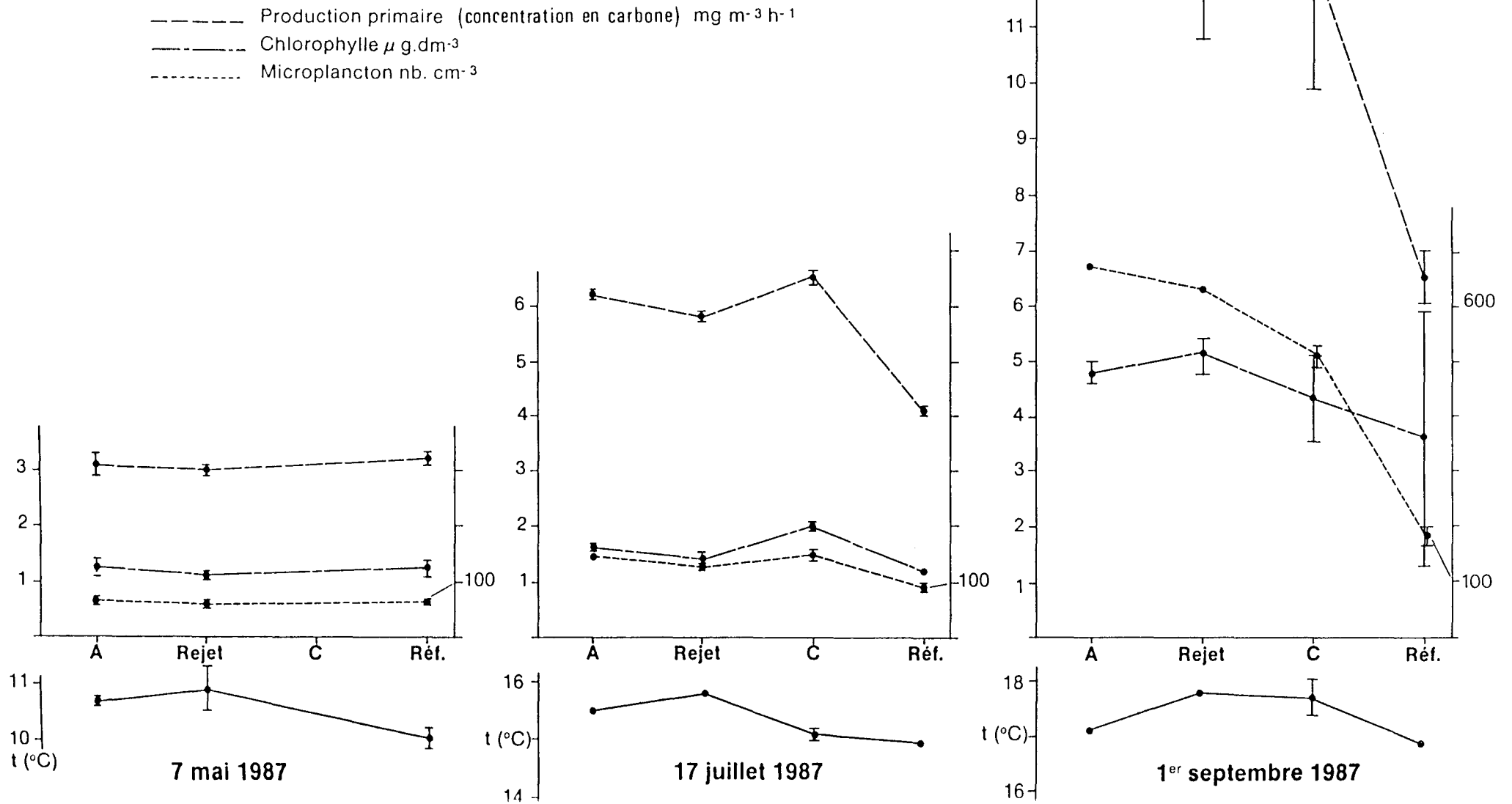
Les échauffements faibles et les taux de dilution élevés (95,3 à 98,5 % ; § 2.2.1) laissent supposer qu'il y a peu de variation de la biomasse phytoplanctonique.

Tableau 2.3

Moyennes et écarts-types des paramètres phytoplanctoniques.

Paramètres	07 mai 1987						17 juillet 1987						1er septembre 1987							
	Canal amenée	Rejet	Ref.	Moy. 76-78	Moy. 83-86	Moy. 1987	Canal amenée	Rejet	Contr.	Ref.	Moy. 76-78	Moy. 83-86	Moy. 1987	Canal amenée	Rejet	Contr.	Ref.	Moy. 76-78	Moy. 83-86	Moy. 1987
Chlorophylle µg.dm	1.25 +0.15	1.08 +0.14	1.24 +0.21	2.54 +1.15	2.92 +1.71	1.16 +0.17	1.66 +0.12	1.41 +0.25	2.02 +0.15	1.20 +0.08	0.72 +0.13	1.37 +0.93	1.68 +0.35	4.84 +0.25	5.12 +0.34	4.28 +0.85	3.61 +2.38	0.71 +0.15	1.28 +0.55	4.46 +1.09
Phaeopigments µg.dm	0.04 +0.07	0.10 +0.09	0.14 +0.11	0.60 +0.34	1.81 +2.20	0.09 +0.09	0.37 +0.15	1.41 +0.25	0.55 +0.25	0.58 +0.22	0.26 +0.10	0.72 +0.71	0.46 +0.22	1.23 +0.23	1.36 +0.10	0.95 +0.30	0.47 +0.21	0.26 +0.06	0.64 +0.36	1.02 +0.36
Production primaire (concentration en C) mg.m ⁻³ .h	3.10 +1.59	3.05 +0.85	3.20 +1.12	13.09 +3.31	6.99 +3.38	3.08 +0.97	6.20 +0.90	5.86 +1.13	6.52 +1.19	4.14 +0.52	0.89 +0.97	6.01 +3.07	5.81 +1.31	14.25 +2.50	13.10 +2.37	12.23 +2.38	6.60 +0.56	4.30 +1.53	6.64 +3.03	11.68 +3.37
Microplancton nbre/cm	74	62.5 +4.9	65 +2.8	182 +52	239 +301	65.8 +5.5	154	137	152.5 +26.1	90 +9.8	101 +55	284 +38.5	129.3 +33.5	669	631	528.5 +17.6	182.5 +16.2	64 +33	66 +12	453.6 +217.5
Nanoplancton nbre/cm	577	647.5 +109.6	734.5 +20.5	1904 +3814	999 +1510	668.2 +87.1	1642	1657	1341 +93.3	1159 +106.7	513 +161	964 +563	1383.3 +230.5	2908	2184	982 +79.1	2413 +66.4	149 +116	728 +283	1980.3 +809.9

Figure 2.2 : Variations des paramètres phytoplanctoniques (moyennes) de la côte vers le large



2.3.2. Production primaire.

Les valeurs et les fluctuations de la production primaire en 1987 (tabl. 2.3) sont nettement liées à celles observées en chlorophylle :

- les valeurs sont 2 à 3 fois plus faibles en mai (concentration en carbone de $3,08 \pm 0,97 \text{ mg.m}^{-3} \text{ h}^{-1}$) et 2 à 3 fois plus élevées en septembre ($11,68 \pm 3,37 \text{ mg.m}^{-3} \text{ h}^{-1}$) par rapport aux années antérieures.
- le point référence (fig. 2.2) se distingue par une productivité (rapport biomasse/production) inférieure à celle des autres points.

En se basant sur le même principe que précédemment, on peut estimer, pour les trois campagnes les déficits en production :

- le 1er mai 1987, un déficit en production de 1,61 %
- le 17 juillet 1987 " " 5,48 %
- le 1er septembre 1987 " " 8,08 %

Le déficit de septembre est lié à la forte productivité cellulaire au canal d'amenée.

2.3.3. Microplancton.

Les valeurs moyennées de 1987 (tabl. 2.3) montrent en mai une abondance de cellules phytoplanctoniques 3 fois moins forte que les années antérieures et en septembre 7 fois plus.

Ces valeurs sont liées aux différentes populations décrites dans le paragraphe suivant.

2.3.4. Evolution des populations phytoplanctoniques.

2.3.4.1. Evolution saisonnière.

Comme les années précédentes toutes les espèces phytoplanctoniques sont déterminées, mais ne sont retenues que les espèces dites caractéristiques du site de Flamanville :

- Rhizosolenia fragilisima
- Rhizosolenia delicatula
- genre Chaetoceros
- Skeletonema costatum
- genre Thalassiosira
- Paralia sulcata
- Thalassionema nitzschoïdes
- Nitzschia closterium
- la somme des diatomées pennées autres que Thalassionema nitzschoïdes et Nitzschia closterium.

Le but de ce suivi n'est pas d'étudier l'évolution saisonnière de chaque population puisque les caractéristiques phytoplanctoniques de Flamanville observées depuis 1976 sont bien connues et stables, mais de détecter après la mise en route de la centrale un éventuel déséquilibre dans le cortège phytoplanctonique.

Au vu des résultats (tabl. 2.4) les espèces déterminées en 1987 correspondent à celles rencontrées lors des études antérieures et sont le reflet des valeurs en chlorophylle et en production primaire :

- en mai, aux faibles valeurs en biomasse et productivité est associée une diversité algale élevée. L'ensemble des espèces dominantes du genre Thalassiosira n'atteint que 37 %, celles du genre Rhizosolenia 37,5 %.
- en juillet, même diversité et concentrations algales deux fois plus élevées qu'en mai.
- en septembre, diversité la plus faible avec monospécificité de Rhizosolenia delicatula.

Durant cette dernière campagne l'ensemble du genre Rhizosolenia (entre autre R. delicatula et R. fragilissima) culmine à plus de 80 %. Cette richesse algale associée à une bonne productivité laisse supposer un très bon état physiologique des cellules.

Tableau 2.4

Moyennes et écarts-types des principales espèces phytoplanctoniques.

Espèces Nbre/cm ³	07 mai 1987						17 juillet 1987							1er septembre 1987						
	Canal amenée	Rejet	Réf.	Moy. 76-78	Moy. 83-86	Moy. 1987	Canal amenée	Rejet	Cont.	Réf.	Moy. 76-78	Moy. 83-86	Moy. 1987	Canal amenée	Rejet	Contr.	Réf.	Moy. 76-78	Moy. 83-86	Moy. 1987
Rhizosolenia fragilissima	8.48	3.27	1.05	29.60	14.06	3.42	7.36	1.90	2.52	1.47	9.79	132	2.86	9.56	8.83	4.95	1.58	2.97	0.56	5.24
	+0.44	+0.59	+30.01	+21.62	+3.06			+0.59	+1.49	+14.07	+351.2	+2.35				+1.02	+1.33	+2.17	+0.48	+3.50
Rhizosolenia delicatula	19.29	17.32	7.95	38.07	210.48	13.96	28.82	25.15	23.24	7.70	27.49	53.51	19.31	542.02	464.60	430.82	116.93	6.50	7.22	330.35
	+1.22	+2.67	+34.82	+303.4	+5.74			+5.79	+0.14	+22.21	+67.10	+9.57				+26.66	+26.86	+5.88	+4.69	+186.08
Somme des Chaetoceros	9.11	7.43	2.82	10.27	2.02	8.12	11.36	1.68	7.04	10.68	10.68	9.47	5.21	38.33	36.15	26.87	16.65	7.45	13.64	16.41
	+1.17	+1.63	+12.3	+3.14	+13.30			+4.90	+11.64	+11.64	+10.36	+4.48				+13.22	+3.31	+7.29	+9.51	+11.25
Skeletonema costatum	6.36	12.79	28.57	4.56	0.36	17.81	17.24	33.62	37.34	39.29	17.18	13.18	32.81	3.88	4.60	12.25	13.60	13.74	16.30	10.02
	+4.93	+1.91	+8.27	+0.72	+10.49			+7.28	+1.21	+24.96	+35.04	+13.51				+4.48	+6.73	+9.93	+6.68	+5.79
Somme des Thalassiosira	27.38	7.29	3.03	15.01	2.85	9.60	50.49	46.70	45.50	19.01	7.02	5.08	38.37	8.16	9.90	6.43	5.58	19.75	9.56	7.01
	+1.04	+1.33	+16.55	+3.27	+10.19			+2.33	+5.67	+9.89	+8.91	+15.30				+2.53	+2.25	+11.29	+3.65	+2.27
Paralia sulcata	0	0	0	1.44	0.20	0	0	1.05	2.41	11.51	1.53	0.43	1.33	0	0	0.74	0.32	1.83	1.49	0.35
				+3.85	+0.62			+0.74	+16.28	+2.16	+0.76	+1.19				+0.17	+0.45	+1.55	+1.30	+0.39
Thalassionema nitzschoïdes	5.29	5.39	5.02	14.83	2.13	5.22	2.11	6.54	4.51	2.85	6.84	6.38	3.89	10.97	1.76	5.27	4.10	1.63	3.01	5.24
	+1.64	+1.18	+11.97	+2.93	+1.03			+0.74	+3.43	+7.59	+9.17	+2.25				+0.57	+1.62	+1.39	+3.32	+3.17
Pennées	0.21	1.69	5.43	6.03	0.57		32.18	17.75	25.29	12.88	0.06	0.11	20.71	8.51	17.72	10.95	7.37	0.10	0	10.48
	+1.19	+1.47	+11.07	+1.38				+3.94	+4.48	+0.31	+0.43	+7.93				+0.58	+0.28	+0.27	0	+3.91
Nitzschia closterium	0.21	0.63	2.30	1.61	0.38	1.21	0	0.63	0.31	0	3.98	1.09	0.21	2.47	1.76	1.80	1.26	3.55	1.80	1.72
	+0.00	+0.00	+1.51	+0.48	+1.00			+0.44			+3.69	+2.01	+0.32			+0.43	+0.00	+1.70	+0.77	+0.48

Toutes les observations faites sur le phytoplancton du site de Flamanville montrent la régularité du phénomène au cours duquel la population de la période hivernale, peu développée, est remplacée par une population dense constituée, pour l'essentiel, par des diatomées du genre Rhizosolenia. C'est en général la multiplication active de cette espèce qui représente les poussées phytoplanctoniques principales du printemps, rencontrées en mai-juin et juillet, de 1976 à 1978 et de 1983 à 1986.

Durant l'année 1987 on peut penser que les conditions climatiques et hydrologiques ont été favorables au développement massif de Rhizosolenia spp. en septembre. La production primaire très élevée et la faible diversité spécifique laisse supposer que la communauté phytoplanctonique s'est adaptée aux conditions du milieu : situation estivale prolongée qui s'est traduite par une élévation des températures par rapport aux années antérieures et des concentrations élevées en nutriments durant juillet.

2.3.4.2. Evolution suivant le gradient côte-large.

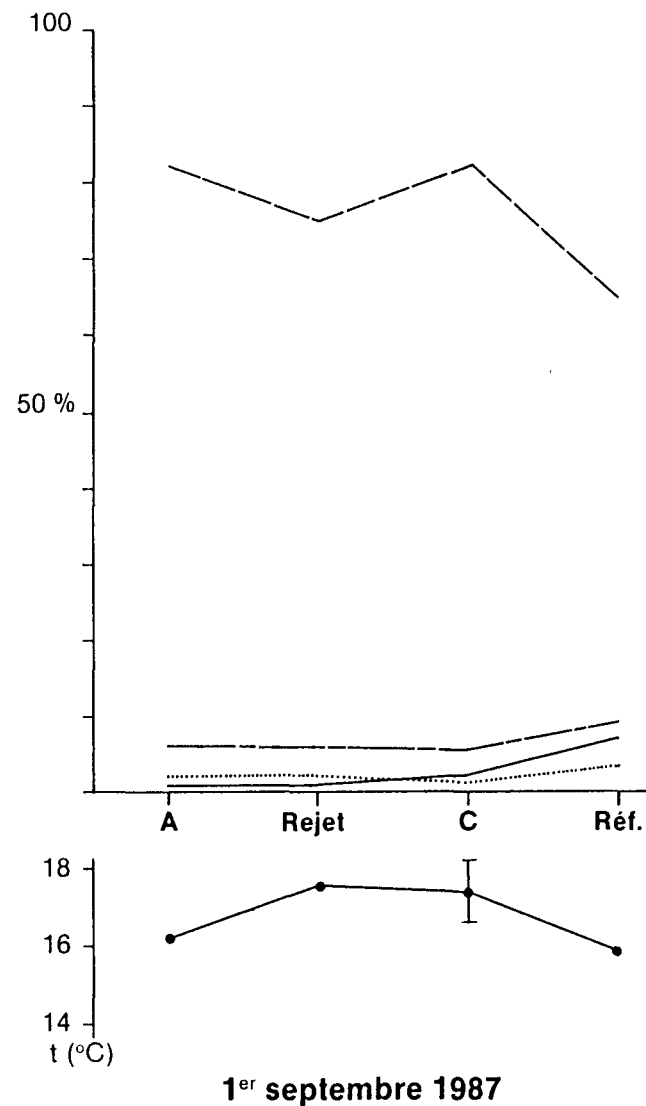
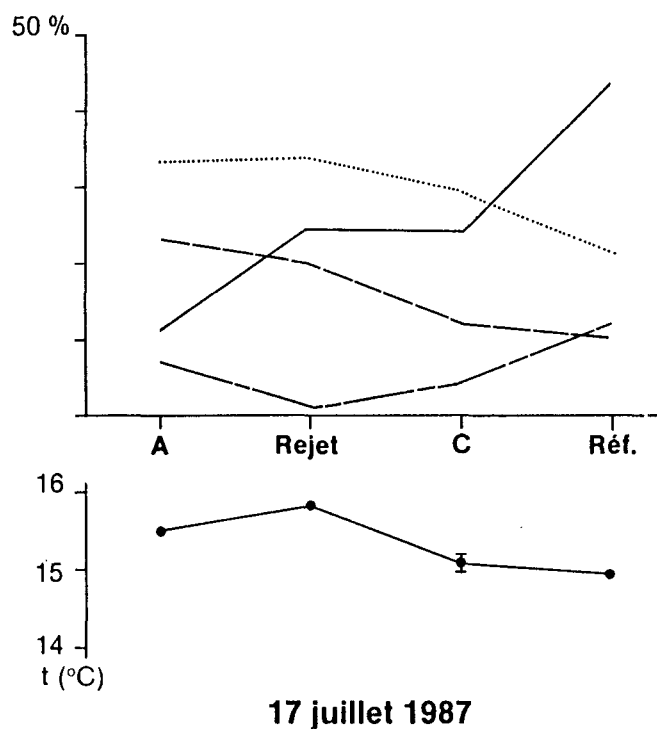
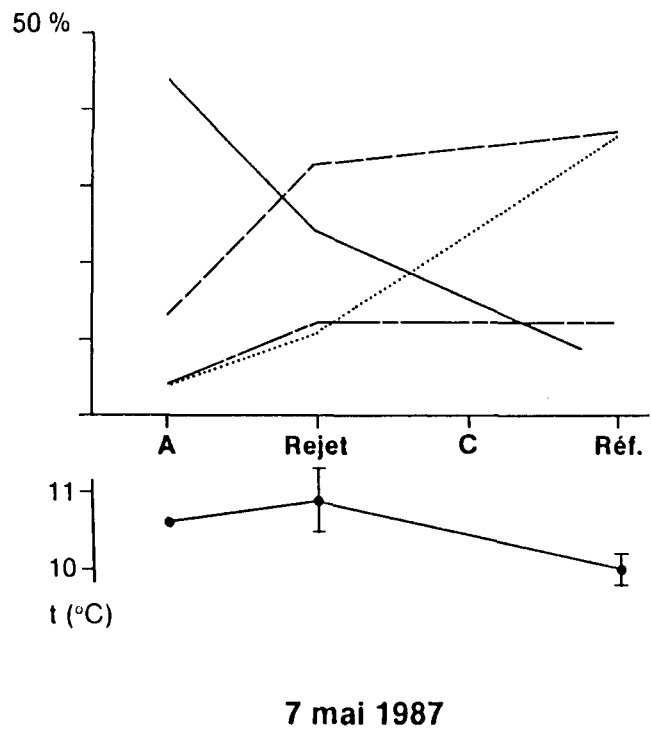
Au cours de cette étude les variations des pourcentages de dominance de quelques espèces phytoplanctoniques ont été suivies (fig. 2.3). Les espèces et genres ont été sélectionnés de telle sorte que le pourcentage total corresponde à environ 80 % de la population.

Les résultats exposés ci-après concernent l'évolution des pourcentages d'abondance des espèces phytoplanctoniques selon un axe côte-large.

	07 mai 1987			17 juillet 1987				1er septembre 1987			
	c.am.	rejet	réf.	c.am.	rejet	cont.	réf.	c.am.	rejet	cont.	réf.
Genre Rhizosolenia	13.8	32.9	37.5	23.4	19.7	16.8	10.1	82.4	75.0	82.4	64.9
Genre Chaetoceros	4.3	11.8	12.3	7.3	1.2	4.6	11.8	5.7	5.7	5.0	9.1
Genre Thalassiosira	4.6	11.6	37.0	32.7	34.0	29.8	21.9	1.2	1.5	1.2	3.0
Skeletonema costatum	43.9	20.4	8.5	11.1	24.5	24.4	43.6	0.5	0.7	2.3	7.4

Figure 2.3 : Variations des pourcentages de dominance des espèces phytoplanctoniques de la côte vers le large (1987)

- Rhizosolenia spp
- · — Chaetoceros spp
- Skeletonema costatum
- Thalassiosira spp



La trame des points de prélèvement étant serrée pour des espèces néritiques et tempérées, aucun gradient caractéristique n'est décelé ; le genre Rhizosolenia semble cependant plus sensible au large en septembre.

Toutes ces observations nous permettent de penser que les variations naturelles saisonnières des populations phytoplanctoniques sont supérieures à celles qui seraient dues à un éventuel effet de la centrale sur le milieu récepteur.

2.4. ZOOPLANCTON.

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

2.4.1. Méthodologie de traitement.

La méthode statistique va nous permettre d'étudier les variations spatiales sur le site de Flamanville. Pour tester l'homogénéité spatiale, nous pourrions utiliser 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, mais cela 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.

Le traitement suivant est appliqué pour chaque paramètre (biomasse, carbone total, azote) pour les années 1976-1978 (points A, B, C, D), les années 1983-1986 (B, E, H), l'année 1987 (points Canal, Rejet, Contrôle, Référence) :

- un test non paramétrique de Kruskal-Wallis ou test H utilisé dans les cas de liaison entre un caractère quantitatif et un caractère qualitatif à k classes ($k > 2$) permet de déterminer si les k rangs moyens se révèlent trop disparates pour retenir l'hypothèse H_0 d'unicité de la population d'origine des échantillons, c'est-à-dire d'homogénéité spatiale (1).
- un tracé des moyennes (barre horizontale) des effectifs de chacune des k classes correspondant aux points de prélèvements et l'intervalle de deux erreurs-standards (barre verticale) pour chacune de ces moyennes (1).
- dans le cas où le test H indique une hétérogénéité au sein du groupe d'échantillon, l'hypothèse H_1 est acceptée. Un test non paramétrique de comparaison multiple permet d'identifier quels groupes d'échantillons se révèlent significativement différents des autres et causent 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), k-2 (au troisième pas), etc.

(1) Subroutine ANOVA de STATGRAPHICS^R, PLUS*WARETM, STSC inc. (U.S.A.).

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.

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

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

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

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

2.4.2. Analyse statistique des paramètres pondéraux globaux.

Trois estimateurs de la biomasse zooplanctonique sont l'objet de tests statistiques d'homogénéité spatiale : le poids sec ou biomasse, le carbone total, l'azote. Nous avons vu que, tous points confondus, une stabilité temporelle s'installe à l'échelle du mois pour ces paramètres pondéraux (QUINTIN, 1987). Nous avons donc choisi de n'utiliser que les données des mois de mai, juillet et septembre afin de permettre de replacer cette année 1987 dans le contexte général de l'étude de Surveillance du site de Flamanville.

2.4.2.1. Variation spatiale de 1976 à 1987.

Trois groupes d'années sont étudiés séparément : 1976-1978 (études de Projet), 1983-1986 (études de Surveillance), 1987 (étude d'Impact).

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

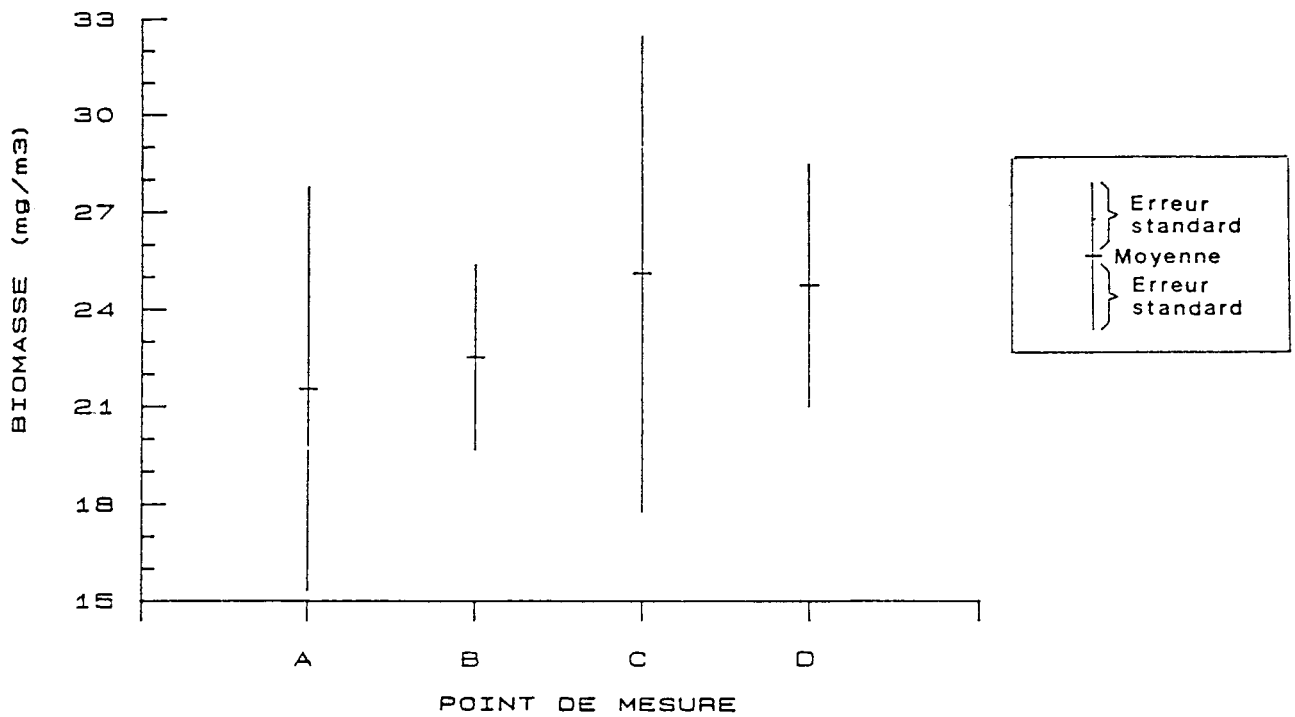
FLAMANVILLE 1976-78 : Mai, Juillet, Septembre

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et (mg.m-3)	ERREUR STANDARD	RANG MOYEN
A	4	21.55	6.21	15.00
B	17	22.53	2.84	14.97
C	3	25.11	7.33	19.00
D	7	24.63	3.72	17.79

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: $H = 0.86$
 Niveau de signification: 0.83

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



Un nombre variable d'échantillons a été réalisé sur les différents points de mesures. Afin d'homogénéiser l'importance qui leur est donnée, la variable utilisée dans les tests statistiques sera pour chaque paramètre la moyenne des valeurs mesurées sur toute la colonne d'eau lors de chaque station.

* Etudes de Projet 1976-1978 (pl. 2.1 à 2.3).

Le test de Kruskal-Wallis permet de tester l'homogénéité des échantillons entre les points A, B, C, D. Quand la valeur H du test statistique est supérieure à la valeur critique $\chi^2_{\alpha(k-1)}$, l'hypothèse H_1 est retenue avec un risque α . Sinon, l'hypothèse H_0 est retenue avec un risque β dont la valeur n'est pas connue. Pour $\alpha = 0,05$ et $k = 4$, la valeur critique $\chi^2_{0,05(3)} = 7,81$ n'est dépassée ni pour la biomasse ($H = 0,86$) ni pour le carbone total ($H = 1,53$), ni pour l'azote ($H = 1,64$). L'hypothèse H_0 est donc retenue au seuil de signification de 5 %.

Le groupe d'années de Projet présente donc une homogénéité spatiale des échantillons entre les points A, B, C, D avant fonctionnement de la Centrale avec en moyenne 23 mg.m^{-3} pour la biomasse, $7,5 \text{ mg.m}^{-3}$ pour le carbone total et 2 mg.m^{-3} pour l'azote.

* Etude de Surveillance 1983-1986 (pl. 2.4 à 2.6).

La valeur critique $\chi^2_{\alpha(k-1)} = 5,99$ pour $\alpha = 0,05$ et 2 d.d.l. (degré de liberté) est dépassée par la valeur H du test de Kruskal-Wallis pour la biomasse ($H = 7,67$), le carbone ($H = 7,97$) et l'azote ($H = 6,73$). L'hypothèse H_1 est retenue avec un risque de 5 %. Il y a hétérogénéité spatiale pour chacun de ces trois paramètres entre les différents points.

Les trois paramètres (biomasse, carbone, azote) illustrés dans les planches 2.4 à 2.6 montrent des valeurs plus fortes au point H du large qu'au point E côtier. Les valeurs de biomasse ($19,7 \text{ mg.m}^{-3}$), de carbone total (7 mg.m^{-3}) et d'azote ($1,6 \text{ mg.m}^{-3}$) du point E sont proches des valeurs correspondant à l'étude de Projet (points A, B, C). Les échantillons prélevés au large sont donc plus riches que ceux prélevés à la

CARBONE TOTAL

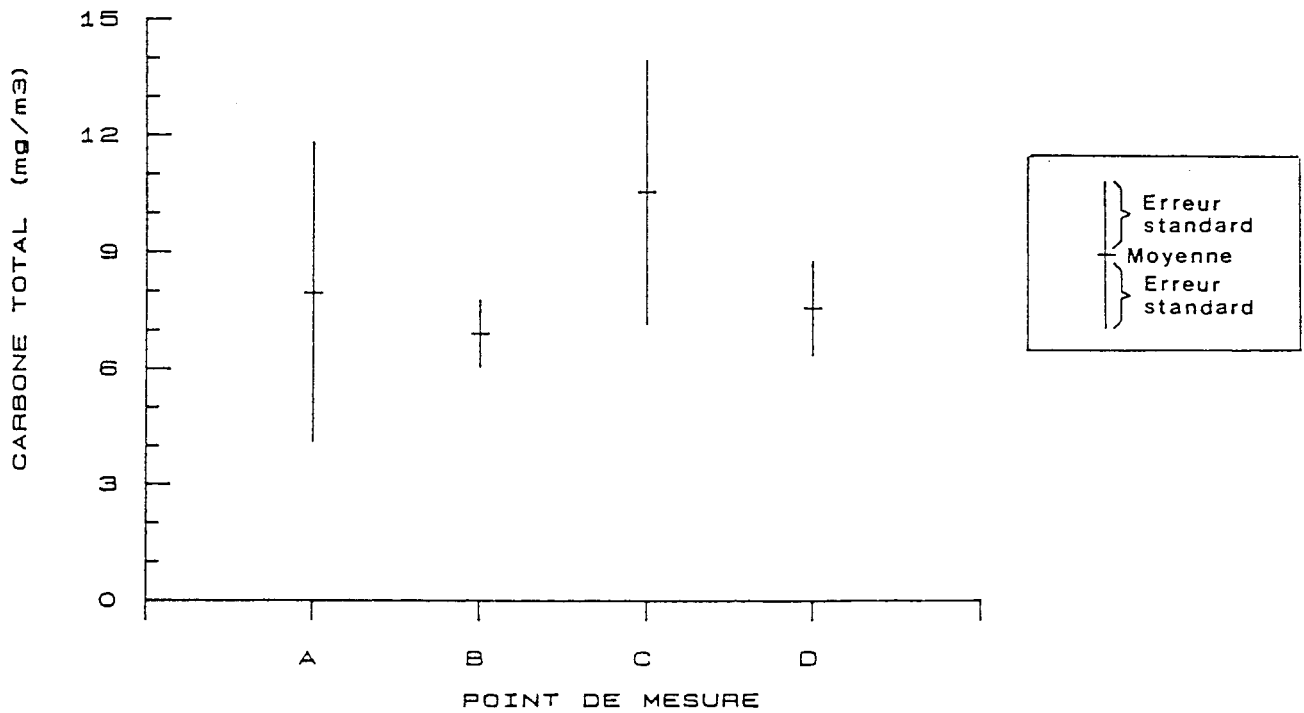
FLAMANVILLE 1976-78: Mai, Juillet, Septembre

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
A	3	7.95 3.85	14.67
B	16	6.89 0.85	13.19
C	3	10.53 3.38	19.33
D	6	7.54 1.20	15.50

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: $H = 1.53$
Niveau de signification: 0.67

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



AZOTE ORGANIQUE

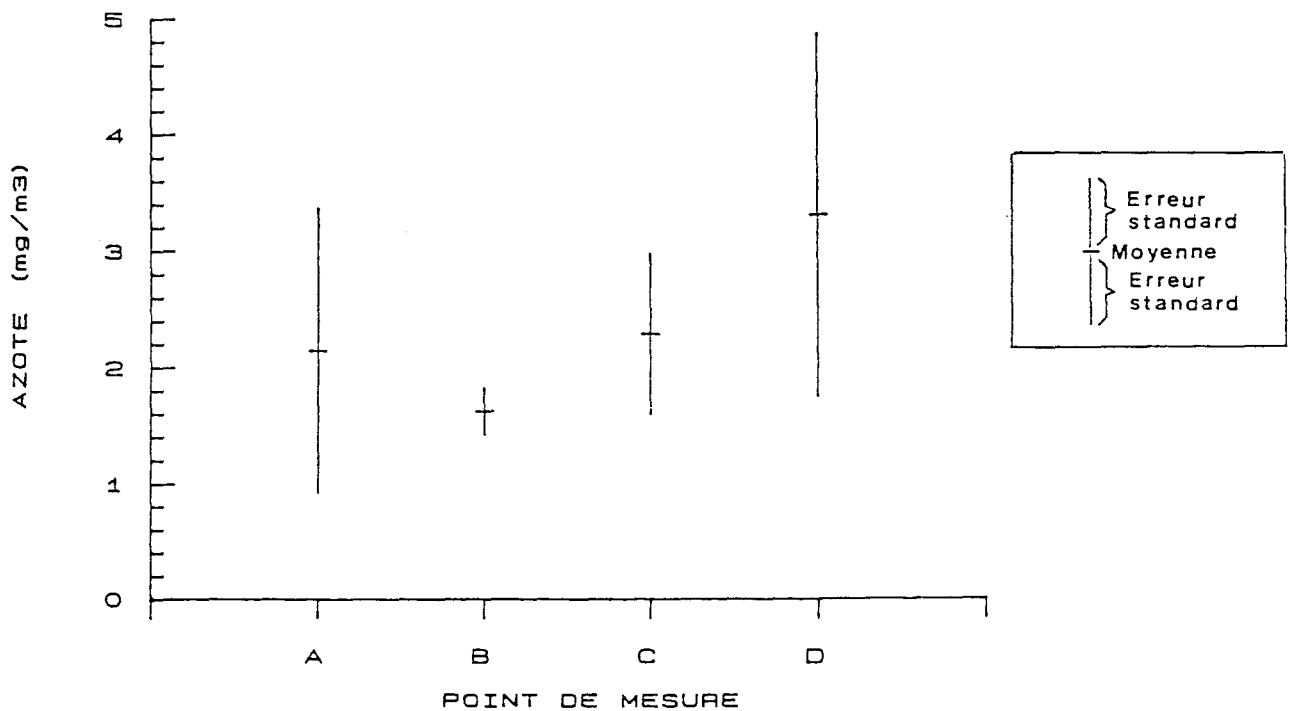
FLAMANVILLE 1976-78 : Mai, Juillet, Septembre

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
A	3	2.15 1.22	14.00
B	16	1.62 0.20	13.00
C	3	2.29 0.69	18.00
D	6	3.31 1.56	17.00

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: $H = 1.64$
Niveau de signification: 0.65

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

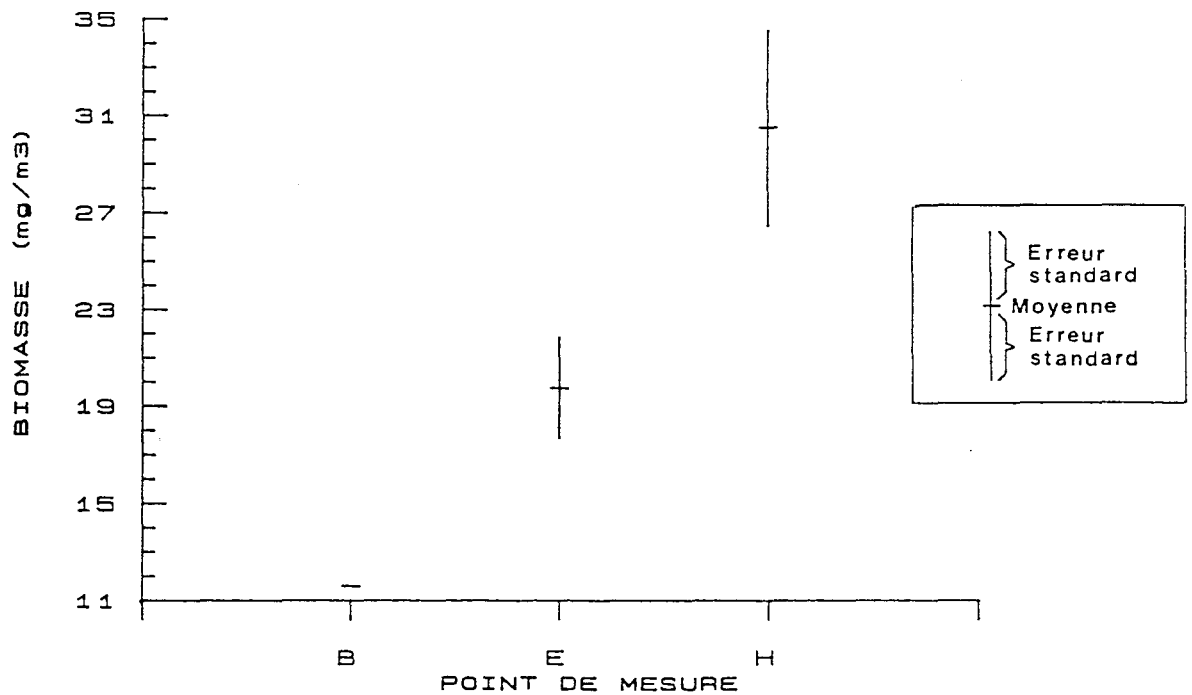
FLAMANVILLE 1983-1986

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
B	1	11.60 0.00	1.00
E	11	19.75 2.08	9.00
H	10	30.47 4.01	15.30

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: $H = 7.67$
Niveau de signification: 0.02

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



TEST NON-PARAMETRIQUE DE COMPARAISON MULTIPLE

STATIONS	Z_{Hj1}	HYPOTHESE D'EGALITE
B - E	-1.18	REJETEE
E - H	-2.23	REJETEE
B - H	-2.10	REJETEE

Valeur critique de $Z = -2.39$
($k = 2, \alpha = 0.05$)

STATION	GROUPES HOMOGENES
B	*
E	*
H	*

CARBONE TOTAL

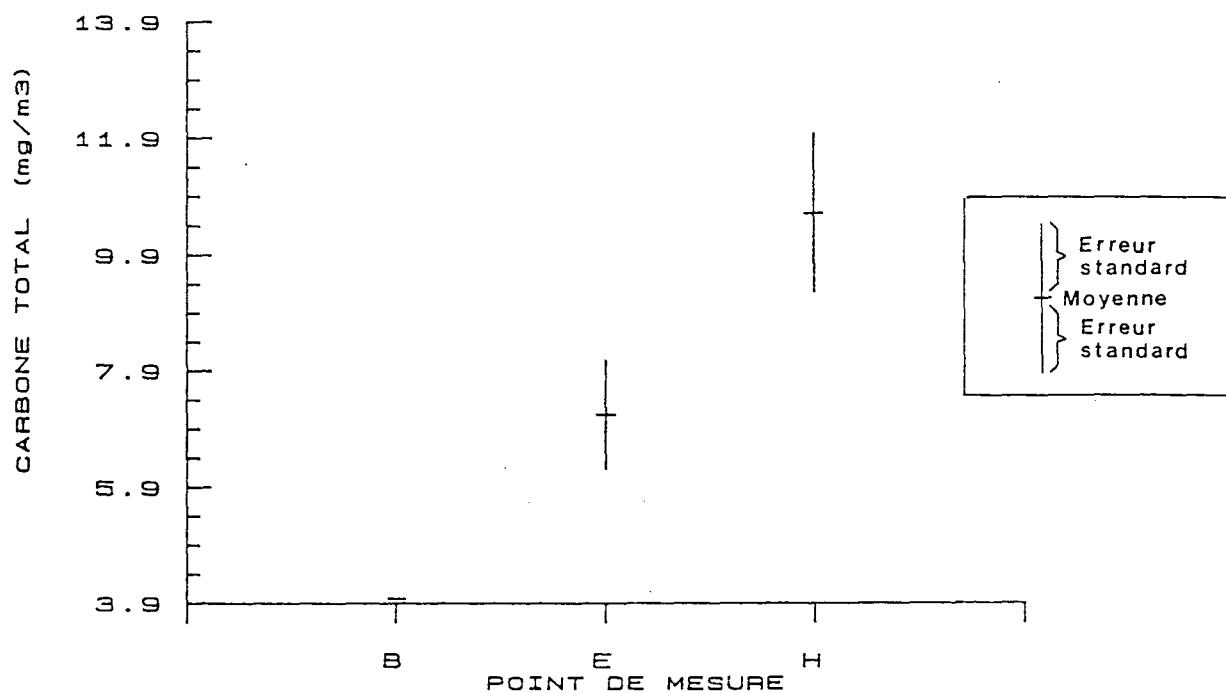
FLAMANVILLE 1983-1986

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et (mg.m-3)	ERREUR STANDARD	RANG MOYEN
B	1	3.98	0.00	1.00
E	11	7.15	0.92	8.90
H	10	10.61	1.35	15.40

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: $H = 7.97$
Niveau de signification: 0.02

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



TEST NON PARAMETRIQUE DE COMPARAISON MULTIPLE

STATIONS	Z_{Hj1}	HYPOTHESE D'EGALITE
B - E	-1.17	REJETEE
E - H	-2.30	REJETEE
B - H	-2.11	REJETEE

Valeur critique de $Z = -2.39$
($k = 2$, $\alpha = 0.05$)

STATION	GROUPES HOMOGENES
B	*
E	*
H	*

AZOTE ORGANIQUE

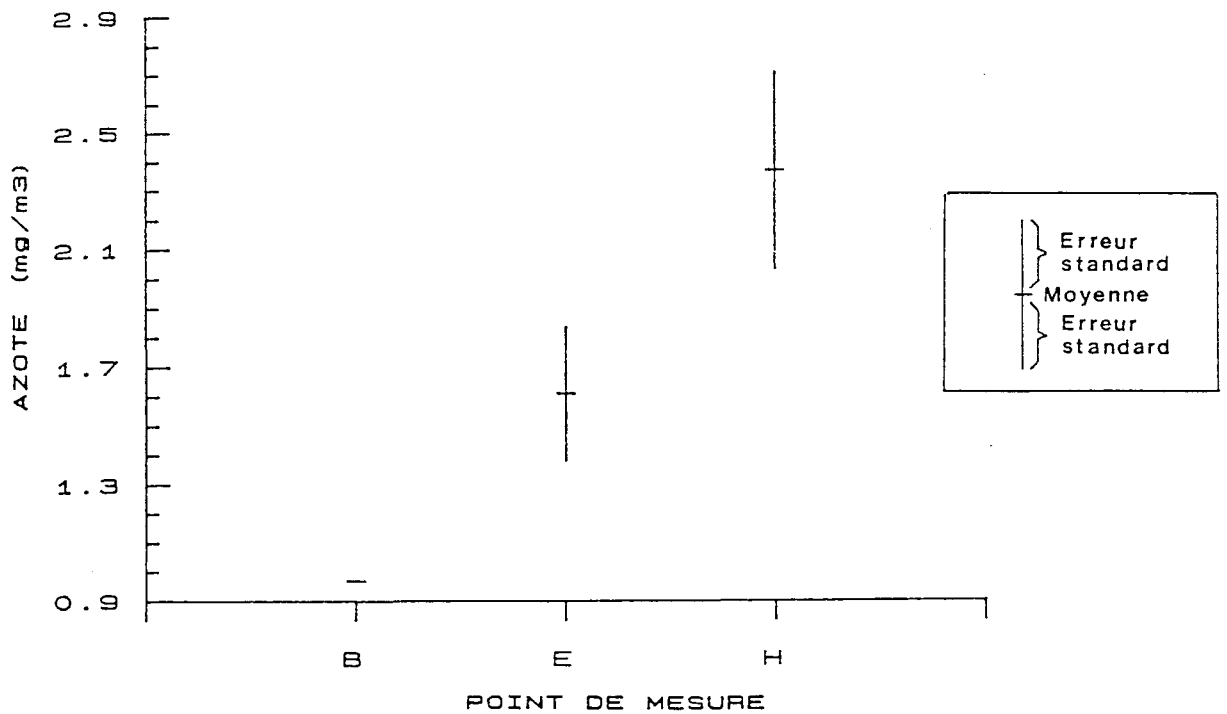
FLAMANVILLE 1983-1986

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
B	1	0.97 0.00	2.00
E	11	1.61 0.23	9.09
H	10	2.37 0.34	15.10

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: H = 6.73
Niveau de signification: 0.03

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



TEST NON PARAMETRIQUE DE COMPARAISON MULTIPLE

STATIONS	Z_{Hj1}	HYPOTHESE D'EGALITE
B - E	-1.05	REJETEE
E - H	-2.12	REJETEE
B - H	-1.92	REJETEE

Valeur critique de Z = -2.39
(k = 2 , α = 0.05)

STATION	GROUPES HOMOGENES
B	*
E	*
H	*

côte, ce qui avait déjà été suggéré dans les rapports antérieurs (QUINTIN, 1986, 1987), et confirme la nécessité du choix d'un point de référence à proximité de la côte. Quant au point B, il est difficile de statuer sur son cas à partir d'une valeur unique.

Le test de comparaison multiple montre que les échantillons correspondant aux points B, E et H sont tous différents au seuil de signification de 5 %, ce qui indique bien une hétérogénéité spatiale pour la période 1983-1986.

* Etude d'impact 1987 (pl. 2.7 à 2.9).

Le test de Kruskal-Wallis appliqué à la biomasse ($H = 4,44$), au carbone total ($H = 4,32$) et à l'azote ($H = 4,85$) ne dépasse pas la valeur critique $\chi^2_{0,05}(3) = 7,81$, ce qui tend à montrer que, malgré l'échauffement dû au rejet des circuits de refroidissement de la Centrale électronucléaire, l'hypothèse H_0 étant retenue au seuil de 5 %, l'homogénéité spatiale n'est pas rompue.

Les valeurs moyennes de biomasse (14 mg.m^{-3}), de carbone (5 mg.m^{-3}), d'azote (1 mg.m^{-3}), tous points confondus, sont légèrement plus faibles que celles des deux groupes d'années précédemment étudiées. Etudions plus en détail les échantillons de l'année 1987.

2.4.2.2. Variations spatiale en 1987.

Trois périodes de l'année sont étudiées séparément : mai, juillet, septembre. La variable utilisée dans les tests statistiques est la valeur de chaque paramètre par prélèvement sur la colonne d'eau. Les points de mesures sont : canal d'amenée, rejet, contrôle, référence. Chaque point a fait l'objet d'une seule station.

* Mai 1987 (pl. 2.10 à 2.12).

Le test de Kruskal-Wallis dépasse la valeur critique $\chi^2_{0,05}(2) = 5,99$ pour la biomasse ($H = 14,39$), le carbone total ($H = 15,17$) et l'azote ($H = 15,19$), ce qui conduit au rejet de l'hypothèse H_0 et à l'acceptation de l'hypothèse H_1 indiquant l'hétérogénéité spatiale.

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

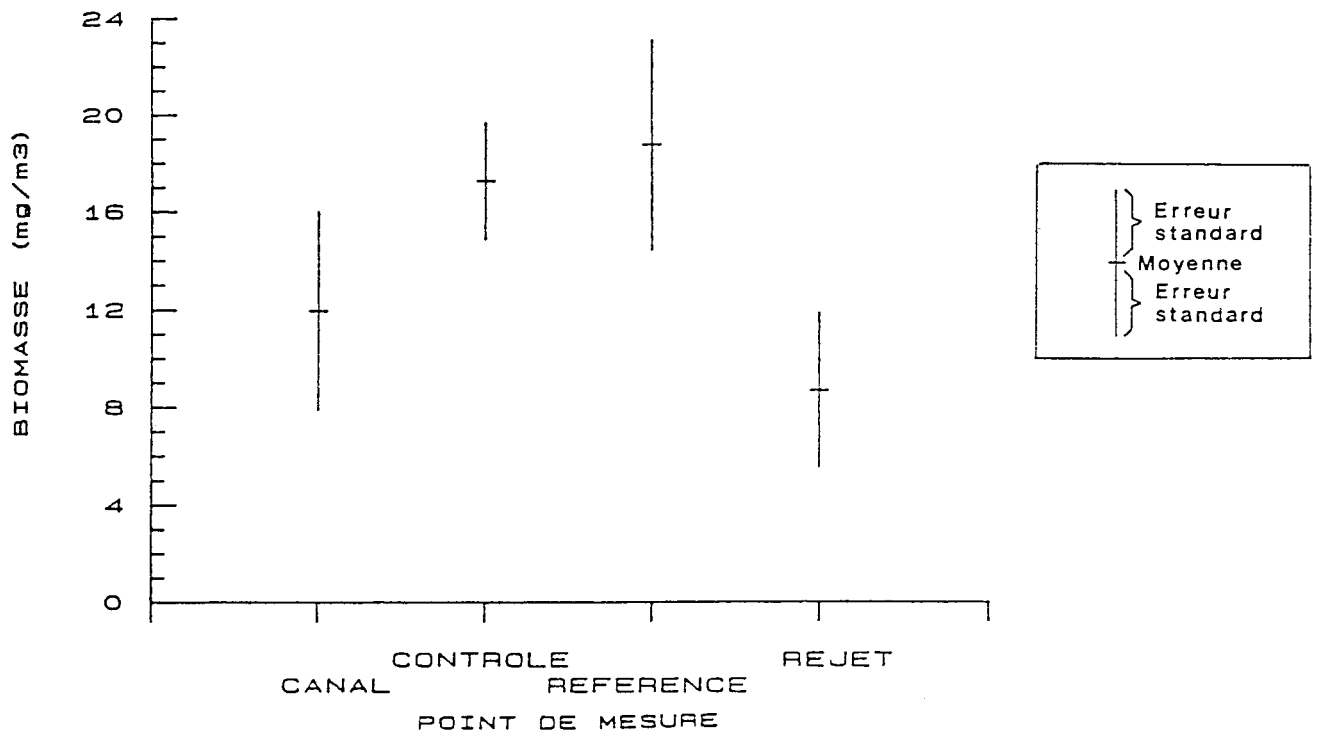
FLAMANVILLE 1987

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
CANAL	3	11.94 4.04	5.00
CONTROLE	2	17.27 2.40	8.50
REFERENCE	3	18.75 4.32	8.00
REJET	3	8.69 3.16	3.34

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: $H = 4.44$
 Niveau de signification: 0.22

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



CARBONE TOTAL

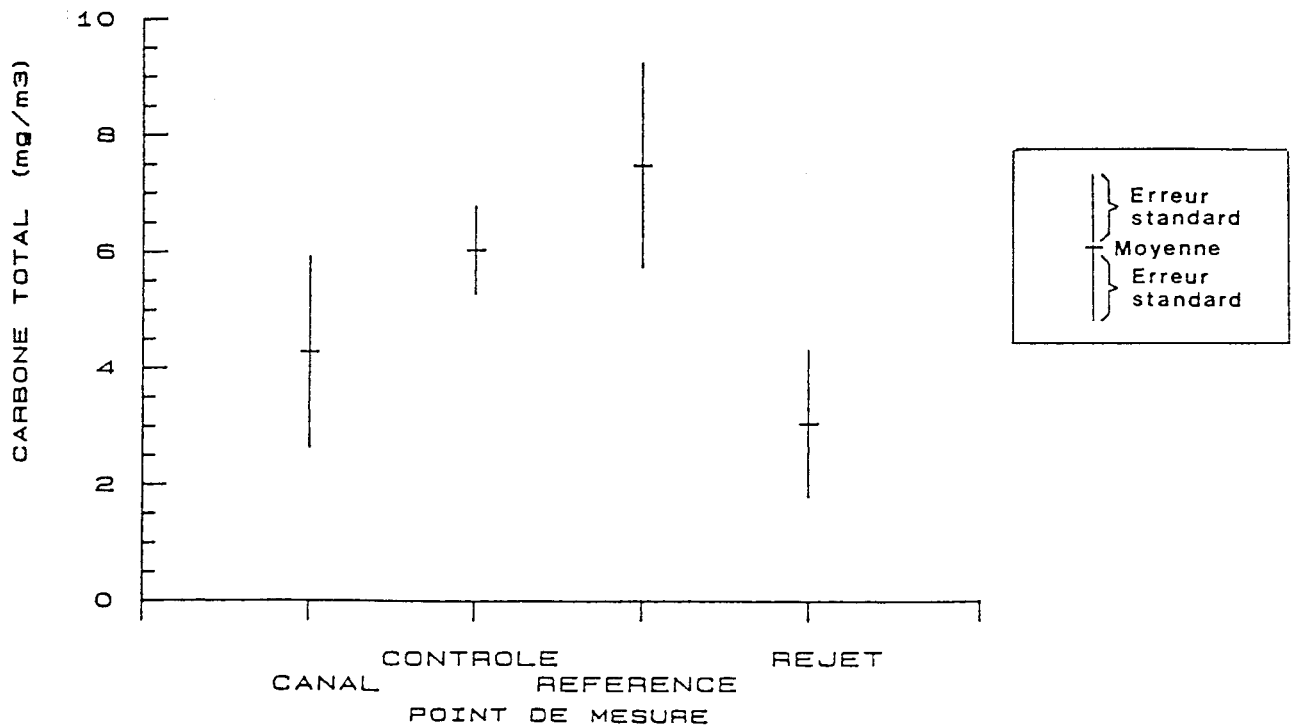
FLAMANVILLE 1987

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
CANAL	3	4.28 1.64	4.67
CONTROLE	2	6.04 0.74	7.50
REFERENCE	3	7.50 1.75	8.67
REJET	3	3.05 1.26	3.67

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: $H = 4.32$
Niveau de signification: 0.23

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



AZOTE ORGANIQUE

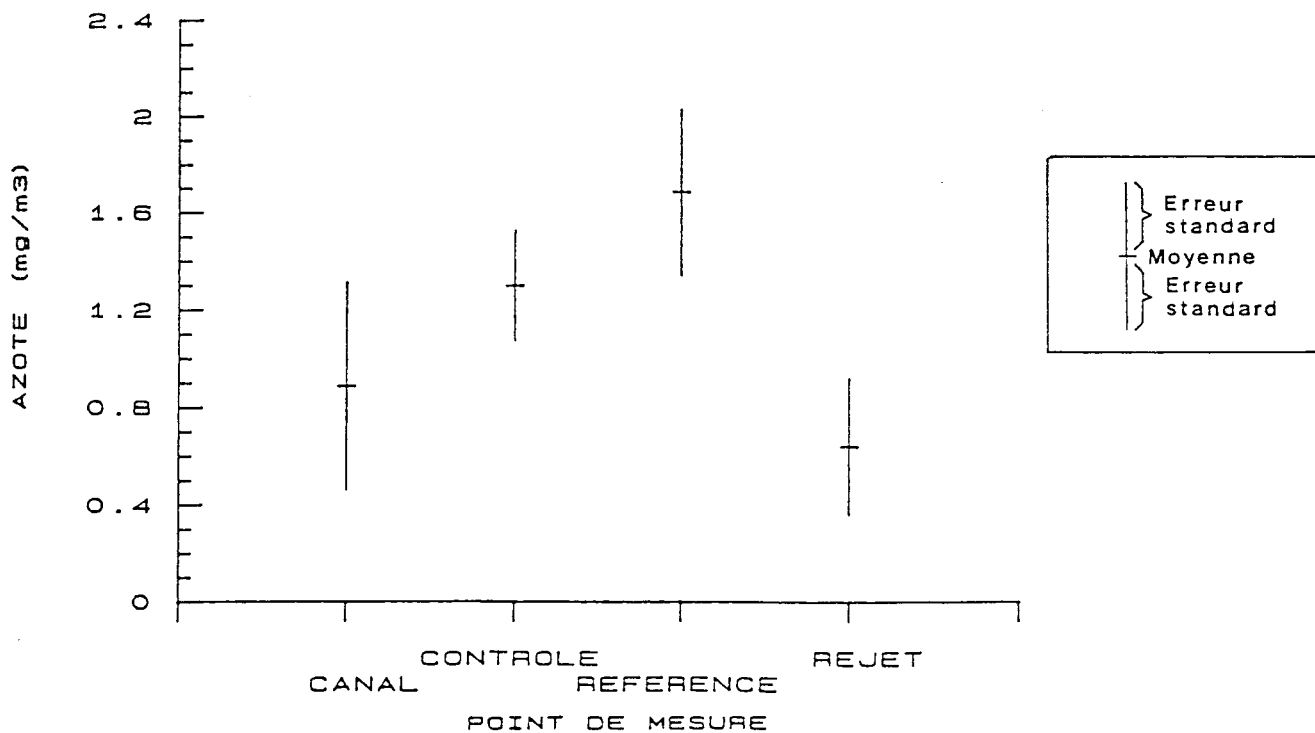
FLAMANVILLE 1987

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m ⁻³)	ERREUR STANDARD	RANG MOYEN
CANAL	3	0.89	0.43	5.00
CONTROLE	2	1.31	0.23	7.00
REFERENCE	3	1.69	0.34	9.00
REJET	3	0.64	0.28	3.34

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: H = 4.85
Niveau de signification: 0.18

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

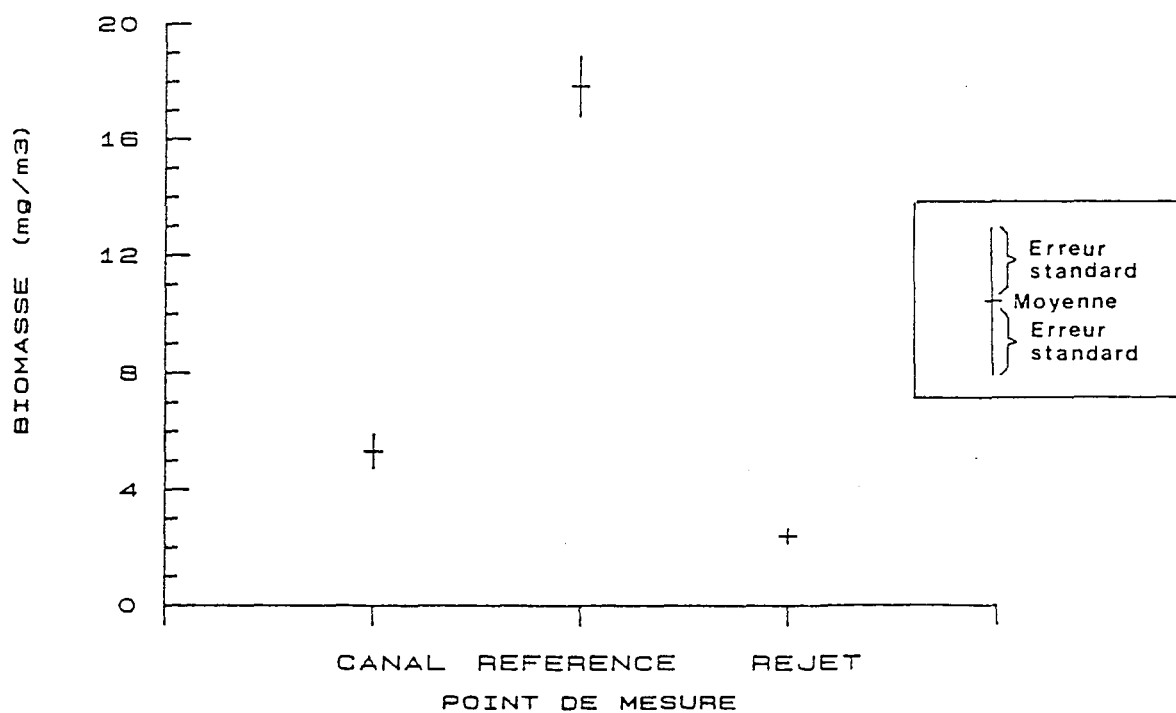
FLAMANVILLE 7 Mai 1987

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
CANAL	6	5.33 0.57	9.17
REFERENCE	6	17.86 1.03	15.50
REJET	6	2.40 0.24	3.84

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: H = 14.39
Niveau de signification: 7.49E-4

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



TEST NON PARAMETRIQUE DE COMPARAISON MULTIPLE

ETAPE	STATIONS	q _{kw}	p'	q _{0.05;∞;p'}	HYPOTHESE D'EGALITE
1	REFERENCE-REJET	5.35	3	3.314	REJETEE
2	CANAL -REJET	3.62	2	2.772	REJETEE
3	REFERENCE-CANAL	4.30	2	2.772	REJETEE

STATION	GROUPES HOMOGENES
REJET	*
CANAL	*
REFERENCE	*

CARBONE TOTAL

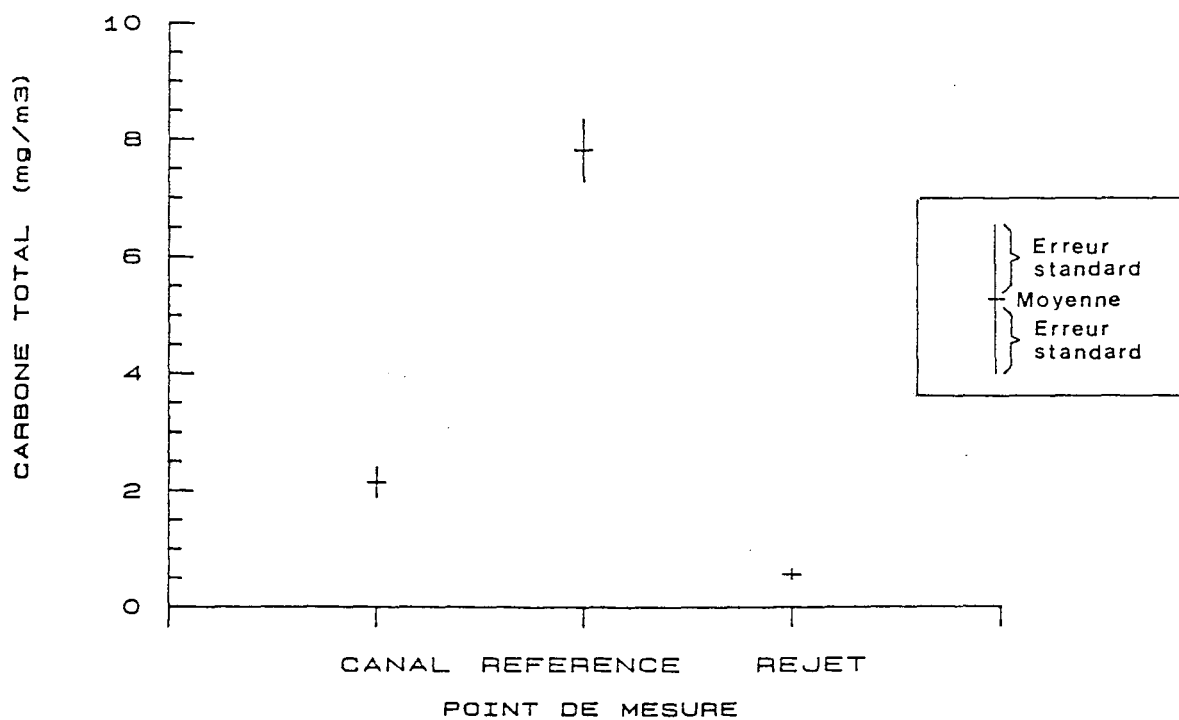
FLAMANVILLE 7 Mai 1987

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
CANAL	6	2.15 0.25	9.50
REFERENCE	6	7.82 0.52	15.50
REJET	6	0.57 0.09	3.50

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: $H = 15.17$
Niveau de signification: $5.07E-4$

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



TEST NON PARAMETRIQUE DE COMPARAISON MULTIPLE

ETAPE	STATIONS	q _{kw}	p'	q _{0.05;w;p'}	HYPOTHESE D'EGALITE
1	REFERENCE-REJET	5.50	3	3.314	REJETEE
2	CANAL -REJET	4.07	2	2.772	REJETEE
3	REFERENCE-CANAL	4.07	2	2.772	REJETEE

STATION	GROUPES HOMOGENES
REJET	*
CANAL	*
REFERENCE	*

AZOTE ORGANIQUE

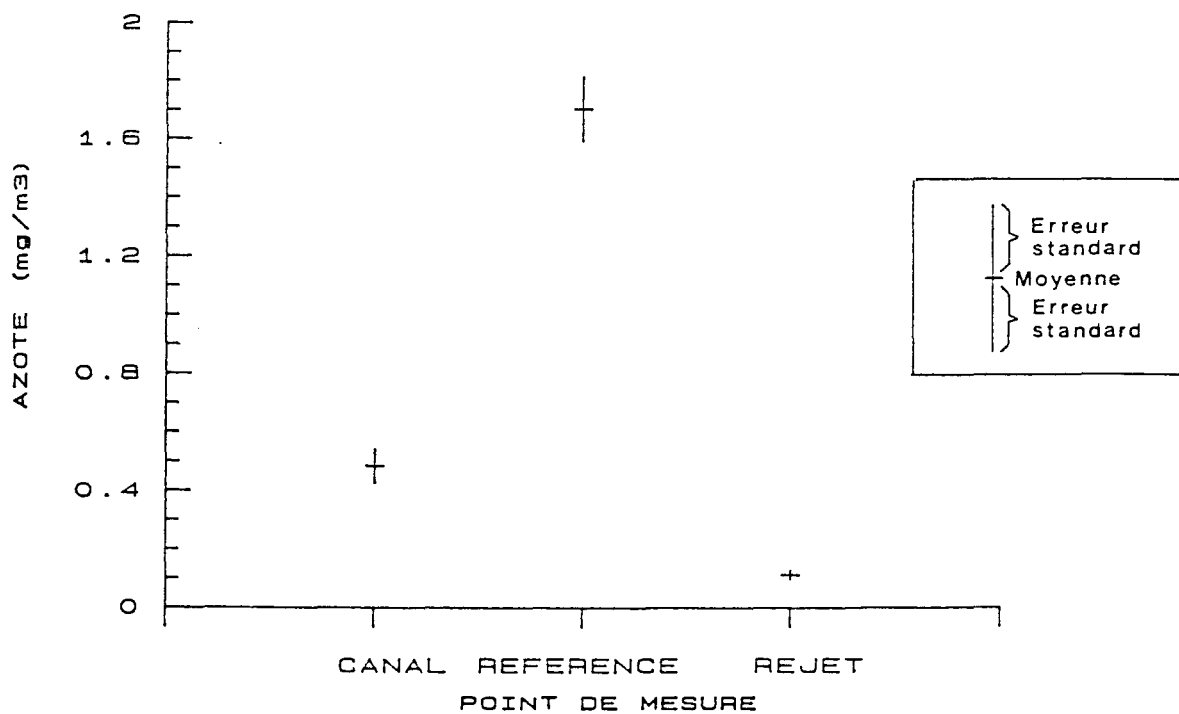
FLAMANVILLE 7 Mai 1987

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
CANAL	6	0.48 0.06	9.50
REFERENCE	6	1.70 0.11	15.50
REJET	6	0.11 0.02	3.50

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: $H = 15.19$
Niveau de signification: $5.03E-4$

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



TEST NON PARAMETRIQUE DE COMPARAISON MULTIPLE

ETAPE	STATIONS	q _{kw}	p'	q _{0.05;∞;p'}	HYPOTHESE D'EGALITE
1	REFERENCE-REJET	5.50	3	3.314	REJETEE
2	CANAL -REJET	4.07	2	2.772	REJETEE
3	REFERENCE-CANAL	4.07	2	2.772	REJETEE

STATION	GROUPES HOMOGENES
REJET	*
CANAL	*
REFERENCE	*

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

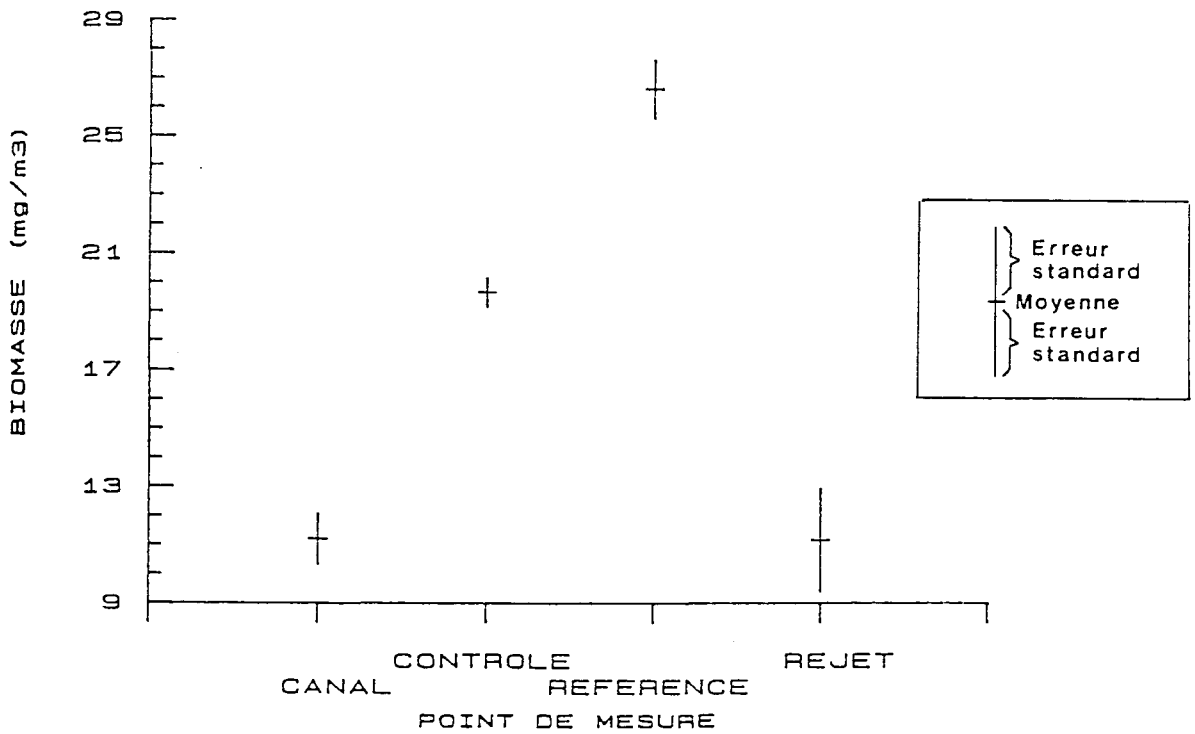
FLAMANVILLE 17 Juillet 1987

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
CANAL	6	11.22 0.87	6.84
CONTROLE	6	19.66 0.49	15.50
REFERENCE	6	26.63 1.01	21.50
REJET	6	11.18 1.79	6.17

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: H = 19.47
Niveau de signification: 2.19E-4

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



TEST NON PARAMETRIQUE DE COMPARAISON MULTIPLE

ETAPE	STATIONS	q kw	p'	q 0.05; w; p'	HYPOTHESE D'EGALITE
1	REFERENCE-REJET	5.31	4	3.633	REJETEE
3	CONTROLE -REJET	4.28	3	3.314	REJETEE
2	REFERENCE-CANAL	6.72	3	3.314	REJETEE
4	CONTROLE -CANAL	5.88	2	2.772	REJETEE
6	CANAL -REJET	0.45	2	2.772	ACCEPTEE
5	REFERENCE-CONTROLE	4.07	2	2.772	REJETEE

STATION	GROUPES HOMOGENES
REJET	*
CANAL	*
REFERENCE	*
CONTROLE	*

Le point de référence échantillonné n'est autre que le point H et montre des valeurs moyennes plus fortes que celles du canal et du rejet. Nous avons vu précédemment qu'il était "naturellement" plus riche que les points côtiers, or ses moyennes de 18 mg.m^{-3} en biomasse, $7,8 \text{ mg.m}^{-3}$ en carbone total et $1,7 \text{ mg.m}^{-3}$ en azote sont proches des valeurs moyennes tous points confondus du mois de mai de l'année type 1976-1986 soit respectivement 20 mg.m^{-3} , $7,2 \text{ mg.m}^{-3}$ et $2,2 \text{ mg.m}^{-3}$ (IFREMER, 1988). Il y a donc une chute naturelle de la richesse sur le site de Flamanville au mois de mai 1987. Les moyennes observées au point rejet sont cependant inférieures à celles du canal d'amenée.

Le test de comparaison multiple confirme nos dires en montrant que les trois groupes d'échantillons sont différents les uns des autres.

* Juillet 1987 (pl. 2.13 à 2.15).

La valeur critique $\chi^2_{0,05(3)} = 7,81$ est dépassée pour la biomasse ($H = 19,47$), le carbone total ($H = 19,49$) et l'azote ($H = 20,04$) pour les échantillons des quatre points de prélèvements. Il y a donc hétérogénéité spatiale.

Le point de référence a été choisi plus près de la côte afin de réduire l'hétérogénéité spatiale due à l'éloignement vers le large, constatée pour le point H. La richesse de ce point pour la biomasse, le carbone total et l'azote (respectivement $26,6 \text{ mg.m}^{-3}$, $10,3 \text{ mg.m}^{-3}$ et $2,3 \text{ mg.m}^{-3}$) est proche de celle du mois de juillet de l'année type 1976-1986 (respectivement $26,7 \text{ mg.m}^{-3}$, $9,8 \text{ mg.m}^{-3}$ et $2,3 \text{ mg.m}^{-3}$; IFREMER, 1988). Le point contrôle montre des valeurs légèrement inférieures. Les points canal et rejet présentent des moyennes deux à trois fois plus faibles que celles du point de référence.

Le test de comparaison multiple indique une hétérogénéité spatiale, seuls les échantillons des points canal et rejet formant des groupes homogènes. L'hypothèse d'un impact de la centrale sur le milieu serait-elle envisageable pour ce mois de juillet 1987 ? (voir interprétation biologique).

CARBONE TOTAL

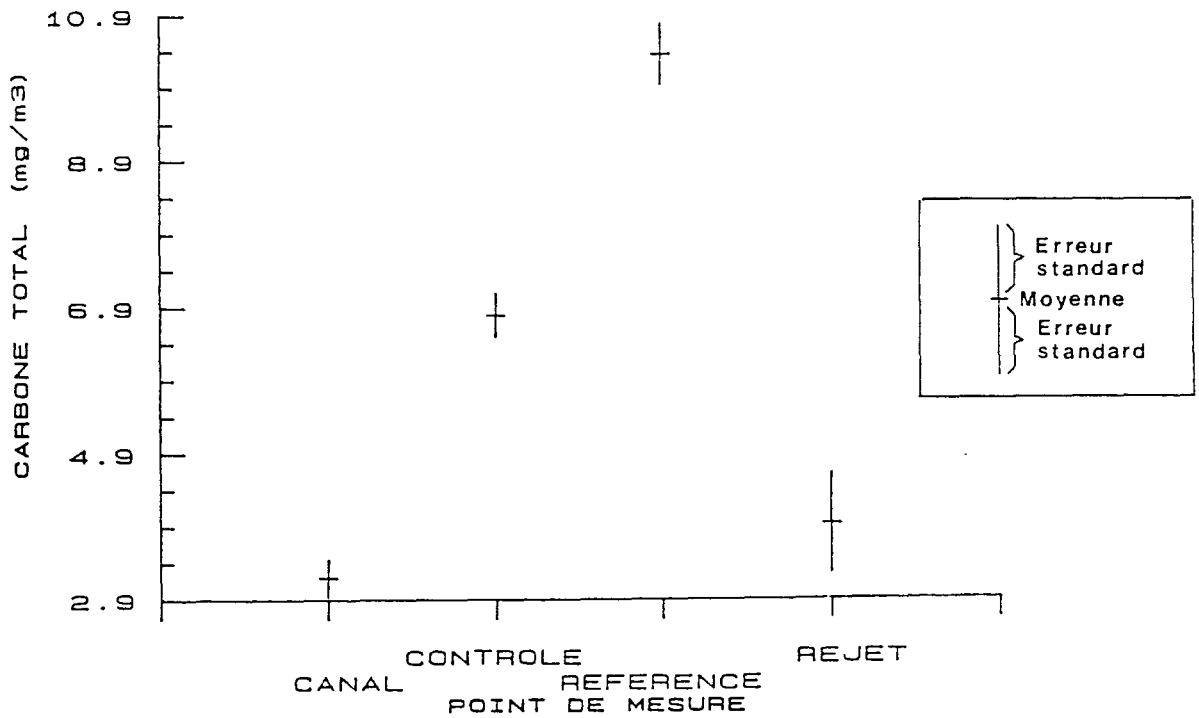
FLAMANVILLE 17 Juillet 1987

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
CANAL	6	3.20 0.25	6.17
CONTROLE	6	6.78 0.29	15.50
REFERENCE	6	10.34 0.42	21.50
REJET	6	3.93 0.68	6.83

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: $H = 19.49$
Niveau de signification: $2.17E-4$

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



TEST NON PARAMETRIQUE DE COMPARAISON MULTIPLE

ETAPE	STATIONS	q _{kw}	p'	q _{0.05; p'}	HYPOTHESE D'EGALITE
1	REFERENCE-CANAL	5.31	4	3.633	REJETEE
3	CONTROLE -CANAL	4.28	3	3.314	REJETEE
2	REFERENCE-REJET	6.72	3	3.314	REJETEE
4	CONTROLE -REJET	5.88	2	2.772	REJETEE
6	REJET -CANAL	0.45	2	2.772	ACCEPTEE
5	REFERENCE-CONTROLE	4.07	2	2.772	REJETEE

STATION	GROUPES HOMOGENES
REJET	*
CANAL	*
REFERENCE	*
CONTROLE	*

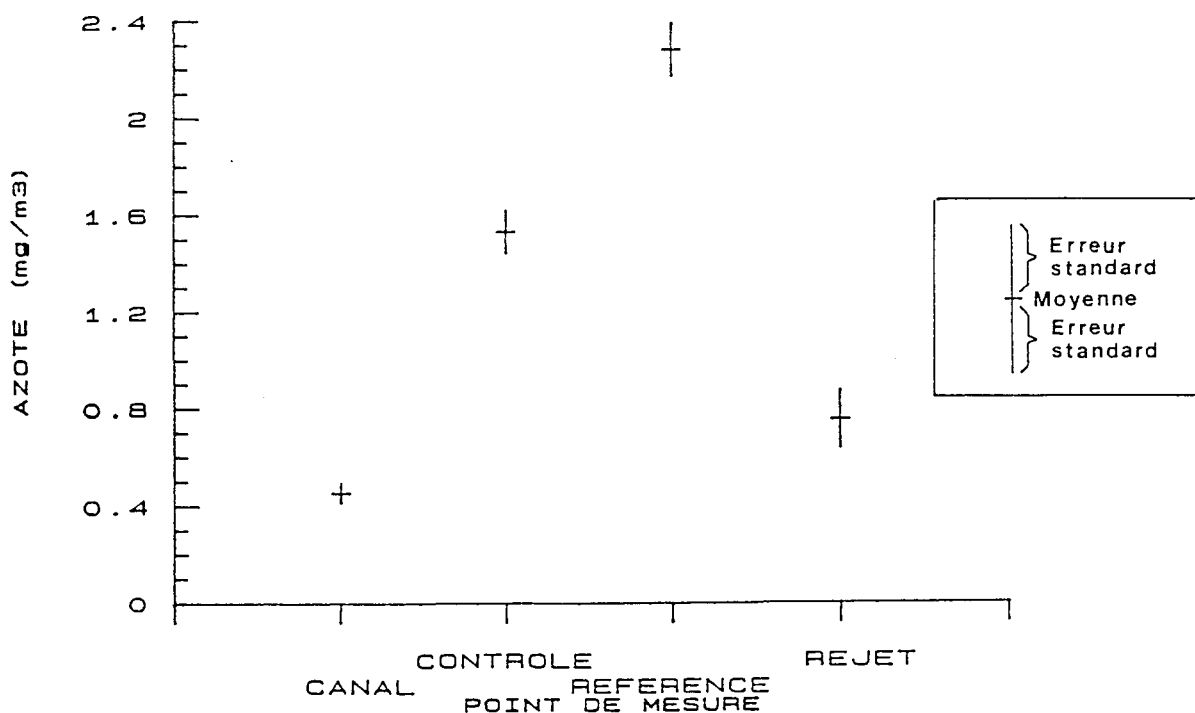
AZOTE ORGANIQUE

FLAMANVILLE 17 Juillet 1987

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
CANAL	6	0.45 0.04	4.67
CONTROLE	6	1.53 0.09	15.67
REFERENCE	6	2.27 0.11	21.34
REJET	6	0.75 0.12	8.34

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: $H = 20.04$
Niveau de signification: $1.66E-4$

TRACE DES MOYENNES \pm ou $-$ UNE ERREUR STANDARD

TEST NON PARAMETRIQUE DE COMPARAISON MULTIPLE

ETAPE	STATIONS	q _{kw}	p'	q _{0.05; p'}	HYPOTHESE D'EGALITE
1	REFERENCE-CANAL	5.77	4	3.633	REJETEE
3	CONTROLE -CANAL	5.04	3	3.314	REJETEE
2	REFERENCE-REJET	5.96	3	3.314	REJETEE
4	CONTROLE -REJET	4.98	2	2.772	REJETEE
6	REJET -CANAL	2.49	2	2.772	ACCEPTEE
5	REFERENCE-CONTROLE	3.85	2	2.772	REJETEE

STATION	GROUPES HOMOGENES
REJET	*
CANAL	*
REFERENCE	*
CONTROLE	*

BIOMASSE ZOOPLANCTONIQUE

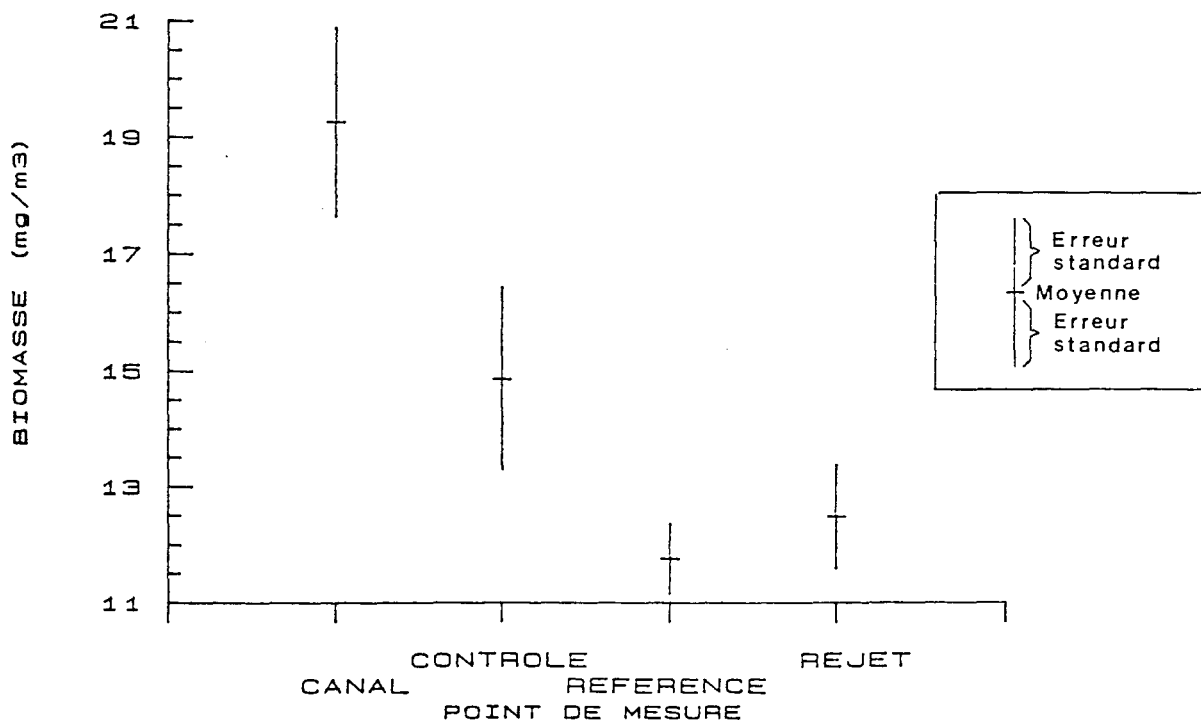
FLAMANVILLE 1 Sept. 1987

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
CANAL	6	19.26 1.62	20.17
CONTROLE	6	14.87 1.58	13.00
REFERENCE	6	11.76 0.61	7.50
REJET	6	12.48 0.90	9.34

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: H = 11.29
Niveau de signification: 0.01

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



TEST NON PARAMETRIQUE DE COMPARAISON MULTIPLE

ETAPE	STATIONS	q _{kw}	p'	q _{0.05; p'}	HYPOTHESE D'EGALITE
1	CANAL -REFERENCE	4.38	4	3.633	REJETEE
3	CANAL -CONTROLE	3.29	3	3.314	ACCEPTEE
2	CANAL -REJET	4.97	3	3.314	REJETEE
5	CONTROLE-REJET	2.49	2	2.772	ACCEPTEE
6	REJET -REFERENCE	1.24	2	2.772	ACCEPTEE
4	CONTROLE-REFERENCE	3.74	2	2.772	REJETEE

STATION	GROUPES HOMOGENES
CANAL	*
CONTROLE	* *
REJET	* *
REFERENCE	*

* Septembre 1987 (pl. 2.16 à 2.18).

Tous les points sont situés à proximité de la côte afin de limiter le risque d'hétérogénéité spatiale naturelle du milieu. Le test de Kruskal-Wallis dépasse le $\chi^2_{0,05(3)} = 7,81$ pour la biomasse ($H = 11,29$), le carbone total ($H = 10,7$) et l'azote ($H = 9,49$) ce qui indique une hétérogénéité spatiale.

Le tracé des moyennes pour les différents points montre que les estimateurs de la biomasse présentent des valeurs plus fortes au canal qu'aux autres points. Ces valeurs sont dans la gamme de celles du mois de septembre de l'année type 1976-1986 dont les moyennes, tous points confondus, sont de 19 mg.m^{-3} en biomasse, 5 mg.m^{-3} en carbone total et $1,2 \text{ mg.m}^{-3}$ en azote (IFREMER, 1988).

Le test de comparaison multiple présente des incohérences dans les résultats de poids sec dues vraisemblablement à des erreurs de type II dont on ne connaît pas le risque. Par contre, pour ce qui est du carbone total et de l'azote, il indique que seul les échantillons du canal d'amenée viennent rompre l'homogénéité spatiale, les échantillons des points rejet, contrôle et référence constituant des groupes homogènes.

2.4.3. Interprétation biologique des variations spatiales en 1987.

L'influence du facteur thermique (pl. 2.19 à 2.21).

Le diagramme température-salinité par colonne d'eau, codé pour les points contrôle (1), référence (2), rejet (3), canal (4), groupés pour les mois de mai, juillet et septembre montre un rassemblement des données dans les gammes de températures respectives de $10-11^\circ\text{C}$, $15-16^\circ\text{C}$, $17-18^\circ\text{C}$. Les plus grands écarts thermiques sont trouvés entre les points de référence et les points de rejet et sont de l'ordre de 1°C .

D'un point de vue pondéral, les représentations graphiques de la biomasse, du carbone total et de l'azote organique corroborent la notion d'hétérogénéité spatiale de l'analyse statistique précédente pour les mois de mai et juillet et celle d'homogénéité pour le mois de septembre entre les échantillons des points référence et rejet.

→ pour le mois de mai et juillet, les points de référence et de rejet sont les plus riches en biomasse, carbone total et azote organique.

CARBONE TOTAL

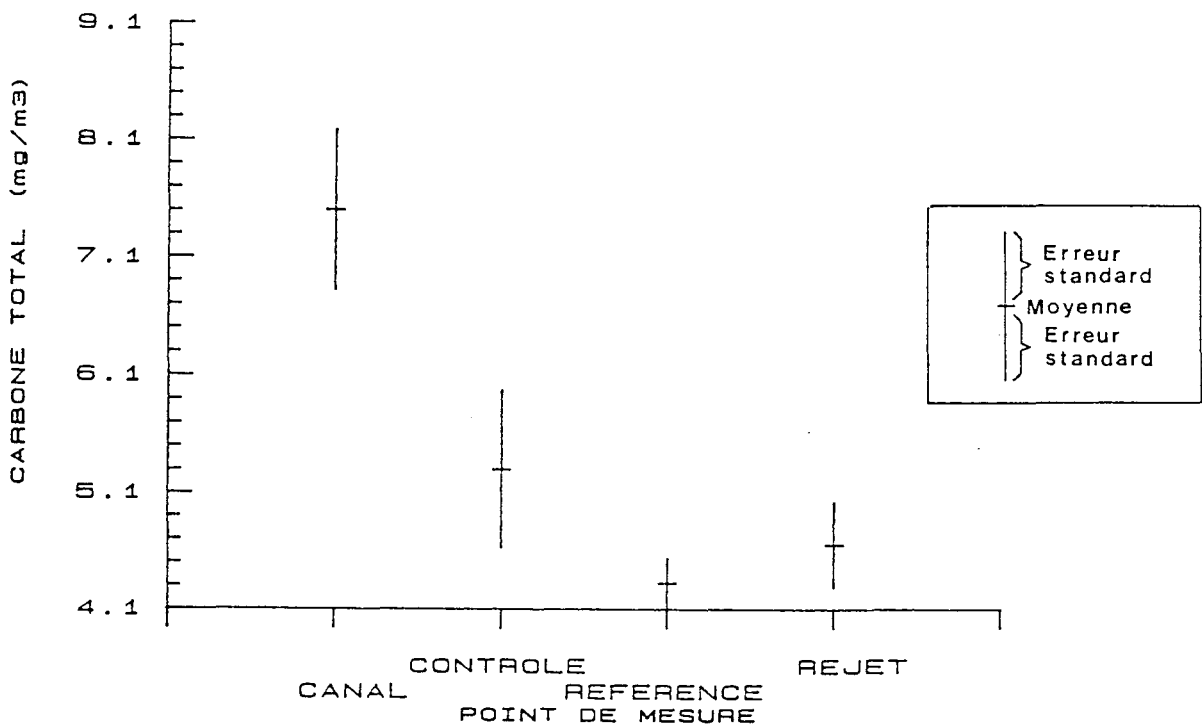
FLAMANVILLE 1 Sept. 1987

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
CANAL	6	7.50 0.68	20.34
CONTROLE	6	5.30 0.67	11.84
REFERENCE	6	4.32 0.21	8.00
REJET	6	4.65 0.36	9.84

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: H = 10.7
Niveau de signification: 0.01

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



TEST NON PARAMETRIQUE DE COMPARAISON MULTIPLE

ETAPE	STATIONS	q _{kw}	p'	q _{0.05; p'}	HYPOTHESE D'EGALITE
1	CANAL -REFERENCE	4.04	4	3.633	REJETEE
3	CANAL -CONTROLE	3.59	3	3.314	REJETEE
2	CANAL -REJET	5.27	3	3.314	REJETEE
5	CONTROLE -REJET	2.49	2	2.772	ACCEPTEE
6	REJET -REFERENCE	0.11	2	2.772	ACCEPTEE
4	REFERENCE-CONTROLE	2.60	2	2.772	ACCEPTEE

STATION	GROUPES HOMOGENES
CANAL	*
CONTROLE	*
REFERENCE	*
REJET	*

AZOTE ORGANIQUE

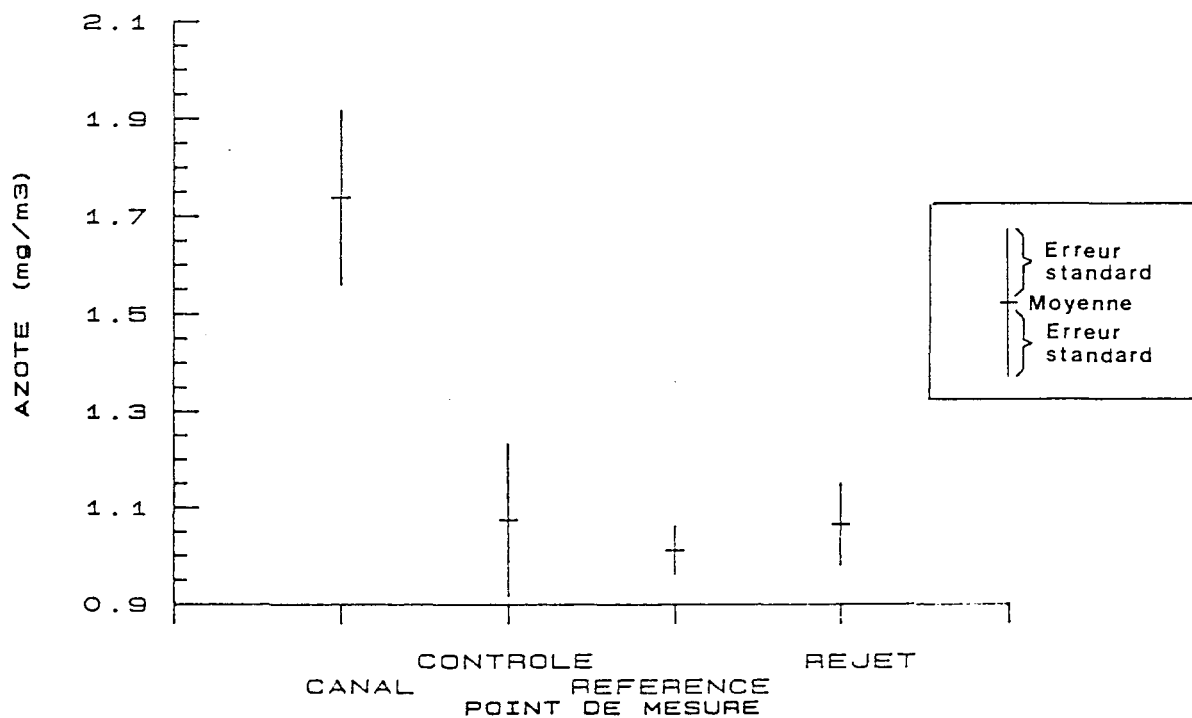
FLAMANVILLE 1 Sept. 1987

TABLEAU DES STATISTIQUES ET TEST DE KRUSKAL-WALLIS

STATION	N	MOYENNE et ERREUR (mg.m-3) STANDARD	RANG MOYEN
CANAL	6	1.74 0.18	20.17
CONTROLE	6	1.08 0.16	9.34
REFERENCE	6	1.01 0.05	10.00
REJET	6	1.07 0.08	10.50

Test statistique de KRUSKAL-WALLIS: $H = 9.49$
Niveau de signification: 0.02

TRACE DES MOYENNES + ou - UNE ERREUR STANDARD



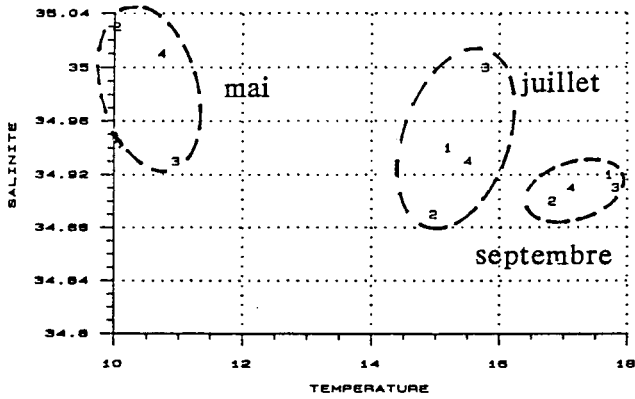
TEST NON PARAMETRIQUE DE COMPARAISON MULTIPLE

ETAPE	STATIONS	q _{kw}	p'	q 0.05; n; p'	HYPOTHESE D'EGALITE
1	CANAL -CONTROLE	3.86	4	3.633	REJETEE
3	CANAL -REJET	4.51	3	3.314	REJETEE
2	REFERENCE-CANAL	4.74	3	3.314	REJETEE
5	REJET -REFERENCE	0.34	2	2.772	ACCEPTEE
6	REFERENCE-CONTROLE	0.56	2	2.772	ACCEPTEE
4	CONTROLE -REJET	0.91	2	2.772	ACCEPTEE

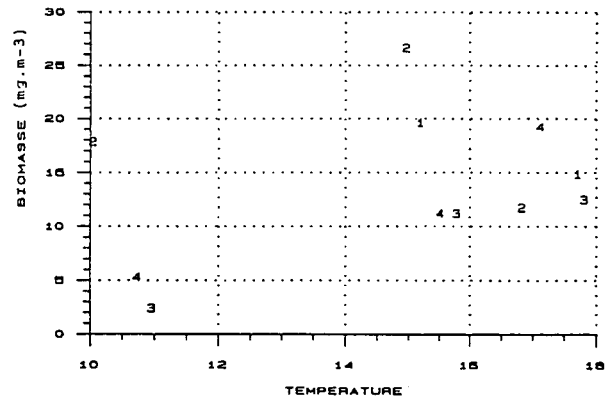
STATION	GROUPES HOMOGENES
CANAL	*
CONTROLE	*
REFERENCE	*
REJET	*

DIAGRAMMES DES DIFFERENTS PARAMETRES
EN FONCTION DE LA TEMPERATURE

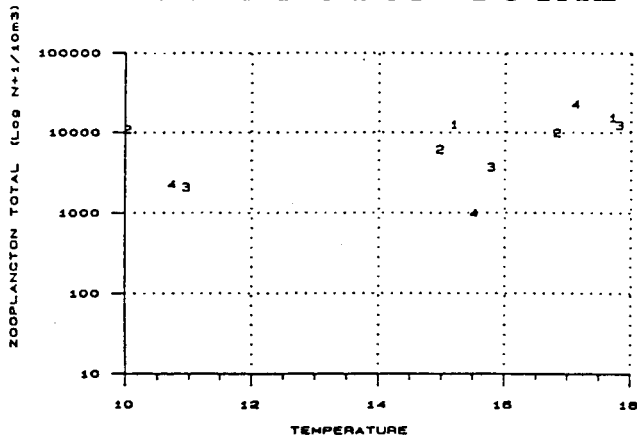
SALINITE



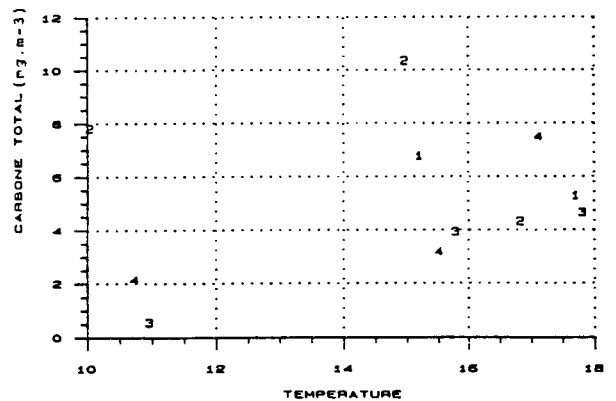
BIOMASSE



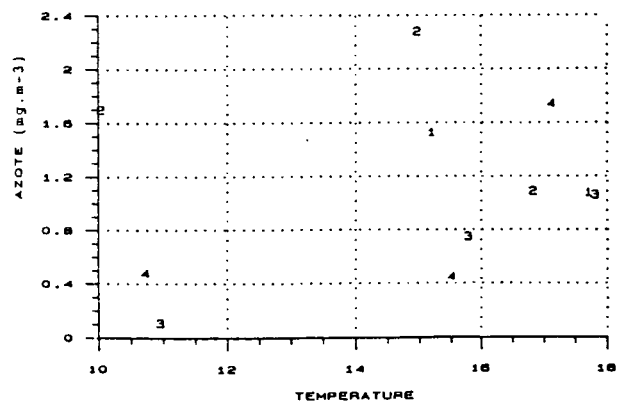
ZOOPLANCTON TOTAL



CARBONE TOTAL



AZOTE



- 1 - CONTROLE
- 2 - REFERENCE
- 3 - REJET
- 4 - CANAL

Nous remarquons :

- la supériorité pondérale des échantillons du point référence sur ceux de tous les autres points en mai et juillet.
- l'inversion pondérale, aux points canal et contrôle, entre les échantillons des mois de juillet et de septembre, le point canal présente des échantillons plus riches pour ce dernier mois.
- les échantillons du point canal sont plus riches que ceux du point rejet en mai et septembre. L'inverse se produit en juillet.

D'un point de vue **quantitatif global**, les populations zooplanktoniques sont plus abondantes au point référence qu'au point rejet en mai, avec respectivement 10 900 contre 2 100 individus par 10 m^3 , et en juillet avec 6 200 contre 3 800 individus par 10 m^3 . Nous observons le phénomène inverse en septembre avec respectivement 10 000 contre 12 000 individus par 10 m^3 , mais ces deux valeurs sont du même ordre de grandeur.

Notons que les précédentes remarques sur les paramètres pondéraux peuvent être réitérées dans le cas présent du nombre total d'individus. Cependant, en juillet, le point contrôle présente des échantillons plus abondants que ceux du point référence, d'où un rapport du poids total sur le nombre total d'individus plus faible au point contrôle.

Une liste qualitative complémentaire des espèces observées fait l'objet de l'annexe 2.1.

2.4.3.1. Mai 1987.

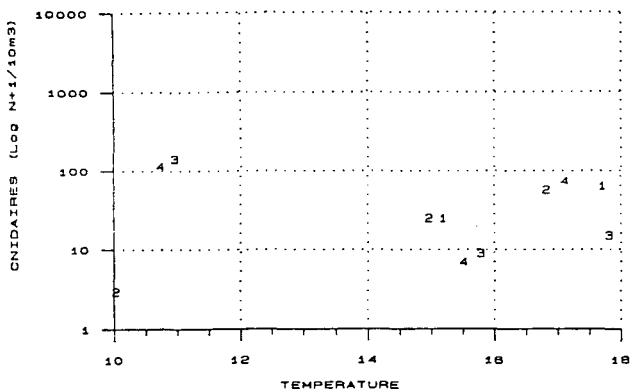
Les échantillons du point référence se différencient de ceux du point rejet essentiellement par le nombre important de copépodes au point H, avec 10 000 ind. par 10 m^3 contre 1 300 ind. par 10 m^3 au r e j e t , imputable comme indiqué précédemment à son éloignement de la côte.

La différence d'abondance entre la sortie et l'entrée des circuits de refroidissement de la Centrale, points rejet et canal, est de 500 ind. par 10 m^3 environ pour les copépodes, mais seulement 200 ind. par 10 m^3 pour le zooplancton total. Il est difficile de parler de

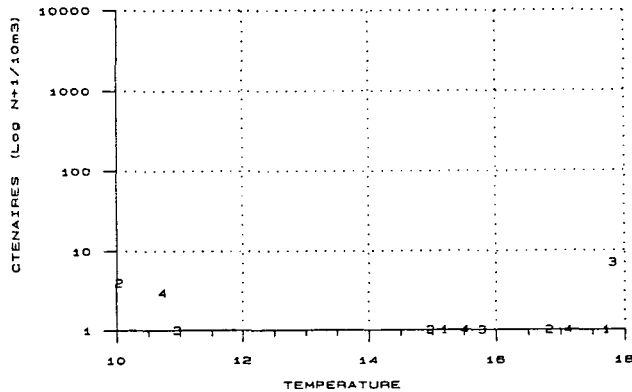
FLAMANVILLE 1987

DIAGRAMMES DES DIFFERENTS PARAMETRES
EN FONCTION DE LA TEMPERATURE

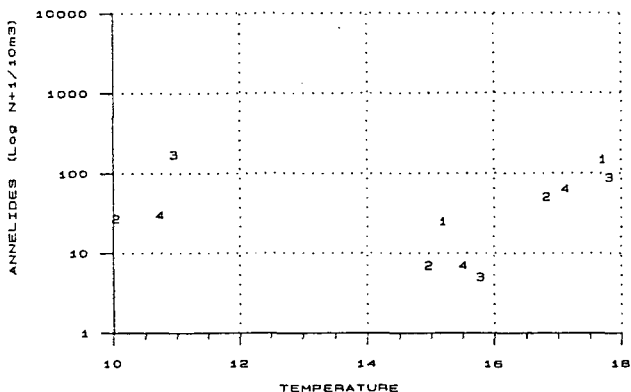
CNIDAIRES



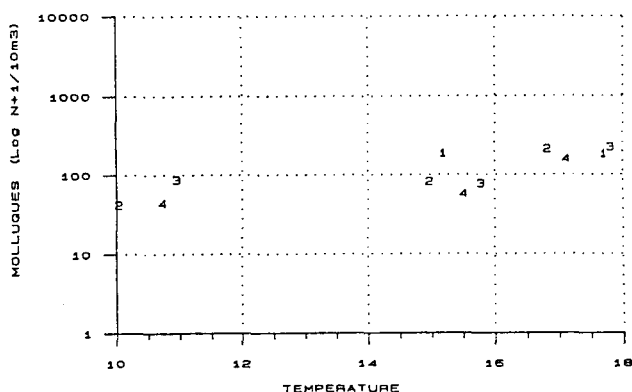
CTENAIRES



ANNELIDES

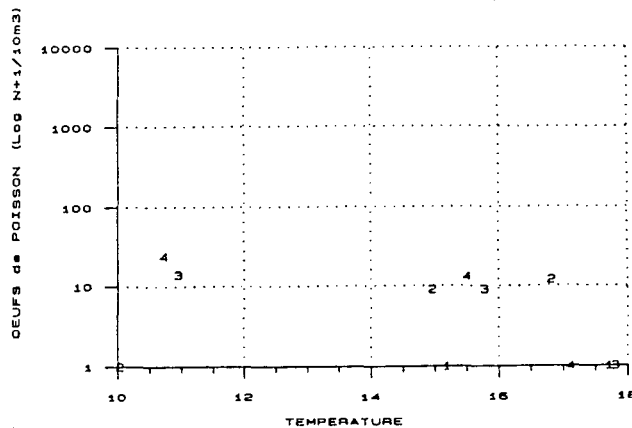


MOLLUSQUES



1 - CONTROLE
2 - REFERENCE
3 - REJET
4 - CANAL

OEUFs DE POISSONS



déficit du fait de la position du point de référence très éloigné de la zone "impactée". La compensation entre ces deux écarts d'abondance est principalement due à une supériorité quantitative des nauplii de cirripèdes, larves d'annélides et de mollusques au rejet par rapport aux autres points. Les cnidaires et les oeufs de poissons sont présents essentiellement à la côte.

2.4.3.2. Juillet 1987.

Quantitativement, l'écart entre les populations zooplanctoniques totales des points rejet et référence est faible comparativement à celui des points canal et contrôle. Ces points présentent des températures sensiblement égales, l'hypothèse d'un effet thermique néfaste de la Centrale sur le milieu est donc à écarter pour ce mois de juillet.

Le point contrôle, avec 13 000 ind. par 10 m^3 composés principalement de 10 900 copépodes, 1 100 Oikopleura dioica, 420 larves de décapodes et 190 larves de mollusques, présente une abondance zooplanctonique plus forte que les autres points, en particulier le point canal dont les 1 000 ind. par 10 m^3 sont essentiellement constitués de 720 copépodes, 130 Oikopleura dioica, 60 larves de mollusques et 30 larves de décapodes. Le phénomène s'inverse uniquement pour les nauplii de cirripèdes : au nombre de 30 ind. par 10 m^3 au point canal, ils ont tous déjà atteint le stade cypris au point contrôle (60 ind. par 10 m^3).

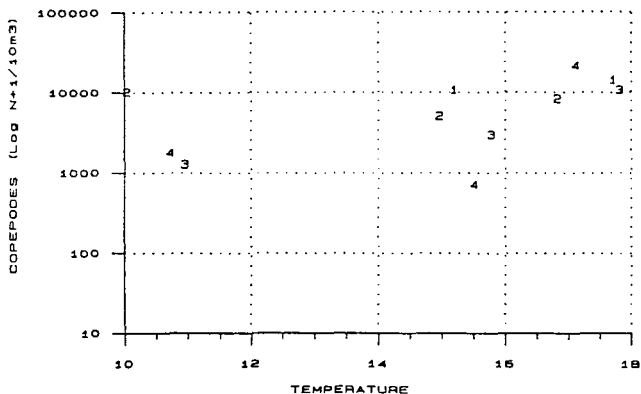
2.4.3.3. Septembre 1987.

L'étude statistique pondérale a montré que seul le point canal se différenciait des autres points par ses valeurs supérieures de carbone total et d'azote organique. Cette remarque est également vraie pour le nombre total d'individus avec 23 000 ind. par 10 m^3 au canal contre 10 000 à 15 000 ind. par 10 m^3 aux autres points. Le point rejet présente une abondance légèrement supérieure à celle du point référence : 12 000 ind. par 10 m^3 contre 10 000 ind. par 10 m^3 . Les copépodes y représentent plus de 84 % de la population zooplanctonique totale.

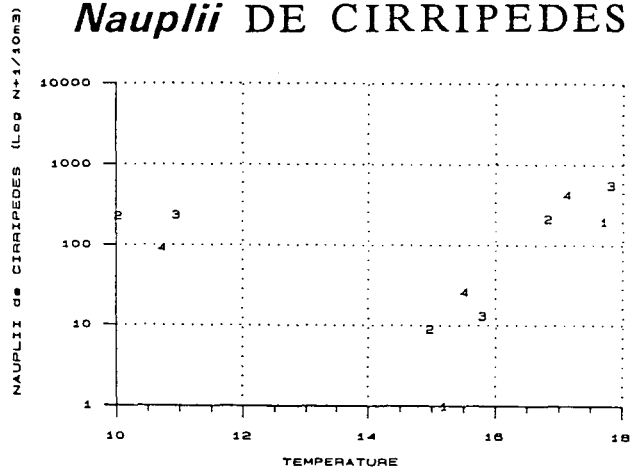
FLAMANVILLE 1987

DIAGRAMMES DES DIFFERENTS PARAMETRES
EN FONCTION DE LA TEMPERATURE

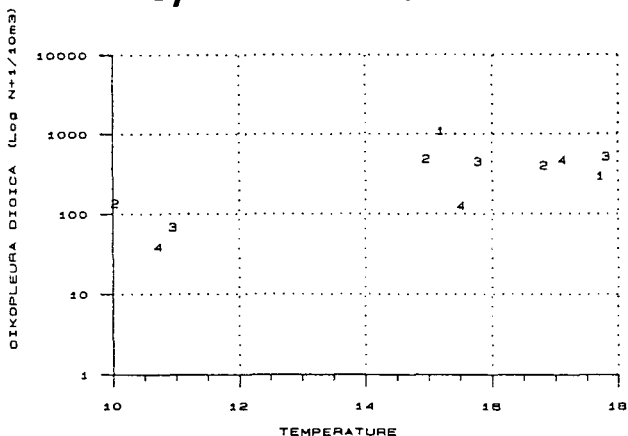
COPEPODES



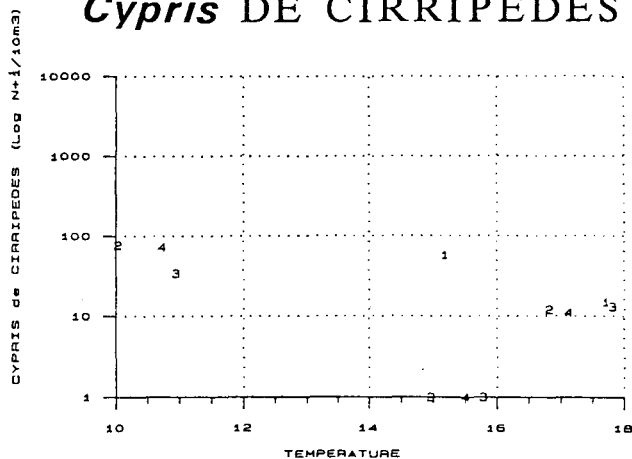
Nauplii DE CIRRIPEDES



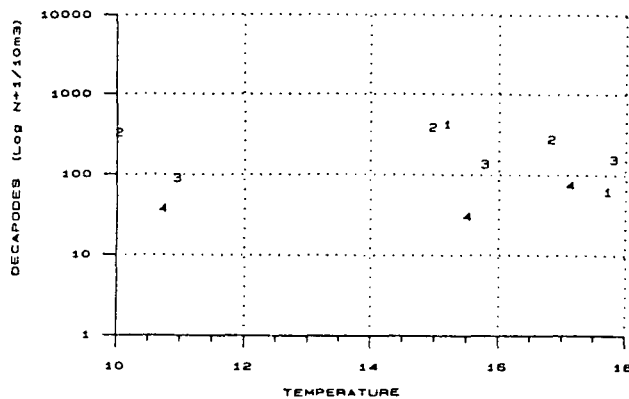
Oikopleura dioïca



Cypris DE CIRRIPEDES



DECAPODES



- | | |
|---|-----------|
| 1 | CONTROLE |
| 2 | REFERENCE |
| 3 | REJET |
| 4 | CANAL |

Les données quantitatives sont relativement regroupées. Notons cependant :

- l'abondance de nauplii de cirripèdes au point rejet, (560 ind. par 10 m³) plus forte qu'aux autres points.
- la présence de cténares (10 ind. par 10 m³) uniquement au rejet.
- la présence, au point référence, d'oeufs de poissons et des espèces Muggiaea atlantica et Tomopteris helgolandica (annexe 2.1).
- la présence d'Orthopixis integra au point contrôle (annexe 2.1).

2.5. MICROBIOLOGIE.

2.5.1. Matériel et méthode.

2.5.1.1. Moyens à la mer.

Les campagnes sont toujours effectuées avec un zodiac, celui de la SNSM de Diélette depuis fin 1985. Mais les points de prélèvements étant désormais les mêmes que pour le reste de l'étude pélagique, les campagnes se font simultanément avec le navire océanographique "Thalia".

Pour les points contrôle et référence le canot de sauvetage est guidé par le Thalia ; toutefois les prélèvements se font à une distance suffisante du Thalia pour que, compte tenu du courant, ils ne soient pas pollués par celui-ci.

2.5.1.2. Analyses.

Les méthodes d'analyse sont les mêmes que celles employées en 1986.

Le milieu de Zobell-Oppenheimer a toujours été préparé avec de la bactopeptone Difco, de l'Agar Pasteur A et de l'eau de mer vieillie deux semaines (3/4 du mélange).

germes par ml

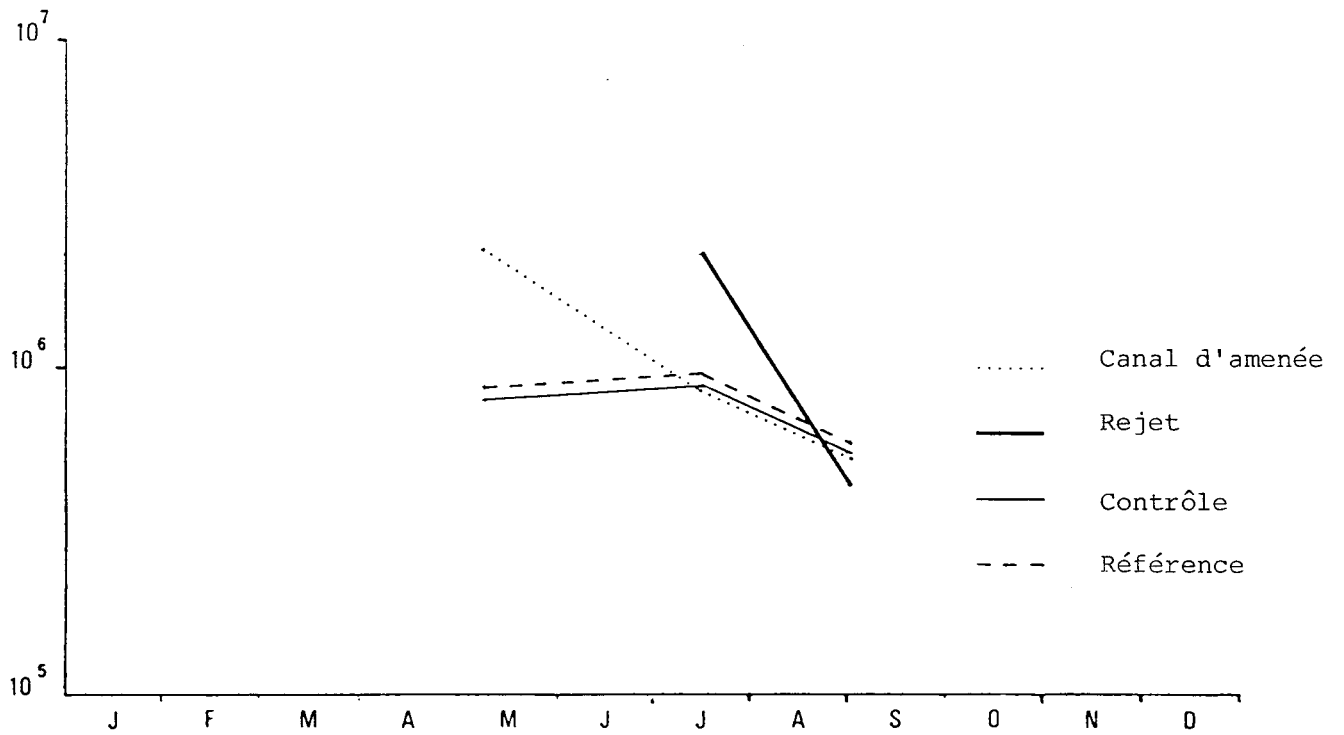


Figure 2.4 - Dénombrement des germes totaux en épifluorescence

germes par ml

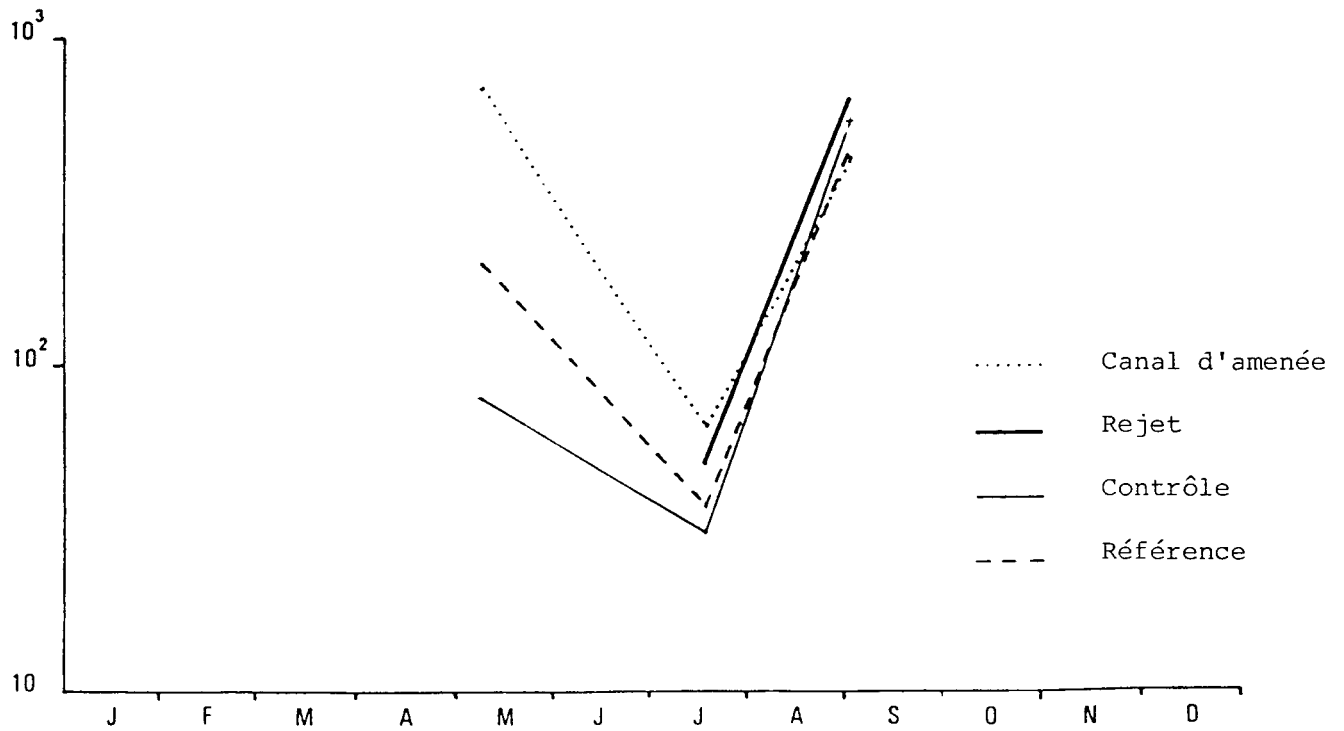


Figure 2.5 - Dénombrement des germes aérobies viables sur milieu de Zobell

Le milieu TCBS de Akiyama est également fabriqué au laboratoire et nous utilisons de la bactopeptone Difco. Une partie est gélosée au moyen d'Agar Difco (15 g/dm³).

Enrichissement, isolement, tri et identification des colonies suspectes ont été réalisés comme les années précédentes.

2.5.2. Exploitation des résultats (annexe 2.2).

2.5.2.1. Germes totaux.

Le dénombrement microscopique des germes colorés à l'acridine orange fournit une fourchette de valeurs (419 000 à 3 750 000) qui s'inscrit dans celle des résultats obtenus depuis 1984.

Les résultats antérieurs à 1984 sont, en effet, bien inférieurs à ceux-ci, en raison de la méthode d'analyse employée jusqu'à cette date.

Comme le montre la figure 2.4 les points référence et contrôle montrent une richesse en germes quasi identique au cours des trois missions. Le canal d'aménée et le rejet présentent un nombre de germes plus important lors d'une mission, le premier en mai et le second en juillet.

2.5.2.2. Germes aérobies.

Le dénombrement des germes revivifiables en milieu de Zobell fournit les valeurs extrêmes de 10 et 1 156 germes par cm³, fourchette un peu plus large que les années passées, avec une grande pauvreté en juillet.

La figure 2.5 montre qu'en juillet et septembre les résultats obtenus pour les quatre points sont très proches alors qu'en mai la richesse en germes est très différente selon les points.

La richesse en germes du canal d'aménée, la plus forte, pourrait être attribuée à sa position dans une zone d'influence du fond et des berges.

La valeur obtenue au point contrôle est inférieure à celle du point référence, ce qui écarte toute explication basée sur le fonctionnement de la Centrale.

2.5.2.3. Vibrions halophiles.

La présence de Vibrio alginolyticus a été décelée dans les prélèvements du mois de septembre, alors qu'en 1986 il en avait été noté à partir du mois de juillet.

2.6. CONCLUSION.

L'année 1987 se caractérise, pour le domaine pélagique, par les points suivants :

La température de l'eau est plus élevée que les années précédentes. De cet échauffement, il résulte une minéralisation rapide des substances détritiques, qui se traduit par une abondance en sels nutritifs en mai et juillet. Leur diminution observée en septembre, proviendrait d'un bloom estival prolongé et tardif.

L'étude de suivi phytoplanctonique correspond à un équilibre ponctuel entre production et consommation avec : un point de référence distinct et une homogénéité spatiale biologique pour les points canal d'amenée, rejet et contrôle. L'année 1987 se caractérise par des variations saisonnières de populations phytoplanctoniques importantes qui masqueraient celles qui seraient dues à un éventuel effet de la Centrale sur le milieu récepteur. La biomasse algale, la production primaire et le cortège floristique sont caractéristiques du site de Flamanville avec :

- en mai : Thalassiosira spp et Rhizosolenia spp.
- en juillet : même diversité.
- en septembre : monospécificité de R. delicatula.

L'étude statistique des variations spatiales zooplanctoniques sur les périodes mai, juillet, septembre de trois groupes d'années montre pour les paramètres pondéraux globaux :

- une homogénéité spatiale de 1976 à 1978 pour les points A, B, C, D.
- une hétérogénéité spatiale due aux échantillons du point H, de 1983 à 1986 et en mai 1987, nécessitant d'effectuer les stations de référence le plus près possible de la côte.
- une homogénéité spatiale en 1987 non rompue par l'influence de la Centrale sur le milieu pour les stations canal, rejet, contrôle, référence.

L'étude détaillée de l'année 1987 montre pour ces mêmes paramètres une structure spatiale hétérogène pour les mois de mai et de juillet. En septembre, en ce qui concerne le carbone total et l'azote organique, seuls les échantillons du point canal viennent rompre l'homogénéité spatiale.

En ce qui concerne les **populations zooplanctoniques**, un éventuel effet de la Centrale sur le milieu devrait se traduire par un plus grand écart d'abondance entre les populations du point référence (le plus froid) et du point rejet (le plus chaud) : à l'heure actuelle, aucun effet thermique néfaste stable, conduisant à un déséquilibre faunistique avéré, n'a été constaté et le groupe dominant à tous les points reste celui des copépodes.

Nous pouvons cependant noter pour cette année 1987 :

- en mai, une légère supériorité quantitative des nauplii de cirripèdes, des larves d'annélides et de mollusques au rejet par rapport aux autres points.
- en juillet, les larves de cirripèdes ont déjà atteint le stade cypris au point contrôle alors qu'aux autres points elles sont toutes au stade nauplii.
- en septembre, les nauplii de cirripèdes sont plus abondants au point rejet qu'aux autres points et les cténaires ne sont présents qu'à ce point.

Du point de vue microbiologique, les quelques différences constatées entre les valeurs obtenues aux quatre points d'étude ne peuvent être attribuées au fonctionnement de la Centrale.

On note toujours l'absence de Vibrio parahaemolyticus.

BIBLIOGRAPHIE

- GROS (P.), 1986.- Méthodologie : étude de la dilution – Protocoles et notations. In : GENTIEU (P.), GROS (P.), LEFEVRE – LEHOERFF (G.), 1986.- Etude et conséquence du fonctionnement de la centrale de Gravelines sur le milieu marin.-Rapp. interne IFREMER DERO-86.07-EL.
- IFREMER, 1985.- Site de Flamanville, Surveillance écologique, année 1983.- Institut Français de Recherches pour l'Exploitation de la Mer, édit. Brest.
- IFREMER, 1986.- Site de Flamanville, Surveillance écologique, année 1984.- Rapp. interne IFREMER DERO-86.12-EL.
- IFREMER, 1988.- Site de Flamanville, Surveillance écologique et halieutique, année 1986.- Rapp. interne IFREMER DRV-88.006-RH, DERO-88.14-EL.
- NOETHER (G.E.), 1976.- Introduction to statistics. A Nonparametric Approach, 2ème édition, Houghton Mifflin Co., Boston.
- QUINTIN (J.Y.), 1986.- Zooplancton de Flamanville. In : IFREMER 1986.- Site de Flamanville, Surveillance écologique, année 1984.- Rapp. interne IFREMER DERO-86.12-EL.
- QUINTIN (J.Y.), 1987.- Zooplancton de Flamanville. In : IFREMER, 1987.- Site de Flamanville, Surveillance écologique et halieutique, année 1985.- Rapp. interne IFREMER DRV-87.019-RH, DERO-87.28-EL.
- SCHERRER (B.), 1984.- Biostatistique, Gaëtan Morin. Québec, Canada, 850 p.

Liste qualitative complémentaire des espèces observées

DATES	REFERENCE	CANAL D'AMENEE	REJET	CONTRÔLE
07.05.87	Sarsia tubulosa Autolytus prolifer harpacticoides et cyclopoides amphipodes gammariens Upogebia deltaura	Obelia sp. spionidae monstrillidae		Obelia sp. Phialella sp. Spio sp. Scolecolepis fuliginosa spionidae Autolytus prolifer harpacticoides Pisidia longicornis Upogebia deltaura
	têtards d'ascidie			
17.07.87	Sarsia sp. Autolytus prolifer harpacticoides et cyclopoides amphipodes gammariens Podon sp. épicarides larves	cnidaire n.d. Scolecolepis ciliata harpacticoides Podon sp.	Phialella sp., Obelia sp. Autolytus prolifer harpacticoides et cyclopoides amphipodes gammariens	Phialella sp., Sarsia sp. Obelia sp. Autolytus prolifer épicarides larves amphipodes gammariens
	Obelia sp., Sarsia sp., Scolecolepis ciliata, amphipodes gammariens.			
01.09.87	Phialella sp., cnidaires n.d. Muggiaeia atlantica spionidae n.d. Tomopteris helgolandica Autolytus prolifer Podon sp., épicarides larves têtards d'ascidie	cnidaires n.d. annélides n.d. harpacticoides et cyclopoides épicarides larves amphipodes gammariens	cnidaires n.d. spionidae n.d. annélides n.d. harpacticoides et cyclopoides pinnotheres sp. (zoe) Siriella armata Podon sp. têtards d'ascidie	Phialella sp. Sarsia gemmifera Orthopixis integra Autolytus prolifer spionidae n.d. harpacticoides et cyclopoides Corycaeus sp. cumacés, épicarides larves têtards d'ascidie

Date		7 MAI 1987			17 JUILLET 1987				1ER SEPTEMBRE 1987				
Points		contrôle	référence	Canal d'amenée	contrôle	référence	Canal d'amenée	Rejet	contrôle	référence	Canal d'amenée	Rejet	
Heure prélèvements		15 H	17 H 15	16 H	9 H 45	10 H 15	10 H 40	10 H 30	10 H 05	10 H 35	11 H 45	12 H 10	
Température en °C	AIR	10,6	10,6	10,6					17,6	17,5	17,5	17,6	
	EAU	12,5	10,1	10,4	15,2	14,9	15,5	15,8	17,8	17,1	17,5	18,4	
Germes totaux colorés à l'acridine et dénombrés en épifluorescence dans 1 ml	R1	756 250	781 250	3 750 000	856 250	1 162 500	865 000	3 393 750	443 700	562 500	543 750	418 750	
	R2	750 000	878 100	843 750	806 250	881 250	843 750	1 050 000	518 750	643 750	518 750	462 500	
	R3	771 850	859 400		825 000	912 500			625 000	700 000			
	R4	875 000	934 400		987 500	875 000			593 750	425 000			
	Moy.	788 275	863 290	2 296 875	868 750	957 810	854 375	2 221 875	545 300	582 810	531 250	440 625	
Germes aérobies revivifiables en milieu de Zobell (9 jours à 25°C) dans 1 ml	R1	110	96	1 156	42	46	64	84	1 106	652	220	324	
	R2	82	122	254	36	14	68	18	720	512	656	1 004	
	R3		48	484		10	46			228	500		
				136		36	44			180	224		
	Moy.	80	209	706	31	37	66	51	558	472	438	664	
Vibrions halophiles dans 1 l d'eau		Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Présence V. a.	Présence V. a.	Présence V. a.	Présence V. a.	

ANALYSES MICROBIOLOGIQUES REALISEES SUR LE SITE DE FLAMANVILLE EN 1987

3. LE DOMAINE BENTHIQUE

Etude et rapport réalisés :

- au Centre IFREMER de BREST par :

Jean-Yves PIRIOU (Phytobenthos)

Luc DREVES (Zoobenthos)

avec la collaboration de :

Alain MENESGUEN (traitement mathématique)

Pierre BODENES (participation aux dessins)

et *Jean-Dominique GAFFET* (travail terrain)

Dactylographie : *Yvette CASSOU* (IFREMER/ BREST)

Les résultats de l'année 1986, qui n'ont pu être présentés dans le rapport concerné (IFREMER, 1988), sont inclus dans le présent rapport.

3.1. PHYTOBENTHOS INTERTIDAL

Le peuplement de Fucus serratus du platier de Diélette (fig. 3.1) se situant dans la zone d'influence de la tache thermique de la centrale électronucléaire de Flamanville, fait l'objet d'une Surveillance depuis 1977. Etudié une première fois d'août 1977 à août 1978, il est suivi en continu depuis mars 1983.

Il devrait être un indicateur des perturbations éventuelles induites par les rejets de la Centrale sur le macrophytobenthos local. L'impact pourrait être de plusieurs ordres : évolutions différées de la croissance estivale et de la dépopulation hivernale, déplacement saisonnier et quantitatif de la fertilité des pieds, évolution géographique du peuplement.

3.1.1. Méthodologie

3.1.1.1. Evolution du stock

Des prélèvements réguliers ont été effectués depuis septembre 1983 dans 3 secteurs de référence du peuplement de Fucus serratus sur le platier de Diélette. Ces secteurs ont été choisis d'une part dans la zone à forte densité algale (secteur 2), d'autre part dans une zone à faible densité algale (secteur 1) ainsi que dans une zone à moyenne densité (secteur 3). La moyenne de dix quadrats de 0,50 m x 0,50 m prélevés au hasard dans chaque secteur fournira une estimation de la biomasse algale locale.

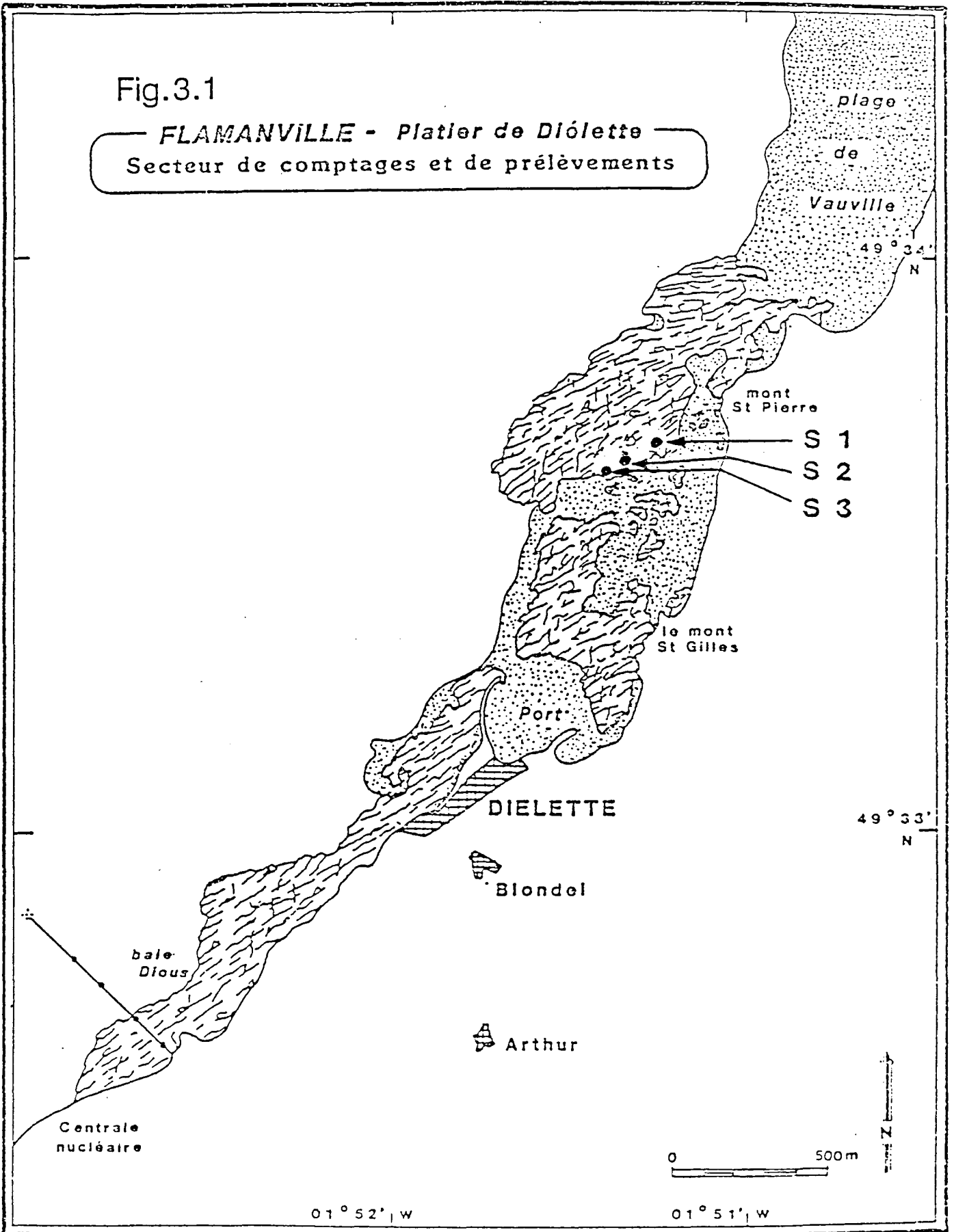
3.1.1.2. Baguages sur radiales

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

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

Fig.3.1

FLAMANVILLE - Platier de Diólette
Secteur de comptages et de prélèvements



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

3.1.1.3. Paramètres mesurés

- longueur (L) en cm : du disque basal au sommet de la dernière dichotomie,

- dichotomie (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,

- diamètre (\emptyset) en mm : le diamètre maximal est mesuré à la base, juste au-dessus de l'épatement formé par le système de fixation,

- fertilité : présence ou non de conceptacles.

3.1.1.4. Classes

En l'absence actuelle de critère d'âge, des classes ont été créées grâce à un indice synthétique, établi à partir des paramètres L, D et \emptyset . Chacune des mesures a été reportée dans une table de conversion, afin d'obtenir une formule homogène.

- Tableau de conversion (QUEHEN, 1977, modifié)

\leq	3	=	1	
4	à	15	=	2
16	à	30	=	3
31	à	40	=	4
41	à	50	=	5
51	à	60	=	6
	\geq	61	=	7

L (longueur) en cm

		0	=	1
1	à	4	=	2
5	à	7	=	3
8	à	10	=	4
11	à	13	=	5
14	à	16	=	6
	\geq	17	=	7

D (nombre de Dichotomies)

< 0,6 = 1	
0,7 à 2,0 = 2	
2,1 à 3,5 = 3	
3,6 à 5,5 = 4	
5,6 à 7,0 = 5	Ø (diamètre en cm)
7,1 à 8,4 = 6	
8,5 à 9,4 = 7	
9,5 à 10,2 = 8	
> 10,3 = 9	

- Indice synthétique $Y = L + D + Ø$

- Création des classes

Y	Classes
3	1
4 à 6	2
7 à 9	3
10 à 12	4
13 à 15	5
16 à 18	6
> 19	7

3.1.2. Résultats

3.1.2.1. Evaluation du stock de *Fucus serratus*

Le peuplement de *Fucus serratus* du platier de Diélette n'est pas homogène. Trois secteurs de densité différente ont été définis en 1983 au début de l'étude de suivi. Sans avoir besoin d'estimer la biomasse globale du peuplement, un suivi régulier du stock sur divers points de chaque secteur (fig. 3.1) est suffisant pour évaluer le degré d'évolution pondérale de l'ensemble.

Il apparaît que le secteur 1, de faible densité, a sensiblement tendance à régresser (fig. 3.2). Ceci serait a priori dû à un morcellement du support rocheux schisteux. Les secteurs 2 et 3, de biomasses plus importantes (fig. 3.2), maintiennent globalement leur stock hivernal de 1983 à 1987. Ceci signifie que malgré l'érosion du peuplement du côté nord-ouest, le stock global de Fucus serratus a tendance à se maintenir.

En mars 1988, le stock est apparu cependant plus diminué que les autres années (tabl. 3.1). L'ouragan d'octobre 1987 qui a affecté la côte ouest du Cotentin après la Bretagne est sans doute à l'origine d'un arrachage plus important des thalles de Fucus serratus de leur support. Les données de biomasse du même peuplement, tirées de l'étude de Projet 1er cycle (BELSHER, 1977) sont de l'ordre des valeurs moyennes de 1983 à 1987 sur le secteur 3 (500 g/0,25 m² en août 1976 et 150 g/0,25 m² en mars 1977). Par contre, les biomasses indiquées dans l'étude de Projet 2ème cycle (BELSHER, 1986) sont très faibles (165 g/0,25 m² en septembre 1978 et 85 g/0,25 m² en mars 1978). Etait-ce une année exceptionnelle, comme 1988 après l'ouragan d'octobre 1987 ?

Ceci démontre une fois de plus l'importance extrême de l'impact des conditions météorologiques sur les variations du stock phytobenthique.

3.1.2.2. Dénombrement des algues baguées

- Histogrammes de fréquence (fig. 3.3)

Les échantillons de Fucus serratus bagués en mars 1983 et en mars 1987 ont des structures de classes semblables. Leur évolution par classe d'âge jusqu'en septembre est tout à fait comparable (IFREMER, 1986b). La prédominance portée sur la classe 6 en mars passe à la classe 7 en septembre. Par contre, l'ouragan d'octobre 1987 a fait chuter le niveau de la classe 7 des thalles les plus âgés, sans doute plus fragiles que les adultes de la classe 6.

- Dépopulation (tabl. 3.2)

La disparition des pieds adultes (classes 3 à 7) se fait par arrachage dû essentiellement à la turbulence marine. Les tempêtes d'automne et d'hiver ont une grande influence sur l'accentuation du phénomène déjà important durant la belle saison. En effet, la dépopulation allant de 38 à

Fig.3.2 FLAMANVILLE - Platier de Diélette - *FUCUS serratus*

Evolution du stock algal dans les 3 secteurs de référence

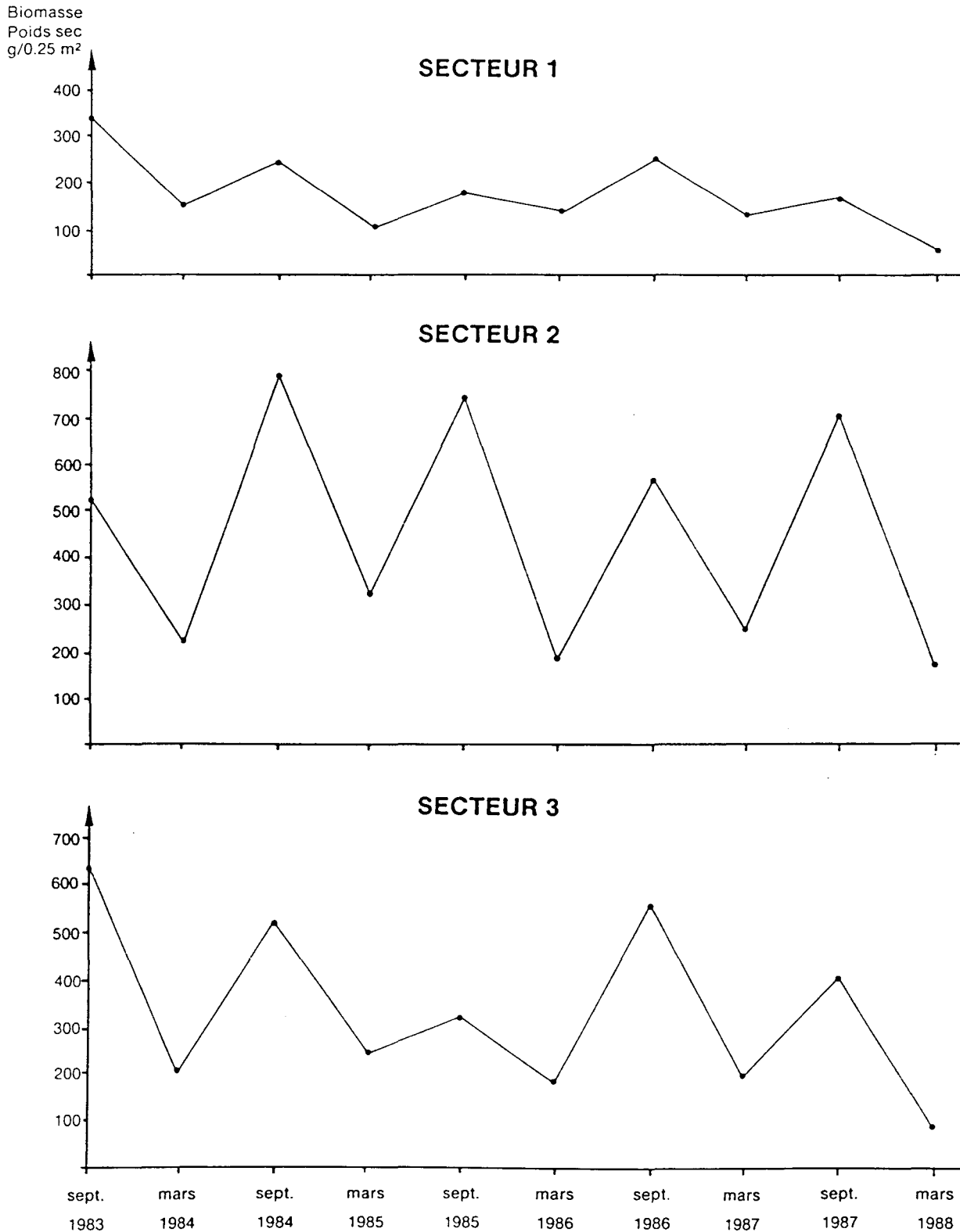
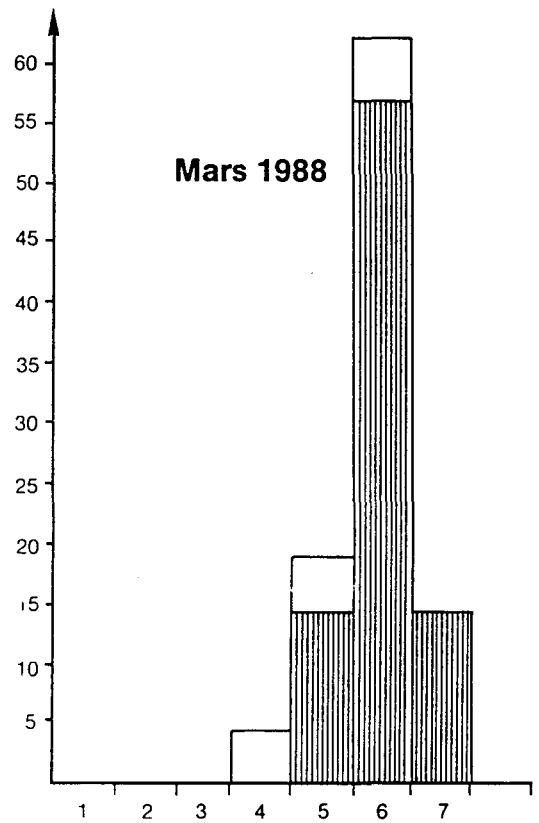
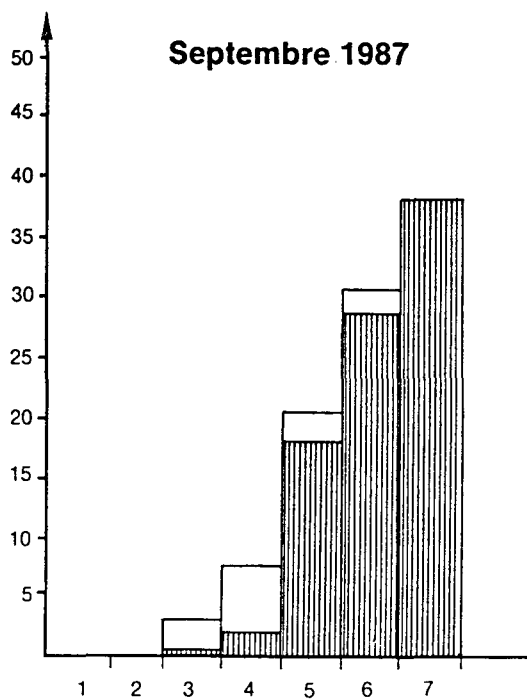
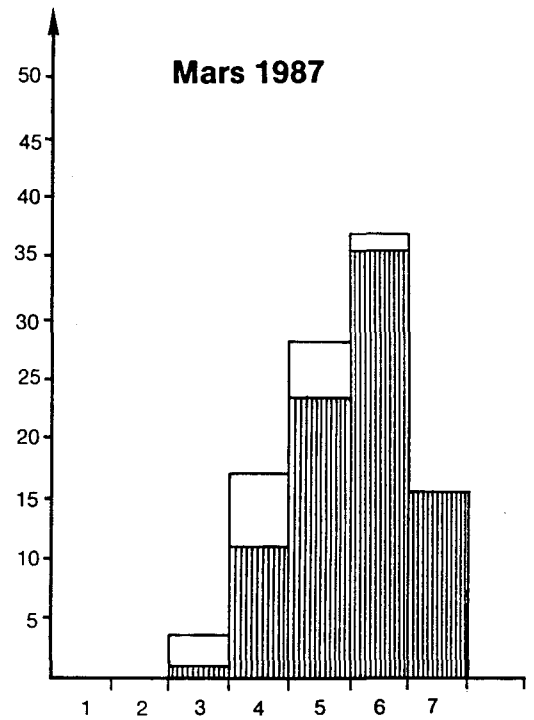
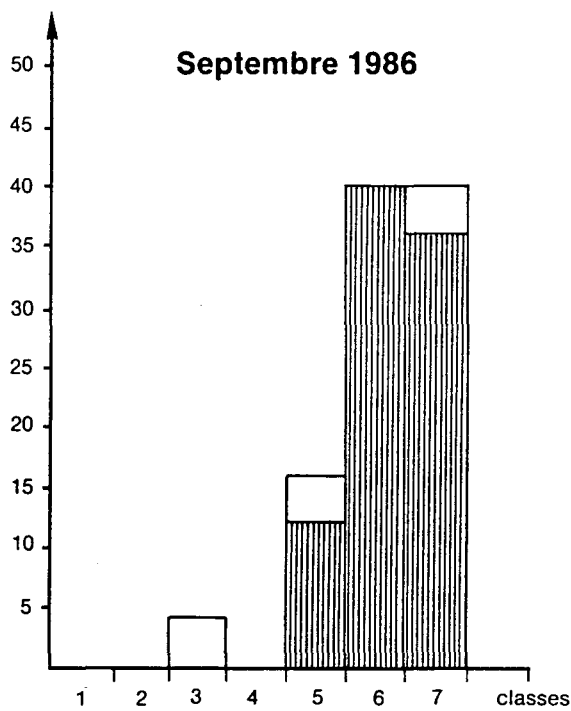


Fig.3.3 FLAMANVILLE - Platier de Diélette - *FUCUS serratus*

Histogrammes de fréquence des algues baguées par rapport au nombre d'individus retrouvés aux périodes considérées.

Fréquence (% par classe)



47 % entre mars et septembre, passe à une valeur située entre 55 et 87 % entre septembre et mars. Bon an mal an, la disparition annuelle des algues est au minimum de 75 %. Sur deux ans elle est de l'ordre de 95 %, c'est dire que les pieds adultes disparaissent presque totalement au bout de deux cycles. Les plus jeunes thalles bagués (classe 3) ayant 2 ans d'âge, il est possible d'affirmer que le peuplement de Fucus serratus du platier de Diélette est à 95 % renouvelé tous les 4 ans. Ceci est dû essentiellement aux facteurs naturels.

3.1.2.3. Biométrie des algues baguées (fig. 3.4 et tabl. 3.3)

- Longueur des thalles

Le peuplement de Fucus serratus bagué en 1985 est plus jeune que celui de 1983 et 1987. Ceci devrait expliquer sa croissance beaucoup plus rapide au printemps et en été : de 404 à 451 mm en 1985 (+ 137) contre 471 à 560 mm en 1983 (+ 89). Les intempéries et la fragilité accrue des pieds ont tendance à faire baisser légèrement la moyenne des longueurs entre septembre et mars, due à l'usure et aux cassures.

- Diamètre des stipes

Logiquement le diamètre doit croître au printemps et en été pour se stabiliser en automne et hiver. Or, il apparaît que, si la moyenne d'un peuplement croît toujours, comme prévu en saison favorable, par contre elle peut baisser en saison hivernale (hiver 83-84 et hiver 87-88). La disparition des thalles les plus gros dans un peuplement plutôt âgé (baguages de 1983 et 1987) fait diminuer la moyenne des diamètres des stipes restants. Par contre, un peuplement plus jeune (baguages de 1985) voit la moyenne du diamètre de ses stipes légèrement augmenter en période hivernale.

- Nombre de dichotomies

En général, le nombre de dichotomies se situe entre 12 et 18 pour le peuplement de Fucus serratus du platier de Diélette. Il croît entre mars et septembre et baisse légèrement entre septembre et mars suite à l'érosion et aux cassures des thalles.

Tableau 3.3 : Flamanville - Platier de Diélette - *Fucus serratus* - Valeurs moyennes (X) et écart-types (σ) des paramètres mesurés sur les thalles adultes.

		Longueur (L) (en mm)	Nombre de dichotomies (D)	Diamètre du stipe (en 1/10 mm)
Mars 1983	X	471,85	15,20	55,48
	σ	150,74	4,65	17,64
Septembre 1983	X	560,11	15,79	73,88
	σ	173,40	5,09	19,42
Mars 1984	X	526,33	15,51	71,88
	σ	167,20	4,38	18,92
Septembre 1984	X	602,33	18,53	77,57
	σ	205,21	6,01	24,33
Mars 1985	X	404,20	11,66	50,69
	σ	149,69	4,11	18,53
Septembre 1985	X	553,05	14,74	53,62
	σ	163,07	4,38	14,00
Mars 1986	X	541,49	14,45	54,34
	σ	163,58	4,04	14,36
Septembre 1986	X	656,00	18,08	58,36
	σ	201,37	4,37	16,10
Mars 1987	X	522,07	14,79	49,01
	σ	185,72	4,64	13,72
Septembre 1987	X	605,41	16,12	60,64
	σ	213,03	5,14	14,32
Mars 1988	X	544,52	16,48	54,48
	σ	147,76	3,49	13,69
Etude de projet - Platier de Diélette - <i>Fucus serratus</i>				
Aout 1977	X	458,10	15,20	60,60
	σ	175,75	6,47	19,28
Fevrier 1978	X	457,40	13,90	60,70
	σ	163,83	4,89	15,82
Aout 1978	X	578,60	15,60	71,80
	σ	205,41	6,12	20,21

Fig. 3.4

FLAMANVILLE - Platier de Diélette - *FUCUS serratus*

Evolution saisonnière des paramètres mesurés

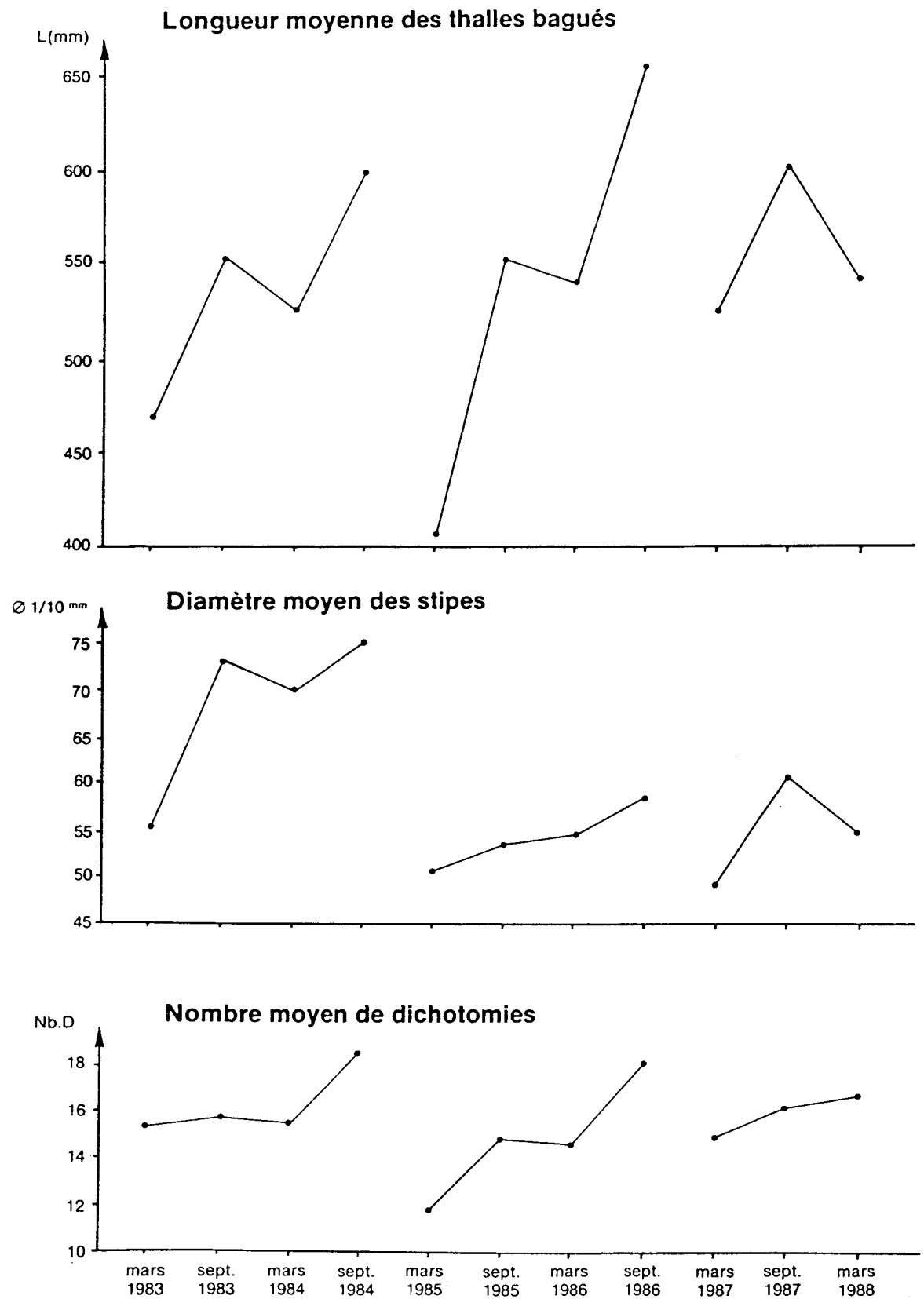
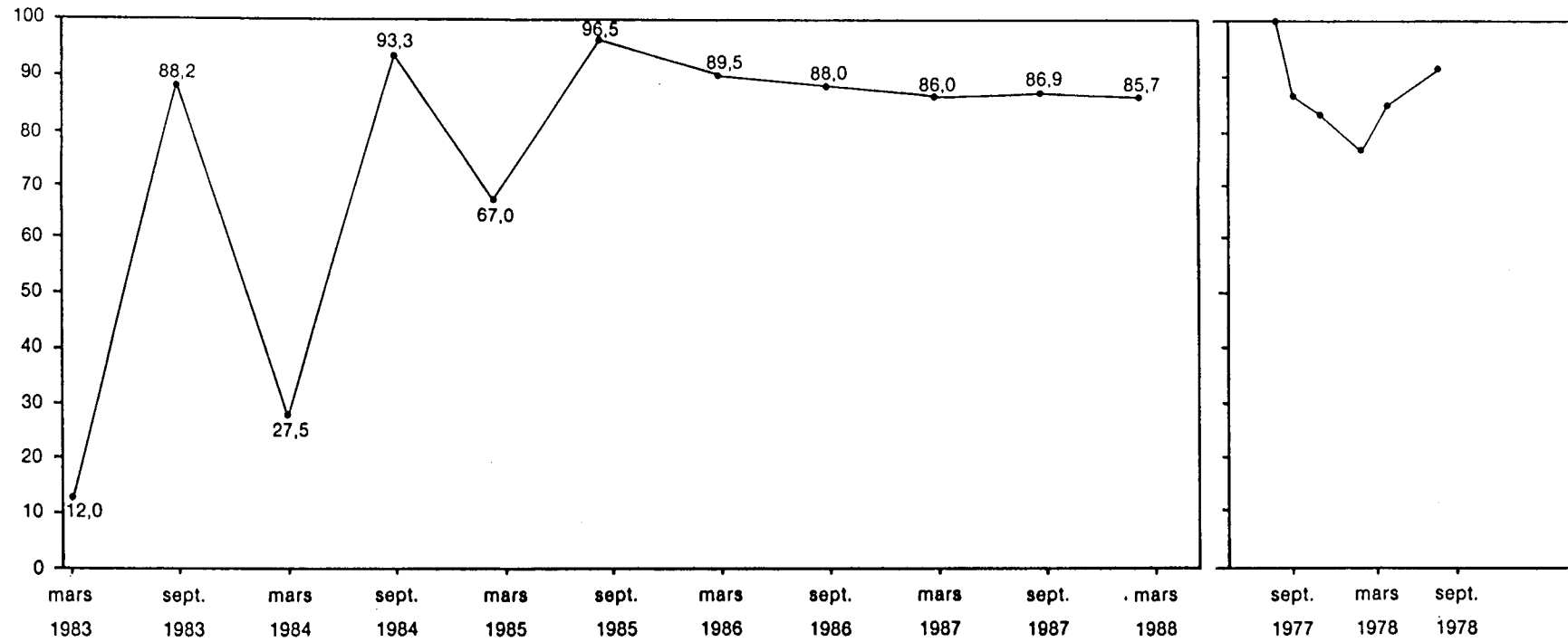


Fig.3.5 FLAMANVILLE - Platier de Diélette - *FUCUS serratus*

**Evolution du pourcentage d'individus fertiles
dans le peuplement adulte (classes 3 à 7)**

% d'individus fertiles



- Comparaisons avec l'étude de Projet

Les données de biométrie de 1977 et 1978 sur le même peuplement de Fucus serratus donnent des résultats du même ordre que celles de 1983 à 1988 et comparables dans leur évolution. Il semble cependant que le diamètre des stipes ait diminué à partir de 1985. Il se situait entre 5,5 et 7,5 mm jusqu'en fin 1984 (englobant 1977-1978) et se cantonnent entre 5 et 6 mm depuis début 1985.

3.1.2.4. Fertilité (fig. 3.5 et tabl. 3.4)

C'est dans ce domaine que le peuplement de Fucus serratus a subi les plus grosses variations. En effet, la fertilité hivernale, très faible en 1983 et 1984 (12 % et 27,5 %), s'est élevée en mars 1985 (67 %) pour atteindre une stabilité en 1986, 1987 et 1988 située entre 85 et 90 %.

Ces valeurs actuelles sont très proches de celles de 1978 (80 % en mars), ce qui laisse à penser que le peuplement a retrouvé son équilibre annuel de fertilité après une période de baisse avant 1985. Cette chute de fertilité hivernale fut la conséquence soit d'une variation naturelle du peuplement soit d'un manque de lumière dû à une augmentation des matières en suspension dans l'eau de mer pendant la construction de la centrale nucléaire. En effet, la carrière de Diélette, fortement exploitée pendant cette période, charriait de grosses quantités de matières en suspension vers la mer. Mais en l'absence de données précises sur ce sujet, il est impossible de relier avec exactitude la cause et l'effet probable.

Tableau 3.4 : Flamanville - Platier de Diélette - *Fucus serratus* bagués en mars 1985.
 Nombre d'individus totaux et fertiles par classe - Pourcentages.
 Septembre 1986

Classes	Nombre d'individus	Pourcentage par rapport au total	Nombre d'individus fertiles	% d'ind. fertiles par rapport au total des individus	% d'ind. fertiles par rapport aux ind. de la classe
1	0	0	0	-	-
2	0	0	0	-	-
3	1	4	0	0	0
4	0	0	0	-	-
5	4	16	3	12	75
6	10	40	10	40	100
7	10	40	9	36	90
Total	25		22	88	

Tableau 3.5 : Flamanville - Platier de Diélette - *Fucus serratus* bagués en mars 1987.
 Nombre d'individus totaux et fertiles par classe - Pourcentages.

Classes	Nombre d'individus	Pourcentage par rapport au total	Nombre d'individus fertiles	% d'ind. fertiles par rapport au total des individus	% d'ind. fertiles par rapport aux ind. de la classe
MARS 1987					
1	0	0	0	0	-
2	0	0	0	0	-
3	10	3,3	3	1,0	30,0
4	51	17,0	33	11,0	64,7
5	83	27,8	71	23,7	85,5
6	110	36,8	107	35,7	97,3
7	46	15,3	45	15,0	97,8
Total	300	100,0	259	86,4	
SEPTEMBRE 1987					
1	0	0	0	0	-
2	0	0	0	0	-
3	5	3,1	1	0,6	0
4	12	7,5	3	1,9	20,0
5	33	20,6	29	18,1	25,0
6	49	30,6	46	28,7	87,9
7	61	38,1	61	38,1	93,9
Total	160	100,0	140	87,4	100,0
MARS 1988					
1	0	0	0	0	-
2	0	0	0	0	-
3	0	0	0	0	-
4	1	4,7	0	0	-
5	4	19,0	3	14,3	75,0
6	13	61,9	12	56,7	92,3
7	3	14,3	3	14,3	14,3
Total	27	100,0	18	85,3	

3.2. ZOOBENTHOS INTERTIDAL - SUBSTRAT MEUBLE

Les études d'Avant-Projet et de Projet révèlent que l'anse de Sciotot située à proximité immédiate du site, et occasionnellement concernée par la tache thermique, peut être considérée comme représentative de l'ensemble des plages comprises entre le nez de Jobourg et le cap de Carteret.

La radiale R14 qui a fait l'objet d'une étude détaillée lors du Projet 2ème cycle (IFREMER, 1986a) est retenue pour l'étude des variations pluriannuelles de l'endofaune et plus particulièrement de l'amphipode Urothoë brevicornis. Le calendrier des missions effectuées est présenté dans le tableau 1.2 ; la radiale étudiée est reportée sur la figure 1.5.

3.2.1. Méthodologie

Chaque année, le peuplement est suivi en mars et en septembre, ainsi qu'en juin lors de l'échantillonnage supplémentaire concernant Urothoë brevicornis.

3.2.1.1. Modalités

Par basse mer de vive eau, trois prélèvements sont effectués en chacun des sept points de la radiale R14, à raison d'un point tous les 50 m à partir du haut de l'estran. Chaque prélèvement consiste en une prise de sédiment sur une profondeur de 0,15 m à 0,20 m et une surface de $1/4 \text{ m}^2$. A cette fin, huit échantillons sont prélevés à l'aide d'un carottier carré en aluminium de $1/32 \text{ m}^2$ de section.

Le tamisage du sédiment est réalisé à l'aide de tamis Davant-Salvat de vide de maille (maille ronde) de 1 mm. Le refus est fixé au formol neutralisé à 5 %.

En septembre, un carottage sur 0,25 m de profondeur permet une analyse granulométrique du sédiment en chaque point. Quand les conditions météorologiques le permettent, un profil topographique de la radiale est réalisé à l'aide d'un système AGA Geodimeter 122 à infra-rouge, couplé à un théodolite.

3.2.1.2. Analyse granulométrique

Jusqu'en septembre 1986, le carottage est réalisé avec un tube en PVC opaque de diamètre 0,12 m. En septembre 1987, un tube en PVC transparent de diamètre 0,06 m est utilisé, ce qui permet une première observation rapide. Chaque prélèvement est congelé dans l'attente de son analyse ultérieure au laboratoire.

Après une légère décongélation, le démoulage de la carotte est effectué par pistonnage du sédiment à l'intérieur du tube. L'échantillon est alors calibré et soumis à une description détaillée.

La granulométrie de l'échantillon prélevé dans la couche de subsurface (0-0,05 m) se fait par tamisage selon le protocole suivant :

- séchage de l'échantillon à 60°C pendant une semaine,
- poids sec total de l'échantillon,
- tamisage pendant 15 mn sur une colonne vibrante avec les tamis (type AFNOR) 5 mm, 2 mm, 500 μ m, 200 μ m, 50 μ m,
- poids sec de chaque refus de tamis au 1/100 g,
- calcul du pourcentage de chaque fraction sédimentaire,
- déduction des paramètres de position à partir des courbes granulométriques cumulatives rétrogrades sur papier semi logarithmique,
- calcul des paramètres de dispersion et d'asymétrie.

La classification des fractions sédimentaires est la suivante (d'après l'échelle de WENTWORTH, 1922):

- 30 mm > \emptyset > 2 mm : graviers (Gr),
- 2 mm > \emptyset > 500 μ m : sables grossiers à très grossiers (Sgr),
- 500 μ m > \emptyset > 200 μ m : sables fins (Sf),
- 200 μ m > \emptyset : sablons (Sn).

Les paramètres de position, déduits des courbes cumulatives sont :

- le premier quartile Q_1 (ou Q_{25}), donnant le diamètre (sur l'axe des abscisses) correspond à 25 % (sur l'axe des ordonnées) du poids total de l'échantillon analysé,
- le deuxième quartile Q_2 (ou Q_{50}) ou médiane Md , donnant le diamètre correspondant à 50 % du poids total, d'où une estimation de la grossièreté moyenne du sédiment,

- le troisième quartile Q_3 (ou Q_{75}), donnant le diamètre correspondant à 75 % du poids total.

Le plus ou moins bon classement du sédiment est donné par l'indice de Trask ou Sorting Index So :

$$So = \sqrt{Q_1 / Q_3}$$

Le classement est d'autant plus mauvais que les valeurs de So sont élevées, et parfait pour $So = 1$.

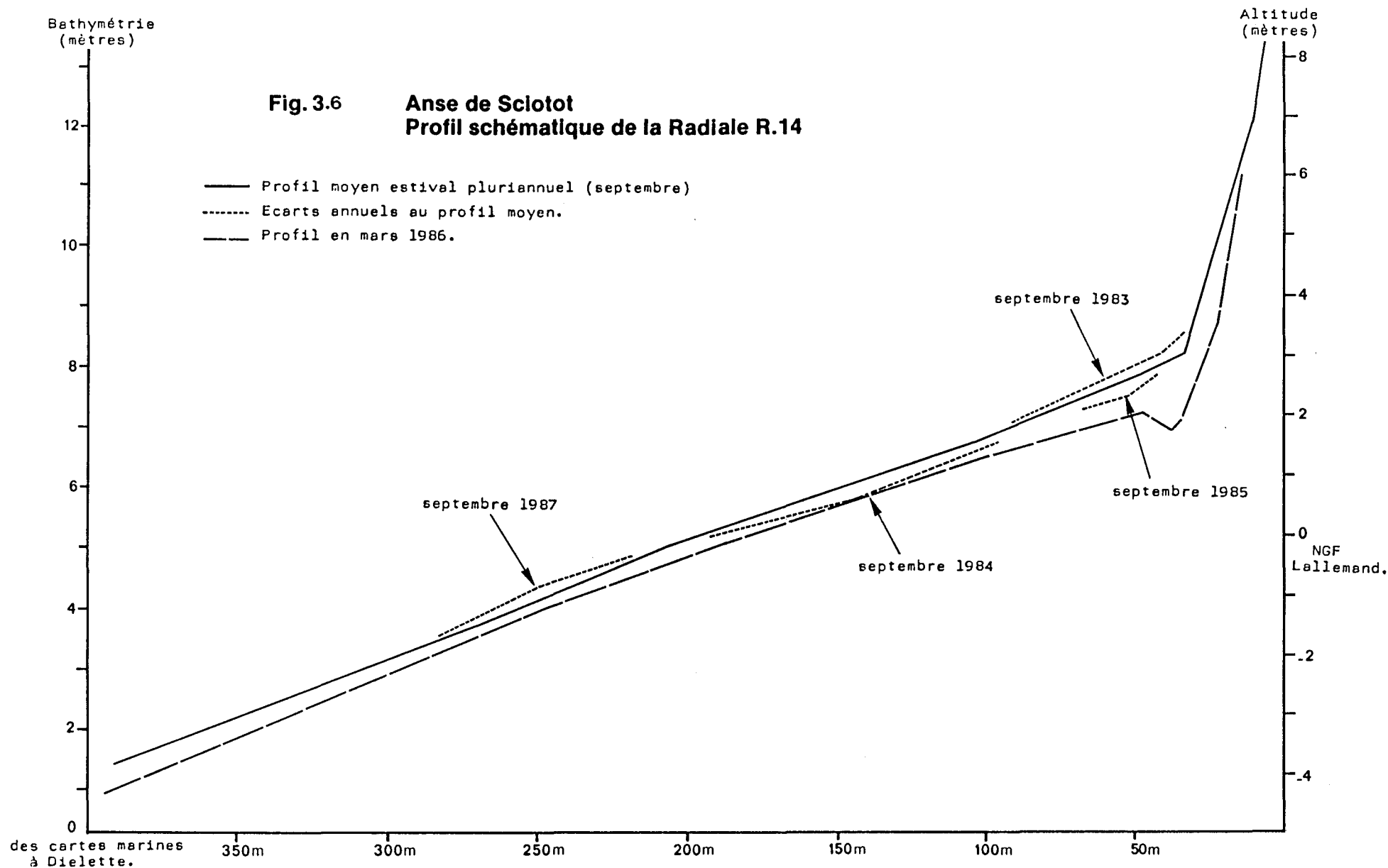
Classement du sédiment	So
Très bien classé	1,00 à 1,17
Bien classé	1,17 à 1,20
Moyennement bien classé	1,20 à 1,35
Moyennement classé	1,35 à 1,87
Mauvais classement	1,87 à 2,75
Très mauvais classement	> à 2,75

(d'après G.M. FRIEDMAN, 1962).

L'indice d'asymétrie de Trask ou "Skewness" (Sk) permet d'évaluer la forme de la distribution de l'échantillon de part et d'autre de la médiane (Md) :

$$Sk = (Q_1 - Q_3) / Md^2$$

si Sk est inférieur à 1, la fraction grossière est plus importante, donc mieux classée que la fraction fine. Si Sk est supérieur à 1, le classement est maximal du côté de la fraction fine.



3.2.1.3. Analyse faunistique

Le tri et l'identification sont effectués au laboratoire. Pour ce suivi, la plupart des espèces ont été regroupées au niveau de la famille ou du genre.

3.2.2. Résultats

3.2.2.1. Etude sédimentaire

3.2.2.1.1. Profil topographique (fig. 3.6)

Adossée à une dune attaquée en falaise vive de 4 à 5 m de commandement, l'anse de Scioto se présente comme un vaste estran sableux, très battu, caractérisé par une pente douce (2 %) régulière et sans rupture apparente. L'absence de ripple-marks lui confère un aspect lisse, excepté au moment des fortes tempêtes d'ouest où se forment des mégarides de 0,50 m de hauteur, espacées de 1 à 2 m par des cuvettes de rétention.

Dans le nord de l'anse, l'hydrodynamisme est moins important. L'estran, large de 350 à 400 m, présente un pavage de galets sur une trentaine de mètres en haut de plage, et un bombement de 0,20 m de hauteur environ au niveau de la mi-marée.

Les différents profils établis en septembre depuis 1983 sur la radiale R 14 correspondent à une situation estivale caractérisée par un profil topographique haut. Les écarts annuels au profil moyen estival obtenu sont relativement faibles, de l'ordre de 0,20 m au maximum.

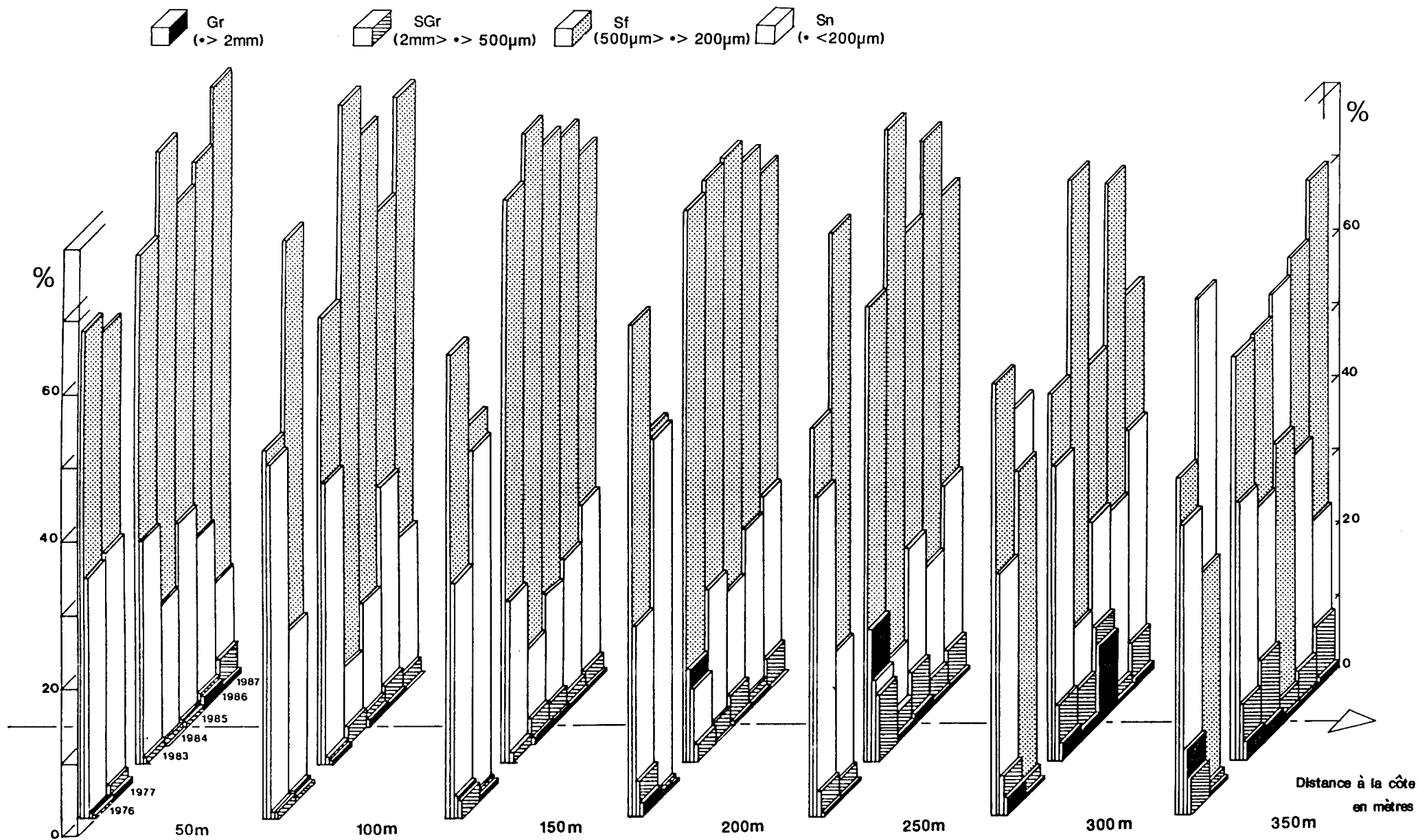
En septembre 1987, les mesures effectuées situent la radiale au dessus de ce profil moyen estival. Seul le pavage de galets est à un niveau inférieur aux années précédentes. A noter le positionnement de la partie sommitale du bombement au point 250 m.

Pour avoir une idée du profil hivernal de la radiale R 14, des relevés ont été faits en mars 1986, année où par contre les mauvaises conditions météorologiques rencontrées en septembre empêchèrent toute mesure.

Les conditions hydrologiques plus rigoureuses l'hiver que l'été provoquent un démaigrissement saisonnier important de tout l'estran. Entre septembre 1985 et mars 1986, cette perte s'évalue à 225 m³ par mètre linéaire de côte. Le bombement observé en été subsiste. Une grande bêche liée au déferlement des houles hivernales apparaît au pied du pavage de galets.

Fig.3.7 Comparaison des résultats granulométriques dans l'anse de Sciottot (radiale 14)

(situation estivale : septembre)



3.2.2.1.2. Etude granulométrique

Les carottes (annexes 3.1 et 3.2) présentent dans l'ensemble une structure analogue : un sable fin à moyen homogène sur les quinze premiers centimètres, puis en dessous un faciès plus grossier et hétérogène avec des petits galets mous. En 1986 et 1987, l'ensemble de la radiale est dominé par les sables fins (fig. 3.7), plus importants en tout point aux sablons, conformément aux données déjà enregistrées sur cette radiale. Le point 350 avait en septembre 1977 et 1985 un pourcentage de sablons supérieur à celui des sables fins.

Le sédiment est moyennement à moyennement bien classé, l'indice de Trask So oscillant suivant les points entre 1,32 et 1,66, valeurs analogues à celles observées en 1976, mais supérieures pour les points du haut de l'estran à celles relevées en 1983, 1984 et 1985 (tabl. 3.6).

3.2.2.2. Etude faunistique

Les densités totales de l'endofaune de la radiale R 14 s'établissent entre 170 et 210 individus par m^2 de 1977 à 1984 (fig. 3.8) ; elles restent relativement stables malgré quelques variations interannuelles (+ 13 % à - 12 %) ou intersaisonnières (+ 15 % à - 9 %). Elles baissent momentanément en 1985, se situant aux environs de 120 individus par m^2 en mars et septembre, puis retrouvent les valeurs antérieures en mars et juin 1986 avant d'augmenter fortement en fin d'été, dépassant les 400 individus. Les effectifs restent importants en 1987, avec des valeurs au m^2 de 280 individus en mars et juin, et de 420 en septembre (tabl. 3.7).

Le maximum de densité se situe chaque année en fin d'été, excepté en 1985 où il est avancé en fin de printemps.

La stabilité en densité du peuplement constaté de 1977 à 1984 résulte principalement d'un équilibre entre l'amphipode haustoriidé Urothoë brevicornis et l'annélide polychète Paraonis fulgens. En avril 1985, la chute des effectifs d'Urothoë brevicornis s'accompagnant d'une quasi stagnation des annélides polychètes entraîne une baisse de 40 % des densités totales du peuplement par rapport à mars 1984.

En 1986 et 1987, le peuplement est influencé par un autre amphipode haustoriidé Bathyporeia sp. dont les effectifs moyens augmentent fortement en fin d'été, atteignant des valeurs par m^2 de 200 à 250 individus

Tableau 3.6. : Comparaison des résultats granulométriques en R14
(situation estivale) en 1976, 1977, 1983, 1984, 1985, 1986-
et 1987.

Stations		%				μ			So	Sk
		Gr	Sgr	Sf	Sn	Q1	Md	Q3		
50 m	Sept. 1976	0,70	0,60	66,20	32,50	360	250	170	1,46	0,98
	Sept. 1977	0,76	1,99	63,67	33,58	365	255	170	1,47	0,95
	Sept. 1983	0	1,00	69,00	30,00	295	240	190	1,25	0,97
	Sept. 1984	0,10	0,50	80,60	18,80	235	215	205	1,07	1,04
	Sept. 1985	0,90	0,80	70,80	27,60	240	215	195	1,11	1,01
	Sept. 1986	1,50	1,70	74,00	22,80	375	275	205	1,35	1,02
	Sept. 1987	0,20	3,70	81,60	14,50	390	295	225	1,32	1,01
100 m	Sept. 1976	0,90	0,90	50,10	48,10	325	205	145	1,50	1,12
	Sept. 1977	1,06	0,25	75,96	22,73	330	270	212	1,25	0,96
	Sept. 1983	0,30	1,00	60,70	38,00	280	225	170	1,28	0,94
	Sept. 1984	0	2,40	87,00	10,60	300	240	190	1,26	0,99
	Sept. 1985	0,90	2,10	80,70	16,30	300	260	220	1,17	0,98
	Sept. 1986	0,10	2,50	67,30	30,00	375	260	155	1,55	0,8
	Sept. 1987	0,04	1,70	77,70	20,60	375	280	210	1,34	1,00
150 m	Sept. 1976	2,60	2,50	63,10	31,80	370	260	170	1,48	0,93
	Sept. 1977	0,49	0,99	50,96	47,56	265	215	170	1,25	0,97
	Sept. 1983	0	1,50	76,50	22,00	280	245	215	1,14	1,00
	Sept. 1984	0,90	3,50	82,80	12,80	290	245	220	1,15	1,06
	Sept. 1985	0,40	2,80	78,90	17,80	290	250	210	1,18	0,97
	Sept. 1986	0,60	2,00	77,50	19,90	380	285	215	1,34	1,01
	Sept. 1987	0,50	2,20	72,30	24,90	370	270	200	1,36	1,01
200 m	Sept. 1976	2,00	5,00	66,90	26,10	390	275	195	1,41	1,01
	Sept. 1977	0,37	0,88	49,79	48,96	272	210	160	1,30	0,99
	Sept. 1983	12,40	2,60	75,00	10,00	340	280	230	1,21	1,00
	Sept. 1984	0,10	2,30	76,60	21,00	245	215	205	1,09	1,09
	Sept. 1985	0,60	4,05	77,20	18,20	310	250	210	1,21	1,04
	Sept. 1986	0,40	1,40	74,10	24,10	370	270	200	1,36	1,01
	Sept. 1987	0,03	4,20	69,80	25,90	375	275	190	1,40	0,94
250 m	Sept. 1976	0,50	3,20	52,90	43,40	345	225	150	1,52	1,02
	Sept. 1977	0,64	2,56	76,89	19,91	347	285	235	1,22	1,00
	Sept. 1983	18,00	9,00	62,00	11,00	560	305	255	1,48	1,53
	Sept. 1984	1,00	4,00	83,60	11,40	310	240	190	1,28	1,02
	Sept. 1985	1,60	7,30	66,90	24,20	350	250	200	1,33	1,12
	Sept. 1986	0,40	3,50	77,00	19,10	385	285	215	1,34	1,02
	Sept. 1987	0,60	4,90	66,90	27,50	380	270	175	1,47	0,91
300 m	Sept. 1976	2,50	5,40	59,10	33,00	375	260	170	1,49	0,94
	Sept. 1977	0,33	2,00	44,45	53,22	245	195	125	1,40	0,81
	Sept. 1983	2,30	7,70	50,00	40,00	290	230	175	1,29	0,96
	Sept. 1984	1,30	6,90	76,50	15,30	325	245	210	1,24	1,14
	Sept. 1985	10,40	13,00	48,90	27,70	470	265	190	1,57	1,27
	Sept. 1986	0,30	2,10	71,20	26,30	370	270	180	1,43	0,91
	Sept. 1987	0,90	5,70	58,40	35,00	370	250	135	1,65	0,80
350 m	Sept. 1976	9,10	5,00	46,20	39,70	405	250	155	1,62	1
	Sept. 1977	0,22	1,45	30,34	67,99	235	167	145	1,27	1,22
	Sept. 1983	2,50	7,50	55,00	35,00	315	245	180	1,32	0,94
	Sept. 1984	1,90	10,80	55,40	31,90	350	240	185	1,38	1,12
	Sept. 1985	0,60	3,10	37,90	58,40	240	180	150	1,26	1,11
	Sept. 1986	0,50	4,50	61,00	34,00	370	250	135	1,66	0,80
	Sept. 1987	0,90	7,90	68,80	22,30	400	285	210	1,38	1,03

Fig. 3.8 Évolution temporelle des densités faunistiques en R.14

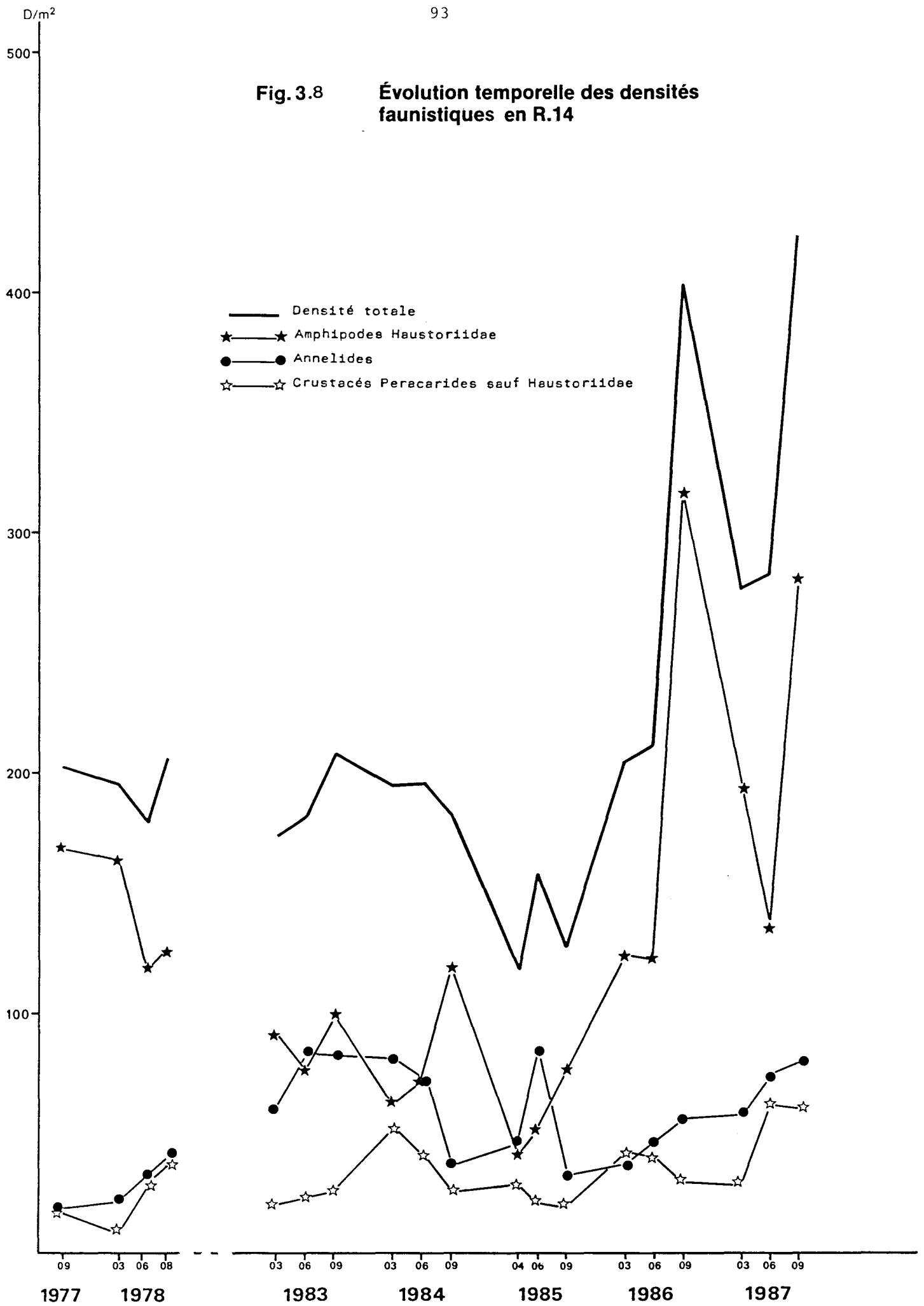


Tableau 3.7. : Résultats faunistiques en R14 (Nombre d'individus/m²).

14 mars 1987	50 m	100 m	150 m	200 m	250 m	300 m	350 m	N/m2
Nemertes	+	+	+	+	+	+	+	+
Phyllodocidae	-	-	1,32	1,32	-	-	-	0,38
Nephtys sp.	-	-	-	1,32	4,00	2,68	4,00	1,71
Paraonis fulgens	-	4,00	46,68	69,32	72,00	28,00	69,32	41,33
Spionidae	-	2,68	2,68	1,32	5,32	4,00	17,32	4,76
Arenicola marina	-	9,32	36,00	2,68	1,32	-	-	7,05
Ophelia rathkei	-	9,32	4,00	2,68	-	1,32	-	2,47
Gastrosaccus spinifer	-	-	-	1,32	-	1,32	-	0,38
Cumopsis fagei	-	-	-	-	-	-	4,00	0,57
Eurydice sp.	64,00	12,00	8,00	4,00	-	-	-	12,57
Isopode indéterminé	-	-	1,32	-	-	-	-	0,19
Haustorius arenarius	12,00	-	1,32	6,68	6,68	6,68	-	4,77
Urothoe brevicornis	-	24,00	37,32	104,00	114,68	70,68	25,32	53,71
Urothoe poseidonis	-	1,32	4,00	5,32	-	-	-	1,52
Urothoe sp.	-	-	-	-	5,32	1,32	1,32	1,14
Bathyporeia sp.	574,58	34,68	20,00	45,32	36,00	48,00	153,32	130,29
Pontocrates sp.	-	-	10,68	20,00	46,68	17,32	6,68	14,48
Talorchestia sp;	-	-	1,32	-	-	-	-	0,19
Amphipode indéterminé	-	-	-	1,32	-	1,32	-	0,38
Portunus latipes	-	-	-	-	-	1,32	1,32	0,38
Ammodytes tobianus	-	-	-	-	-	2,68	1,32	0,57
TOTAL/m2	650,68	97,32	174,64	266,60	292,00	186,64	283,92	278,84

12 juin 1987

Nemertes	+	+	+	+	+	+	+	+
Nephtys sp.	-	-	-	-	-	1,32	6,68	1,14
Paraonis fulgens	1,32	40,00	56,00	62,68	81,32	33,32	138,68	59,05
Spionidae	-	1,32	2,68	-	6,68	4,00	5,32	2,86
Arenicola marina	-	25,32	34,68	4,00	1,32	1,32	-	9,52
Ophelia rathkei	-	8,00	4,00	-	-	-	-	1,71
Gastrosaccus spinifer	-	-	-	-	-	-	1,32	0,19
Cumopsis fagei	-	-	-	-	1,32	6,68	5,32	1,90
Eurydice sp.	170,68	5,32	4,00	4,00	4,00	1,32	2,68	27,43
Haustorius arenarius	5,32	-	1,32	2,68	-	1,32	-	1,52
Urothoe brevicornis	-	1,32	18,68	37,32	86,68	53,32	18,68	30,86
Urothoe poseidonis	-	2,68	13,32	8,00	-	-	1,32	3,62
Bathyporeia sp.	204,00	24,00	12,00	46,68	33,32	157,32	233,32	101,52
Pontocrates sp.	-	5,32	14,68	84,00	36,00	72,00	6,68	31,24
Talorchestia sp;	2,68	-	-	-	-	-	2,68	0,77
Ammodytes tobianus	-	-	-	-	-	4,00	61,32	9,33
Echiichtys vipera	-	-	-	-	-	-	1,32	0,19
Psetta maxima	-	-	-	1,32	-	-	-	0,19
TOTAL/m2	384,00	113,28	161,36	250,68	250,64	335,92	485,32	283,04

24 septembre 1987

Nemertes	+	+	+	+	+	+	+	+
Phyllodocidae	-	1,32	-	-	-	-	-	0,19
Nephtys sp.	-	-	-	1,32	1,32	-	5,32	1,14
Paraonis fulgens	-	56,00	56,00	100,00	40,00	32,00	64,00	49,71
Spionidae	-	8,00	14,68	2,68	-	4,00	26,68	8,01
Arenicola marina	-	21,32	32,00	9,32	1,32	-	-	9,14
Ophelia rathkei	-	50,68	32,00	4,00	-	-	-	12,38
Gastrosaccus spinifer	-	-	-	2,68	8,00	12,00	14,68	5,34
Cumopsis fagei	-	-	-	-	1,32	1,32	2,68	0,76
Eurydice sp.	210,68	18,68	10,68	5,32	5,32	1,32	1,32	36,19
Sphaeroma sp.	-	-	-	1,32	-	-	-	0,19
Haustorius arenarius	10,68	1,32	6,68	2,68	2,68	-	-	3,43
Urothoe brevicornis	-	18,68	61,32	161,32	116,00	88,00	41,32	69,52
Urothoe poseidonis	-	6,68	16,00	4,00	-	-	-	3,81
Bathyporeia sp.	464,00	33,32	281,32	118,68	114,68	110,68	290,68	201,91
Pontocrates sp.	18,68	6,68	16,00	28,00	36,00	17,32	5,32	18,29
Amphipode indéterminé	-	-	1,32	-	-	1,32	-	0,38
Ammodytes tobianus	-	-	-	-	4,00	2,68	12,00	2,67
Echiichtys vipera	-	-	-	-	-	-	2,68	0,38
TOTAL/m2	704,04	222,68	528,00	441,32	330,64	270,64	466,68	423,44

alors qu'ils se situaient aux alentours de 50 les années précédentes (fig. 3.9). C'est surtout aux extrémités de la radiale (points 50, 100 et 350) que les variations et les densités sont les plus fortes. Des valeurs identiques ont déjà été observées en février 1978 (330 ind./m²), dues aux très importantes densités rencontrées en haut d'estran (point 50). Quant à celles des deux autres amphipodes haustoriidés Haustorius arenarius et Urothoë poseidonis, elles restent faibles et présentent peu de fluctuations.

Le pourcentage des annélides polychètes diminue en 1986 et 1987, retrouvant les valeurs de 1978, alors que leur densité, faible en septembre 1985, augmente par la suite pour avoisiner les 80 individus par m² en 1987 (tabl. 3.8). Paraonis fulgens, au corps s'enroulant en tire-bouchon, est l'espèce la mieux représentée. Le faible nombre d'Arenicola marina augmente légèrement en 1987, sans toutefois atteindre les valeurs observées en 1983-1984.

Les densités de crustacés péracarides autres que les haustoriidés varient en dents de scie d'une année à l'autre selon l'importance des effectifs d'Eurydice sp. (maximum observé en fin d'hiver) et de Pontocrates sp. (maximum en début d'été). Quant aux Cumopsis fagei qui apparaissent en juin et en septembre, ils ont quasiment disparu.

A noter la présence assez variable en bas niveau (points 250 à 350) de jeunes Ammodytes tobianus. Les plus gros individus sont utilisés comme appât, au même titre qu'Arenicola marina, sur les palangres à bars disposées au bas de l'eau tout au long de l'anse de Sciotot.

Tableau 3.8 : Comparaison des densités (nombre moyen d'individus/m²) et des pourcentages des principaux groupes faunistiques sur l'ensemble de la radiale R 14 (0 à 350 m).

		Annélides		Crustacés*		Amphipodes haustoriidae		Divers**	
		D	%	D	%	D	%	D	%
Septembre 1977		19,0	9,3	17,6	8,6	167,1	81,6	1,0	0,5
Mars	1978	21,7	11,0	8,6	4,4	163,6	83,1	3,1	1,6
Juin	1978	32,4	18,1	28,8	16,1	117,9	65,7	0,2	0,1
Août	1978	40,7	19,9	36,7	17,8	127,9	62,1	0,7	0,3
Mars	1983	58,9	33,9	20,0	11,5	90,1	51,9	4,6	2,7
Juin	1983	81,7	44,9	22,9	12,6	76,7	42,2	0,6	0,3
Septembre	1983	82,3	39,6	26,3	12,6	99,4	47,8	-	-
Mars	1984	80,9	41,4	51,2	26,2	62,5	31,9	1,0	0,5
Juin	1984	74,1	37,9	42,4	21,7	72,5	36,9	6,7	3,4
septembre	1984	36,6	20,0	26,3	14,3	118,5	64,7	1,9	1,0
Avril	1985	46,1	38,9	28,2	23,8	42,6	36,0	1,5	1,3
Juin	1985	84,6	53,4	21,3	13,4	52,6	33,2	-	-
Septembre	1985	31,2	24,4	20,3	15,8	75,1	58,5	1,7	1,3
Mars	1986	37,7	18,5	42,1	20,6	124,6	60,9	-	-
Juin	1986	45,9	21,7	39,6	18,7	122,1	57,8	3,8	1,8
Septembre	1986	55,8	13,8	29,9	7,4	317,3	78,7	0,6	-
Mars	1987	57,7	20,7	29,1	10,4	191,4	68,7	0,6	0,2
Juin	1987	74,3	26,2	61,5	21,7	137,5	48,6	9,7	3,4
Septembre	1987	80,6	19,0	61,1	14,4	278,7	65,8	3,1	0,7

Légende : * Crustacés Péraécariés sauf haustoriidae.

** Divers sans néemertes.

Fig.3.9. Evolution temporelle des densités de deux groupes d'invertébrés benthiques en R 14



★452

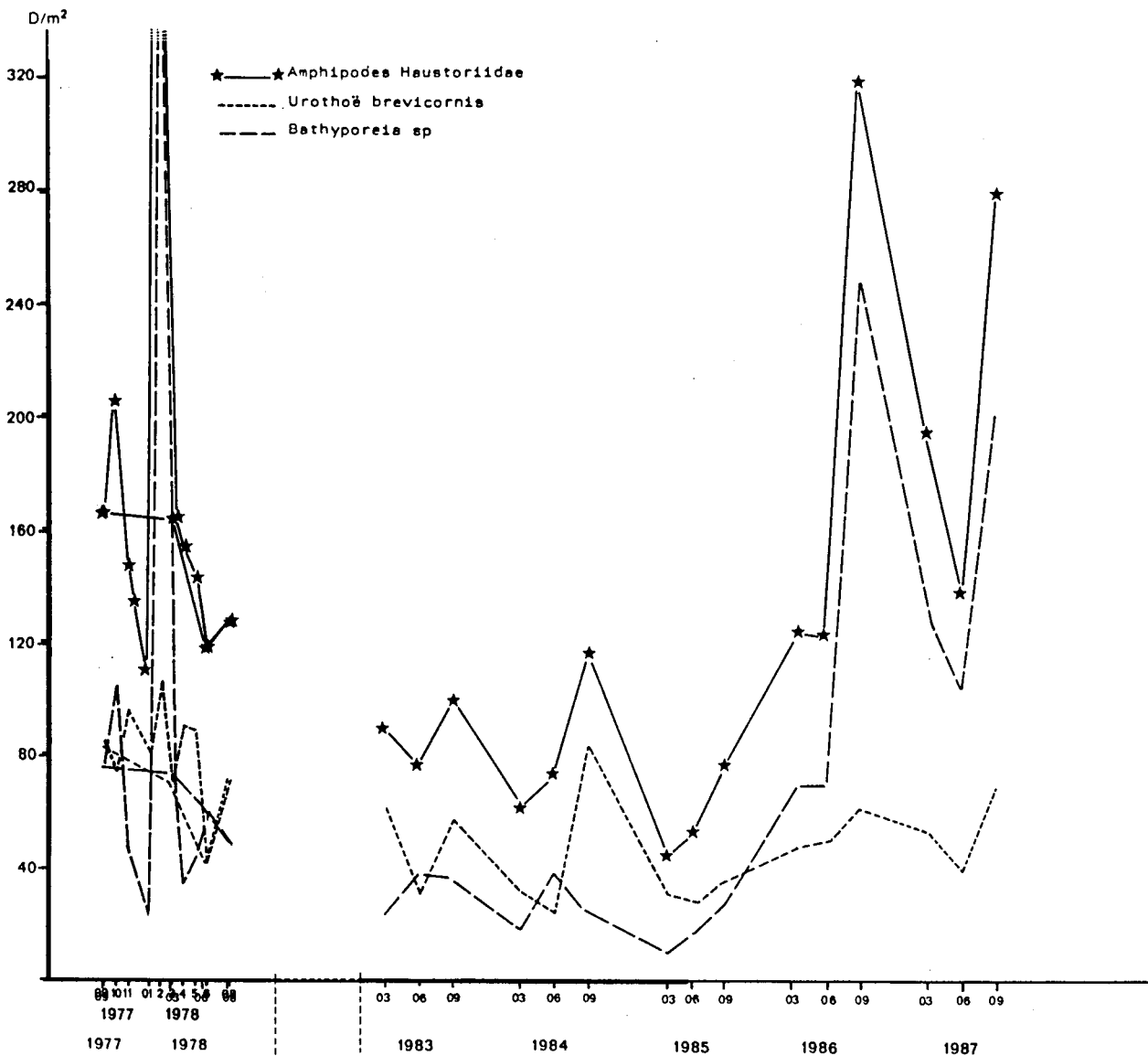
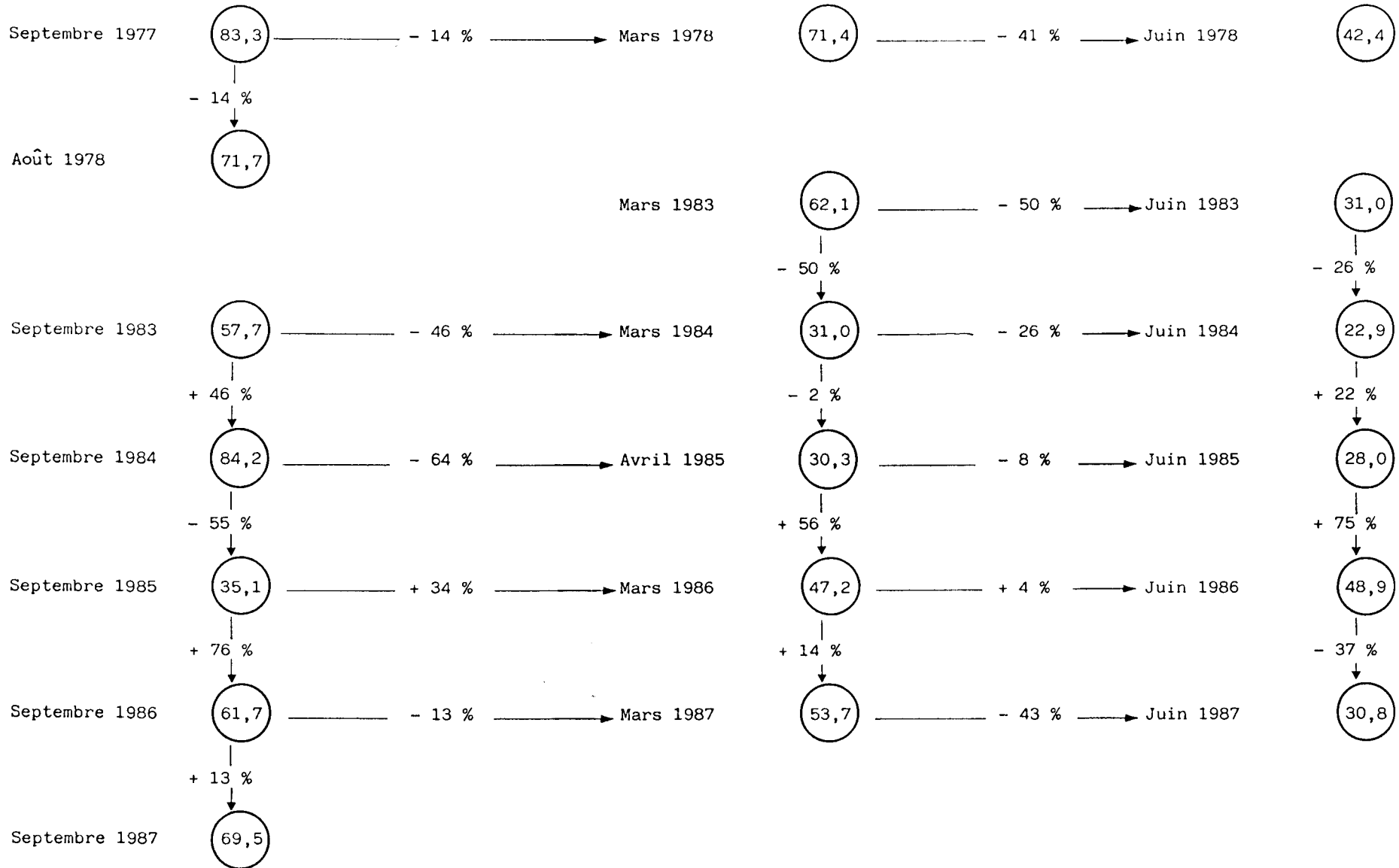


Tableau 3.9 : Evolution des effectifs moyens d'*Urothoe brevicornis* en R14 (Nombre d'individus/m²).



L'étude réalisée sur Urothoë brevicornis dans l'anse de Scioto de septembre 1977 à août 1978 a permis d'une part de mettre en évidence l'existence d'un cycle univoltin, d'autre part l'observation d'un maximum de densité en fin d'été.

Ces résultats sont confirmés par l'étude similaire réalisée lors de la première année de Surveillance de mars à septembre 1983. Les travaux entrepris les années suivantes se limitent donc à la densité et à la répartition spatiale.

Pour l'interprétation des résultats (tabl. 3.9) ceux-ci sont disposés en tenant compte non pas de l'année calendaire, mais de l'année biologique (de l'apparition de la nouvelle génération en septembre à sa mortalité, après la ponte, en juin).

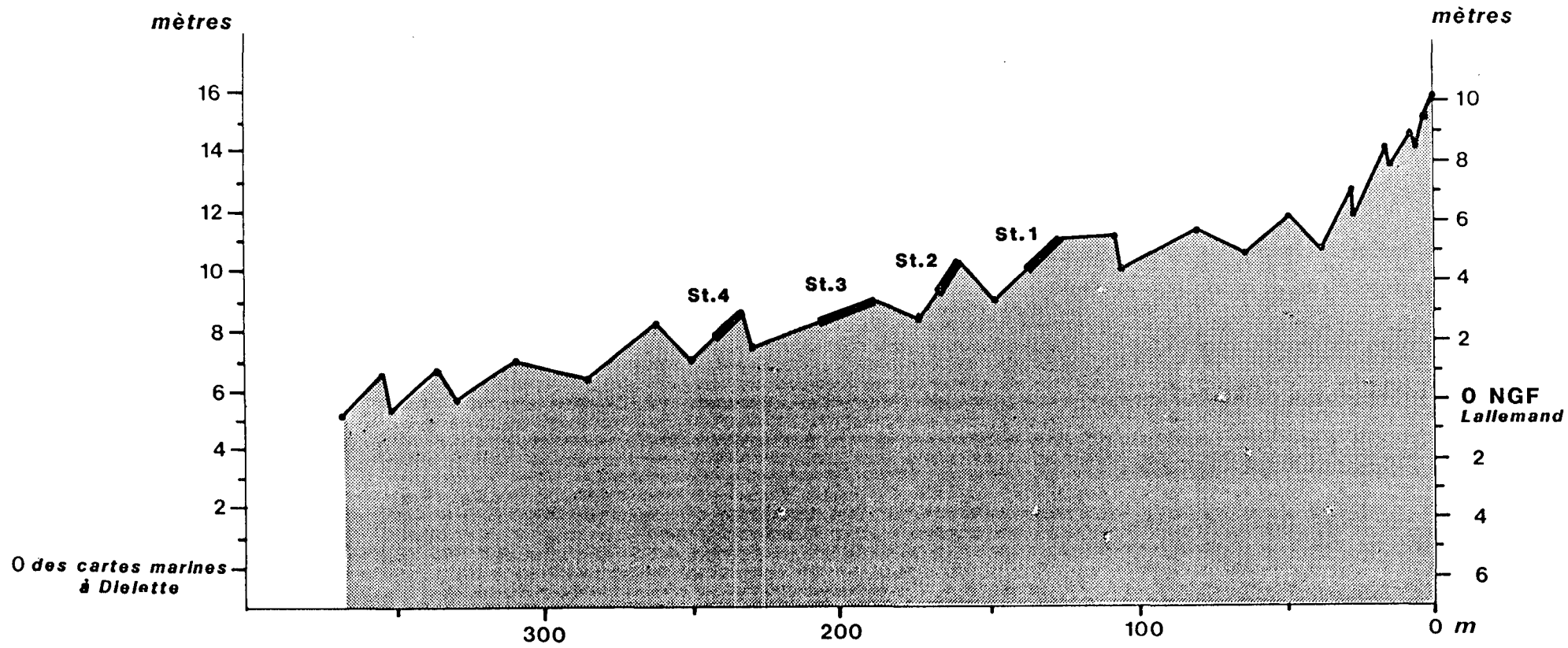
Cinq cycles complets sont observables. Les variations, qu'elles soient d'une saison à une autre pour un cycle donné, ou d'un cycle à l'autre pour une saison donnée, sont importantes et irrégulières.

Au cours du cycle 1985-86, une augmentation importante des densités apparaît de septembre à mars, contrairement à la baisse généralement enregistrée pendant cette période. Le faible effectif de septembre 1985 s'explique peut-être par un recrutement plus tardif cette année là. L'absence de mortalité chez cette espèce au printemps 1986 est également surprenant.

Les densités enregistrées à la fin des deux derniers hivers sont supérieures à celles des deux hivers précédents, sans toutefois atteindre celle de mars 1978. D'autre part, si en 1984 et en 1985 la mortalité est plus importante en hiver qu'au printemps, la situation est inversée en 1978 et en 1987.

La répartition spatiale de cette espèce se traduit par un phénomène de désaffectation du haut de l'estran (absence totale d'Urothoë brevicornis au point 50 m depuis 1984). Le maximum de densité s'observe en milieu de radiale : point 200 m en septembre et point 250 m en juin.

Fig :3.10 — Pointe du Rozel
Profil schématique de la radiale R4



3.3. ZOOBENTHOS INTERTIDAL - SUBSTRAT DUR

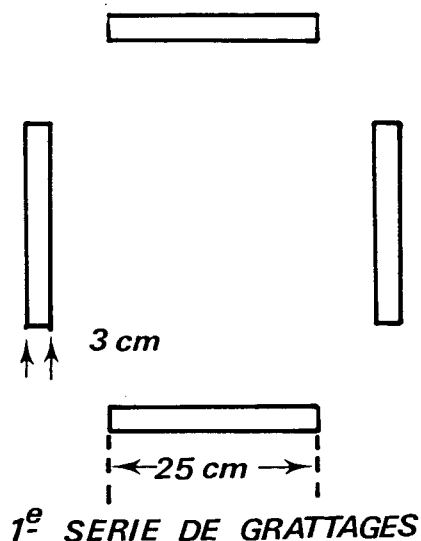
Le développement des peuplements animaux de mode battu traduit la forte intensité des actions hydrodynamiques de ce secteur côtier. Au cap de Flamanville, constitué d'une succession d'éperons rocheux granitiques, les peuplements sont essentiellement représentés par une ceinture à Balanus balanoides. 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 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) ainsi qu'au droit du sémaphore du cap de Flamanville (point SEM ; fig. 1.5) ; cette étude est complétée par une évaluation sommaire des densités des principales espèces accompagnatrices et par une expérience de recolonisation du substrat par les cirripèdes.

3.3.1. Méthodologie

A la pointe du Rozel, 4 points de la radiale R4 sont échantillonnés en septembre dans la ceinture à Balanus balanoides à raison d'un point par strate (fig. 3.10). Au droit du sémaphore, et à partir de 1983, un point (SEM) est retenu comme représentatif de l'ensemble de la ceinture à l'exception de la frange supérieure. Les densités de cirripèdes sont évaluées à l'aide de quadrats 0,05 m x 0,05 m (8 quadrats par point) ; le pourcentage de leur recouvrement du substrat est noté et l'échantillonnage est stratifié pour tenir compte de l'hétérogénéité de colonisation (zone à forte densité, faible densité, absence totale de cirripèdes), phénomène constaté essentiellement aux limites de la ceinture. Des échantillons de substrat sont rapportés au laboratoire pour l'évaluation des pourcentages des différentes espèces.

Les densités des principales espèces accompagnatrices sont évaluées à chaque point à partir d'une surface unitaire de 1/16 m² (quadrat 0,25 m x 0,25 m) : les patelles sont dénombrées sur le terrain à raison de 12 comptages par point alors que les autres espèces sont récoltées par grattages (4 par point), puis déterminées et comptées au laboratoire.



Les points 2 de la pointe du Rozel et SEM du cap de Flamanville 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), permettant de cerner l'importance de fixation des recrues selon les saisons et d'établir le bilan global de recolonisation annuelle. Afin de limiter l'invasion des surfaces mises à nu par les espèces d'épifaune vagile (patelles, littorines) les quadrats rectangulaires sont de faible largeur.

3.3.2. Résultats

3.3.2.1. Etude de recolonisation par les cirripèdes

La quasi totalité du recrutement des cirripèdes s'effectue au printemps et représente selon les années de 77 % à 99,5 % du recrutement annuel. Le recrutement estival est faible, voire négligeable. Il en est de même du recrutement automnal.

La figure 3.11 montre les variations de recolonisation observées à la pointe du Rozel et au cap de Flamanville. La recolonisation notée lors d'une mission donnée est le résultat du recrutement en cours, diminué d'une mortalité (non quantifiée) intervenue entre la date de fixation des Cypris sur le substrat et la date d'observation.

En un point donné, il n'y a pas deux recrutements identiques. Tout au plus, à la pointe du Rozel les recrutements de 1978 et 1984 sont du même ordre de grandeur, et faibles comparés aux autres années.

La comparaison des deux points permet de constater des recrutements printaniers semblables en 1985, celui de la pointe du Rozel étant légèrement supérieur ; il en est de même en 1987 à l'avantage cette fois du cap de Flamanville. Les recrutements de ces deux points étant superposables pour chacune des deux années, l'augmentation constatée de 1985 à 1987 est donc identique : si en 1986 le recrutement du point SEM s'intercale fort bien dans cette augmentation, ce n'est pas le cas de celui du Rozel qui lui est nettement supérieur de 63 %.

L'importance du recrutement estival dépend de la précocité ou non du recrutement printanier par rapport aux dates d'observation et de l'ampleur de ce dernier. Il est en règle générale supérieur au recrutement automnal, exception faite en 1985 aux deux points et en 1987 au point SEM.

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

L'observation des densités de cirripèdes (tabl. 3.10 et annexe 3.3) montre des variations pluriannuelles importantes à la pointe du Rozel ; moindres au cap de Flamanville.

Au point 1 du Rozel, la surface colonisée augmente depuis 1983, année où elle était inférieure à 10 %, pour atteindre 50 % en 1985, puis 60 % en 1987. Une hausse importante des densités tant en valeurs brutes observées qu'en valeurs corrigées par le pourcentage de recouvrement y est notée en septembre 1986, alors qu'à la même période les densités chutent aux trois autres points du Rozel.

En ces mêmes points, colonisés à 100 %, les variations sont synchrones : augmentation une année, baisse l'année suivante. Sur les cinq dernières années, les densités augmentent cependant pour atteindre 100 000 à 125 000 ind/m² en milieu de ceinture en 1987. A noter la similitude des points 2 et 3, depuis le début des études de Surveillance et du point 4 à partir de 1986. La variance a tendance à augmenter en ces trois points.

Tableau 3.10 : Comparaison des densités globales de cirripèdes (nbre d'ind./m²)
au Rozel et au cap de Flamanville entre les années 1977-1978 et
1983-1984-1985-1986-1987.

	Décembre 1977			Juin 1978		
	S.O	D/S	\bar{D}	S.O	D/S	\bar{D}
Rozel R4						
	15	68 880		15	68 880	
Point 1	15	17 800	13 002	15	14 800	12 552
Point 2	100	62 470		100	73 430	
Point 3	100	68 170		100	69 930	
Point 4	80	52 450	41 960	80	47 890	38 312
Semaphore	 			 		

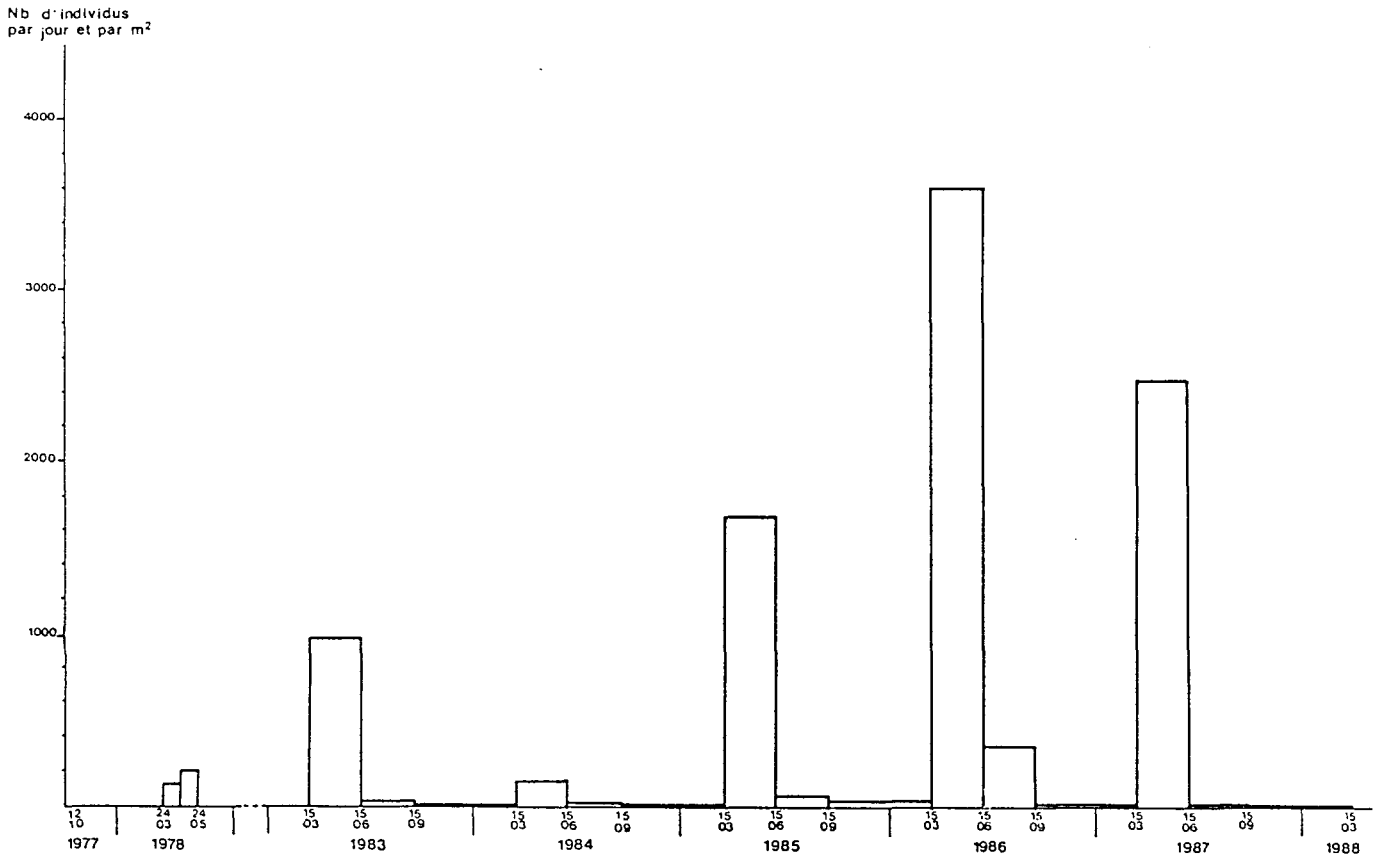
	Septembre 1983			Septembre 1984			Septembre 1985		
	S.O	D/S	\bar{D}	S.O	D/S	\bar{D}	S.O	D/S	\bar{D}
Rozel R4									
	10	49 200		10	37 700				
Point 1	5	14 500	5 645	5	12 800	4 410	50	41 200	20 600
Point 2	100	71 500		100	41 150		100	100 450	
Point 3	100	62 300		100	41 200		100	99 550	
Point 4	60	56 100	33 660	60	44 150	26 490	100	78 000	
Semaphore	100	66 000		100	60 100		100	74 400	

	Septembre 1986			Janvier 1987 [*]			Septembre 1987		
	S.O	D/S	\bar{D}	S.O	D/S	\bar{D}	S.O	D/S	\bar{D}
Rozel R4									
	50	108 942	54 470	50	36 268	18 134	60	54 700	32 820
Point 1	100	62 200		100	52 132		100	102 052	
Point 2	100	68 950					100	124 600	
Point 3	100	72 200		 			100	107 252	
Point 4				 					
Semaphore	100	75 300		 			100	77 000	

S.O : Surface occupée (en %) D/S : Densité par strate \bar{D} : Densité moyenne

* Prélèvements effectués le 7 janvier 1987 suite à l'échouage du porte-conteneur
Kini-Kersten sur la plage du Rozel la nuit du 1er de l'an.

Fig.3.11 Etude de la recolonisation par les crustacés cirripèdes
à la Pointe du Rozel (Point 2)



au Cap de Flamanville (Point SEM)

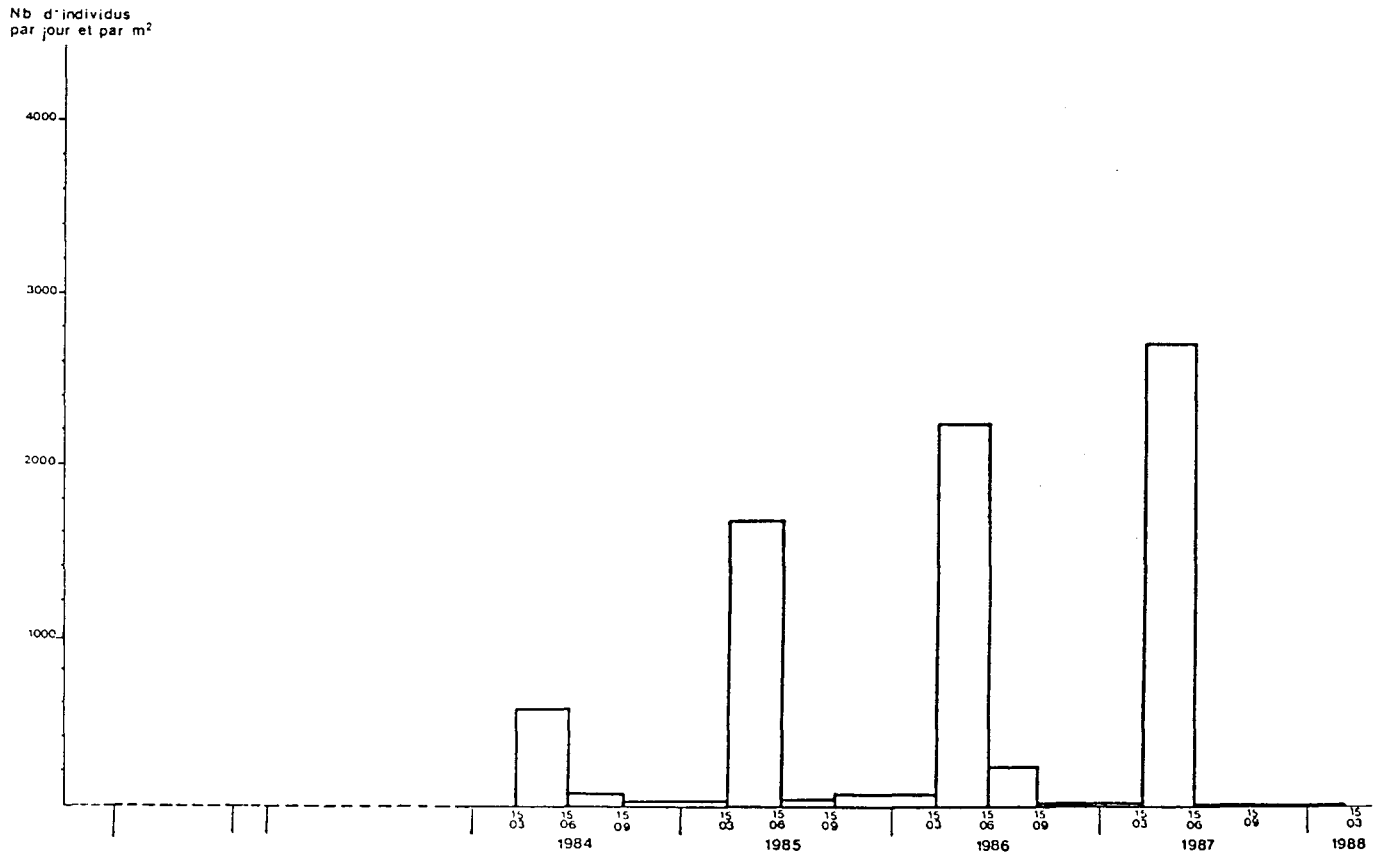


Tableau 3.11 : Comparaison des pourcentages et des densités des différentes espèces de cirripèdes à la pointe du Rozel et au cap de Flamanville.

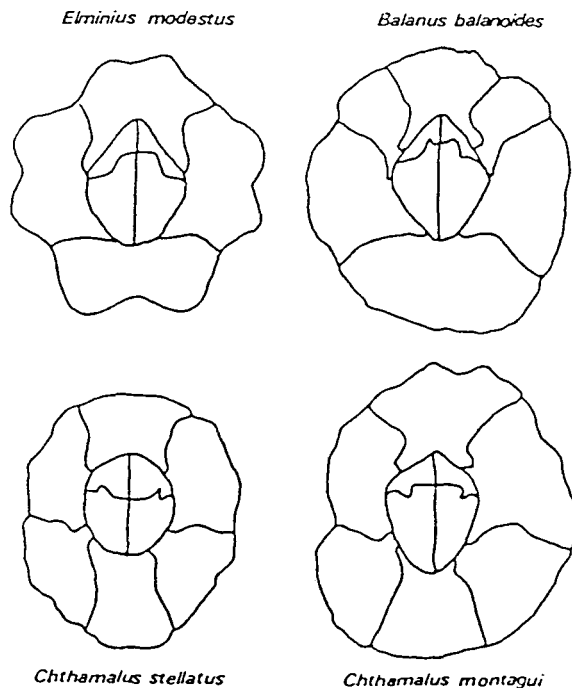
	BALA BAL		ELMI MOD		CHTH STE		CHTH MON	
	%	D	%	D	%	DD	%	D
ROZEL - POINT 1								
Septembre 1977	97,3	12 651	2,5	325	-	-	0,2	26
Juin 1978	93,5	11 736	5,9	741	0,4	50	0,2	25
Septembre 1983	80,6	4 550	17,9	1 010	0,6	34	0,9	51
Septembre 1984	84,0	3 704	15,2	670	0,6	26	0,2	9
Septembre 1985	87,7	18 066	10,6	2 184	0,7	144	1,0	206
Septembre 1986	91,7	49 949	7,6	4 140	0,7	381	-	-
Janvier 1987	92,8	16 828	5,5	997	0,6	109	1,1	199
Septembre 1987	95,2	31 245	4,1	1 346	-	-	0,7	230
ROZEL - POINT 2								
Décembre 1977	94,5	59 034	5,0	3 124	0,5	312	-	-
Juin 1977	93,5	68 657	6,0	4 406	0,5	367	-	-
Septembre 1983	87,3	62 419	12,3	8 723	-	-	0,4	286
Septembre 1984	76,7	31 562	22,7	9 341	-	-	0,6	247
Septembre 1985	88,6	88 989	9,8	9 854	0,3	301	1,3	1 306
Septembre 1986	89,2	55 482	10,5	6 531	-	-	0,3	187
Janvier 1987	87,0	45 355	10,8	5 630	0,5	261	1,7	886
Septembre 1987	95,5	97 511	4,5	4 541	-	-	-	-
ROZEL - POINT 3								
Décembre 1977	98,5	67 147	1,5	1 023	-	-	-	-
Juin 1978	97,0	67 832	3,0	2 098	-	-	-	-
Septembre 1983	87,8	54 699	11,6	7 227	0,3	187	0,4	249
Septembre 1984	71,0	29 252	27,4	11 289	0,3	124	1,3	536
Septembre 1985	90,0	89 575	9,2	9 119	0,6	627	0,2	229
Septembre 1986	93,4	64 399	5,9	4 068	-	-	0,6	414
Septembre 1987	96,6	120 364	3,2	3 987	-	-	0,2	249
ROZEL - POINT 4								
Décembre 1977	99,5	41 750	0,5	210	-	-	-	-
Juin 1978	99,5	38 120	0,5	192	-	-	-	-
Septembre 1983	90,1	30 328	9,1	3 063	0,5	168	0,3	101
Septembre 1984	80,1	21 218	18,2	4 821	-	-	1,7	450
Septembre 1985	91,5	71 378	7,5	5 811	0,3	218	0,8	593
Septembre 1986	91,8	66 280	7,7	5 559	-	-	0,5	361
Septembre 1987	96,9	103 927	3,1	3 325	-	-	-	-
FLAMANVILLE - POINT SEM								
Septembre 1983	92,4	60 984	4,3	2 838	3,3	2 178	-	-
Septembre 1984	76,4	45 916	14,7	8 835	5,9	3 546	3,0	1 803
Septembre 1985	85,4	63 538	5,2	3 869	7,1	5 282	2,3	1 711
Septembre 1986	91,5	68 900	4,0	3 012	2,7	2 033	1,8	1 355
Septembre 1987	88,7	68 299	2,0	1 532	8,0	6 137	1,3	1 024

Légende : BALA BAL = Balanus balanoides
CHTH STE = Chthamalus stellatus

ELMI MOD = Elminius modestus
CHTH MON = Chthamalus montagui

Au cap de Flamanville, les densités sont relativement stables, augmentant faiblement les trois dernières années pour atteindre 77 000 ind/m². La variance, faible de 1983 à 1985, augmente en 1986.

Les proportions des différentes espèces de cirripèdes sont calculées à chaque point (tabl. 3.11 et annexe 3.4). Quatre espèces sont en compétition pour l'espace, à savoir : Balanus balanoides, Elminius modestus, Chthamalus stellatus et Chthamalus montagui.

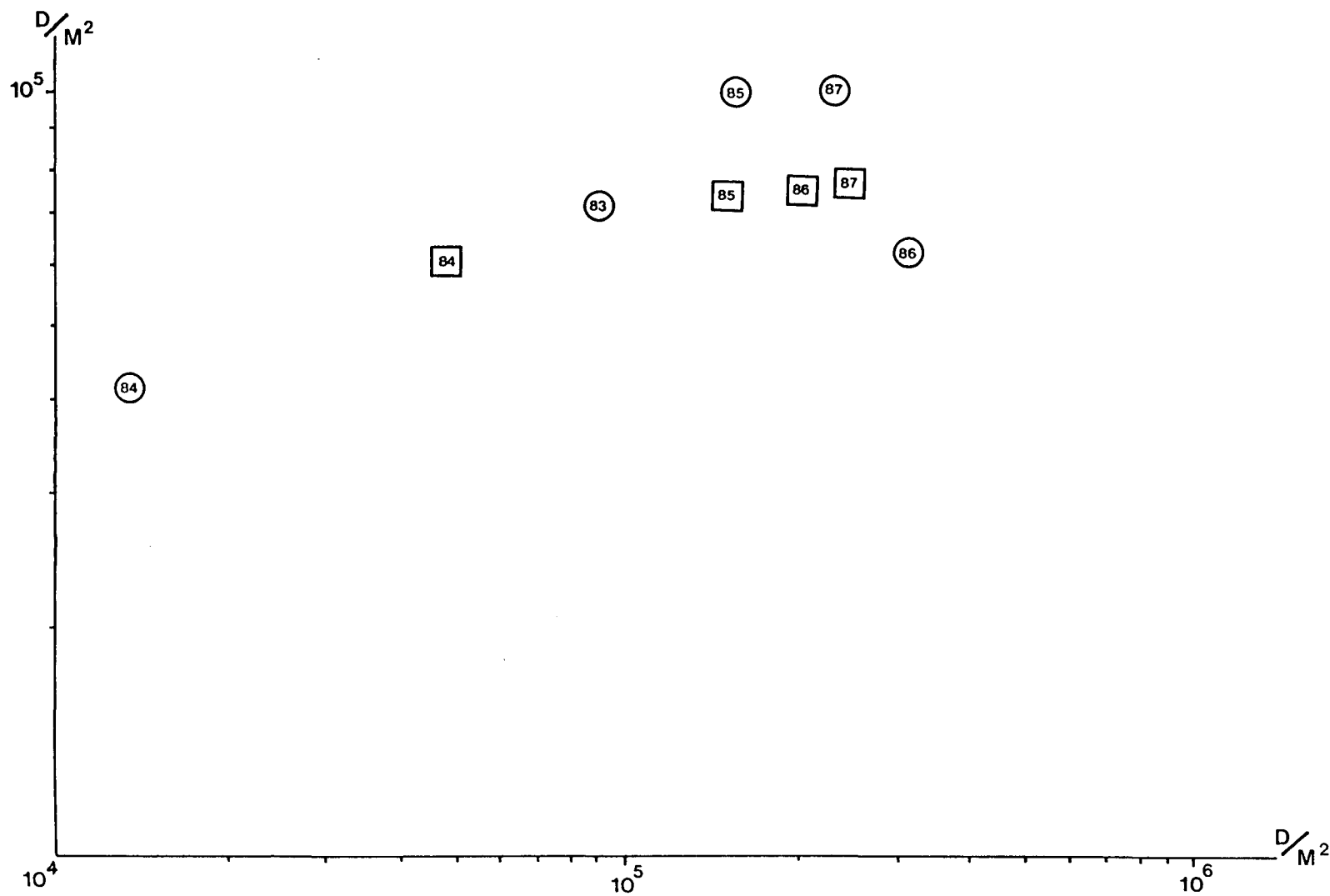


L'observation la plus marquante concerne Elminius modestus qui, après avoir progressé jusqu'en 1985, régresse sur l'ensemble du site tant en pourcentage qu'en densité. A l'exception du point 1 très particulier du fait de l'évolution importante des surfaces de substrat colonisé, le pourcentage le plus fort de cette espèce est atteint aux autres points en 1984 et représente jusqu'à 25 % des individus en milieu de ceinture au Rozel. Le maximum de densité se situe en 1984 pour les points 3 et SEM, en 1985 pour les points 2 et 4. Pourcentage et densité diminuent par la suite sur l'ensemble du site pour atteindre en 1987 un niveau égal ou inférieur à celui de 1978, mis à part le point 4 où la baisse est plus lente. Ce recul d'Elminius modestus se fait au bénéfice quasi exclusif de Balanus balanoides, espèce favorisée par les bons recrutements printaniers observés.

Le pourcentage des Chthamales est faible au Rozel, voire nul aux points 2 et 4 en 1987, alors qu'au sémaphore il augmente en dents de scie pour dépasser les 9 % aux dernières observations.

Fig.3.12 Variations des densités de cirripèdes en place en septembre en fonction du recrutement printanier

- Pointe du Rozel (Point 2)
- Cap de Flamanville (Point SEM)
- 83 Année



Si au cap de Flamanville une relation directe peut être établie entre chaque recrutement printanier et les densités de cirripèdes en place observées en septembre suivant, il n'en est pas de même au Rozel (fig.3.12) où à l'important recrutement printanier de 1986 au point 2 (bien supérieur à tous les autres) suit une baisse des densités à un niveau inférieur à celui de 1983, année où le recrutement est bien plus faible.

De même, bien que le recrutement soit identique aux deux points de mesure en 1985, les densités sont plus d'un tiers supérieures au Rozel en septembre suivant. La même observation est faite en 1987.

3.3.2.3. Evaluation des densités des principales espèces accompagnatrices

Seuls sont pris en compte pour cette étude les espèces ou groupes d'espèces appartenant à l'embranchement des mollusques (tabl. 3.12) ; toutefois les autres espèces rencontrées sont mentionnées dans l'annexe 3.5.

En 1977, une importante différence existe au niveau des densités de Patella sp. entre les quatre points du Rozel : elles varient de 10 ind./m² en haut niveau à 240 ind./m² au point 4. Sur l'ensemble de la période d'observation, deux remarques se dégagent : mis à part le point 1, les densités diminuent sur l'ensemble du site et l'éventail des valeurs se resserre entre 50 et 60 ind./m² en 1987. Au cap de Flamanville, le point étudié présente des variations plus importantes.

Le nombre de Littorina saxatilis décroît dans une certaine mesure sur l'ensemble de la radiale du Rozel. Les densités sont plus importantes au sémaphore malgré la forte chute enregistrée les deux dernières années.

L'observation des densités de Littorina neritoïdes montrent tout d'abord une chute généralisée des effectifs en 1984, accompagnée d'une diminution de la variance interpoints, puis une augmentation certaine des effectifs et de la variance en 1986 aux cinq points.

Quant à Lasea rubra, ses fluctuations sont plus désordonnées. A noter cependant une chute généralisée en 1985, à l'exception du point 1.

Quelques Gibbula umbilicalis et Gibbula pennanti sont répertoriées au Rozel d'une manière irrégulière. De même, Modiolus barbatus existant dans les fentes, jamais prises en compte dans cette étude, apparaît dans les grattages des points 2 et 4.

Tableau 3.12 : Comparaison des densités (nombre d'ind./m²) des différentes espèces de mollusques.

	PATE sp.	LITT SAX	LITT NER	GIBB UMB	GIBB PEN	THAI LAP	OZEN ERI	LASE RUB	MODI BAR
ROZEL - POINT 1									
Decembre 1977	12	76	*	-	-	-	-	*	-
Juin 1978	13	175	*	-	-	-	-	*	-
Septembre 1983	5	351	129	-	-	-	-	10	-
septembre 1984	9	274	29	-	-	-	-	2	-
Septembre 1985	18	330	24	-	-	-	-	296	-
Septembre 1986	34	774	376	-	-	-	-	32	-
Septembre 1987	17	314	461	-	2	-	-	22	-
ROZEL - POINT 2									
Decembre 1977	52	1 788	*	-	-	-	-	-	-
Juin 1978	108	2 304	*	-	-	-	-	-	-
Septembre 1983	70	1 368	484	-	-	-	-	644	-
septembre 1984	72	1 420	88	-	-	-	-	256	-
Septembre 1985	88	712	232	-	-	-	4	196	8
Septembre 1986	77	352	652	-	12	-	-	1 720	8
Septembre 1987	50	484	364	-	4	-	-	140	4
ROZEL - POINT 3									
Decembre 1977	192	1 192	*	20	-	4	-	*	-
Juin 1978	152	1 656	*	-	-	-	-	*	-
Septembre 1983	95	944	192	-	-	-	-	1 088	-
septembre 1984	85	748	32	-	16	-	-	708	-
Septembre 1985	65	664	160	-	4	-	-	260	-
Septembre 1986	59	356	716	-	24	-	4	2 236	-
Septembre 1987	51	220	252	-	-	-	-	44	-
ROZEL - POINT 4									
Decembre 1977	237	1 366	*	112	-	179	-	*	-
Juin 1978	173	2 749	*	29	19	22	-	*	-
Septembre 1983	77	115	60	-	-	-	-	180	-
septembre 1984	97	701	29	-	4	-	-	1 512	-
Septembre 1985	73	1 784	212	-	-	-	12	308	12
Septembre 1986	65	1 232	328	16	24	-	52	1 560	28
Septembre 1987	61	880	92	12	-	-	-	1 300	16
SEMAPHORE									
Septembre 1983	190	4 976	384	-	-	-	-	1 576	-
septembre 1984	208	6 680	72	-	-	-	-	528	-
Septembre 1985	98	9 920	432	-	-	-	-	256	-
Septembre 1986	84	6 536	512	-	-	-	-	344	24
Septembre 1987	120	3 200	416	-	-	-	-	2 800	16

Légende : PATE sp. = Patella sp.

GIBB UMB = Gibbula umbilicalis

OCEN ERI = Ocenebra erinaceus

LITT SAX = Littorina saxatilis

GIBB PEN = Gibbula pennanti

LASE RUB = Lasea rubra

LITT NER : Littorina neritoides

THAI LAP = Thais lapillus

MODI BAR = Modiolus barbatus

3.4. ZOOBENTHOS SUBLITTORAL - ETUDE DYNAMIQUE DE NUCULA NUCLEUS

L'étude de Projet avait permis de mettre en évidence dans le secteur proche du cap la prépondérance des fonds grossiers et en particulier du faciès à Nucula nucleus. L'étude de cette espèce porte sur la densité et la structure démographique à partir d'un échantillonnage réalisé en un point à une seule période de l'année. L'observation de l'état ponctuel de la reproduction et le calcul du poids sec de matière organique ont été réalisés en tant que complément d'information à l'étude de Surveillance.

3.4.1. Méthodologie

3.4.1.1. Modalité d'échantillonnage

Le point retenu (G658) est située au sud du cap de Flamanville (fig. 1.5), dans une zone où le substrat est constitué d'affleurements rocheux emprisonnant des taches de sables grossiers.

Huit échantillons d'1/8 m² ont été réalisés à la benne HAMON (modifiée par GUENNEGAN en 1983) à bord du N/O Thalia le 23 septembre 1986 et le 1er septembre 1987. Le tamisage est effectué sur maille ronde de 1 mm. Le matériel formolé est trié puis analysé au laboratoire.

3.4.1.2. Analyse des stries de croissance

L'analyse des stries est faite à partir de l'examen extérieur des coquilles. L'observation à l'oeil nu, complétée par un examen à la loupe binoculaire, permet de classer chaque nucule selon son âge, après attribution d'un nombre de stries, leur annuité ayant été dénombrée. Chez les individus âgés à croissance faible, la strie la plus récente s'inscrit au bord de la coquille, voire dans l'épaisseur ; la première strie devient moins visible. L'interprétation de l'âge de ces nucules devient plus délicate.

3.4.1.3. Mesure de la taille - choix du paramètre

La longueur a été retenue en raison de sa meilleure reproductibilité ; les mesures sont effectuées à l'aide d'un pied à coulisse électronique relié à un enregistreur de données. Ces dernières sont transférées ensuite sur une disquette pour un traitement ultérieur.

3.4.1.4. Etat de reproduction

L'examen extérieur des gonades à la loupe binoculaire permet de classer les individus selon 5 stades d'évolution définis lors de l'étude de Projet :

- Stade 1 "gonades vides" : l'absence de produits sexuels apparents rend le sexe indéterminable ; les gonades présentent une enveloppe transparente laissant bien voir l'hépatopancréas.

- Stade 2 "maturation des gonades" : les gonades se remplissent de produits sexuels ; les testicules, tout d'abord d'aspect diffus, se raffermissent et prennent une couleur blanc-laiteux. Les ovaires présentent des oeufs de forme polygonale, accolés les uns aux autres pour former une couche dense de couleur jaune-marron.

- Stade 3 "gonades mûres" : les gonades sont bien remplies et ne semblent plus évoluer ; elles occupent alors une part importante du volume interne de la coquille.

- Stade 4 "gonades partiellement vides" : les gonades contiennent du sperme actif et des oeufs mûrs mais en quantité moindre qu'au stade précédent ; les oeufs sont individualisés ou par petits paquets. L'hépatopancréas réapparaît sous la gonade.

- Stade 5 "l'après-ponte" : l'absence de tout produit sexuel rend le sexe indéterminable, comme au stade 1, mais l'enveloppe transparente de la gonade a un aspect très détendu comme au stade 4. Nous sommes en présence de nœuds qui viennent de pondre.

L'observation de l'état de maturation des gonades est faite pour chaque classe d'âge sur un lot d'au moins 30 individus, sauf pour les catégories 5,7 et 8 stries aux effectifs insuffisants. Le sex-ratio et le pourcentage des stades de maturité sont établis pour ces mêmes lots.

3.4.1.5. Calcul du poids sec de matière organique

CHARDY et al. (1984) ont établi la relation allométrique entre la hauteur (H) exprimée en mm et le poids sec de matière organique (W) exprimé en mg :

$$\log W = 1,52 \log H - 0,23$$

avec un coefficient de corrélation $r = 0,95$.

Compte tenu de la relation établie entre la hauteur et la longueur, nous obtenons :

$$\log W = 1,52 \log (L-0,622) - 0,18 \quad (W \text{ exprimé en mg, } L \text{ en mm})$$

Le poids sec de matière organique est ainsi obtenu pour chaque classe d'âge en considérant sa longueur moyenne.

3.4.2. Résultats

3.4.2.1. Densité

Les résultats obtenus sont exprimés dans le tableau suivant dans lequel sont indiqués le nombre d'individus trouvés dans chaque benne (correspondant à une densité par $1/8 \text{ m}^2$) et la densité moyenne par m^2 sur l'ensemble des prélèvements :

N° benne	1	2	3	4	5	6	7	8	D/m ²
23/09/1986	31	50	66	88	103	107	138	146	729
01/09/1987	0	0	0	1	1	2	4	11	19

Les densités observées varient de manière relativement importante d'une benne à l'autre. Il en est de même de l'abondance d'une année sur l'autre : elle était de $1\,139 \text{ ind./m}^2$ en août 1983, de 451 ind./m^2 en octobre 1984 et de 351 ind./m^2 en septembre 1985. La difficulté de l'échantillonnage sur ce fond très hétérogène apparaît à la vue de ces résultats.

La faible valeur de septembre 1987 surprend cependant, les prélèvements présentant le même aspect que ceux effectués les années précédentes : aspect du sédiment analogue, présence de Lanice conchilega. Ne disposant pas d'un système de positionnement très précis à la côte, il n'est pas assuré que nous soyons revenus très exactement au point G658. Compte tenu de la forte hétérogénéité du fond dans ce secteur, cet argument est à prendre en considération.

3.4.2.2. Structure démographique

Chaque animal est classé suivant son nombre de stries selon la même méthode que celle utilisée les années précédentes. L'analyse des stries de croissance donne la structure démographique présentée dans le tableau 3.13 et comparée aux données antérieures.

Nombre de stries	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Août 1983 %	13,96	18,09	20,81	22,83	16,51	6,32	1,05	0,44	-
Cap de Flamanville		32,05	52,86	75,69	92,20	98,52	99,07	100,00	-
Octobre 1984 %	26,61	14,63	10,64	11,53	13,75	12,64	8,43	1,77	-
Cap de Flamanville		41,24	51,88	63,41	77,16	89,80	98,23	100,00	-
Septembre 1985 %	10,26	15,67	12,82	7,98	16,81	24,22	11,11	1,14	-
Cap de Flamanville		25,93	38,75	46,73	63,54	87,76	98,87	100,01	-
Septembre 1986 %	20,16	22,63	16,19	11,66	8,92	9,33	7,68	2,88	0,55
Cap de Flamanville		42,79	58,98	70,64	79,56	88,89	96,57	99,45	100,00
Septembre 1987 %	42,10	31,60	15,80	5,30	-	5,30	-	-	-
Cap de Flamanville		73,70	89,50	94,80	-	100,10	-	-	-

Tableau 3.13 : *Mucula nucleus* - Comparaison des structures démographiques de 1983 à 1987.

Avant d'interpréter les différents résultats obtenus, il faut noter l'échantillonnage insatisfaisant des nucules âgées d'un an, dû soit à l'outil de prélèvement et/ou au diamètre de tamis choisi, soit à la répartition spatiale de cette tranche d'âge : la structure démographique obtenue en 1984 pourrait être expliquée par une répartition en tache des recrues. L'analyse des résultats tient compte de cette observation et porte donc essentiellement sur les nucules âgées de deux ans et plus.

D'autre part, aucun commentaire ne sera fait sur l'histogramme de fréquence de taille et sur la structure démographique obtenues en septembre 1987 compte tenu du faible nombre d'individus récoltés.

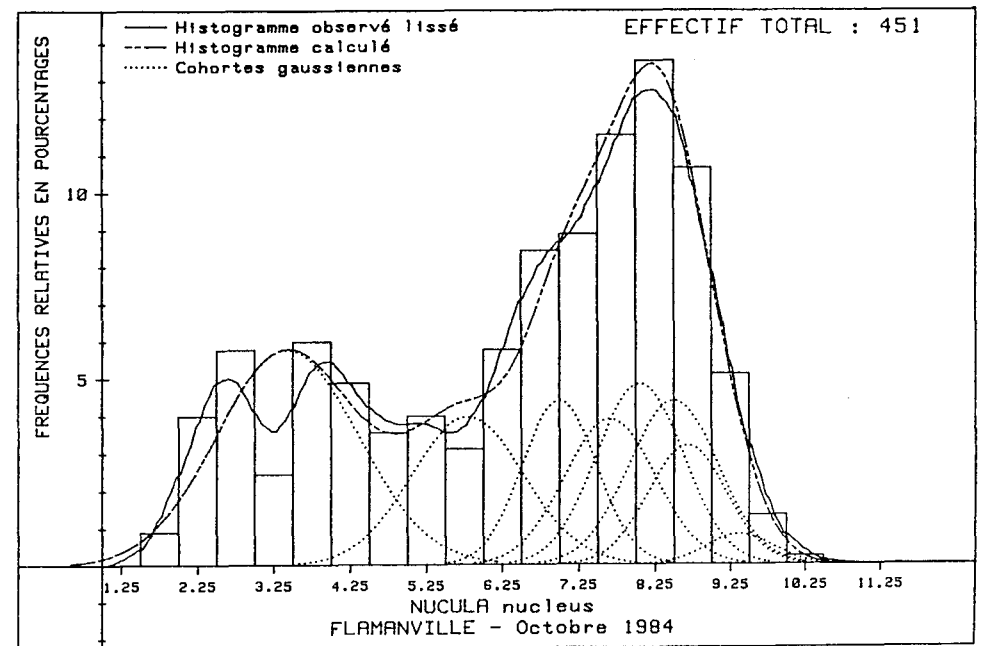
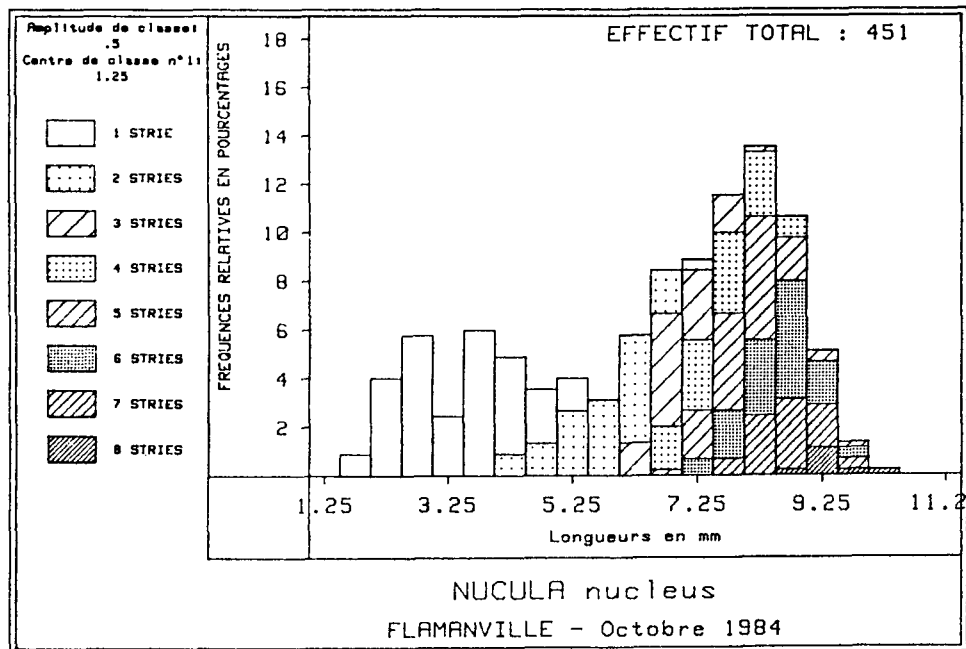
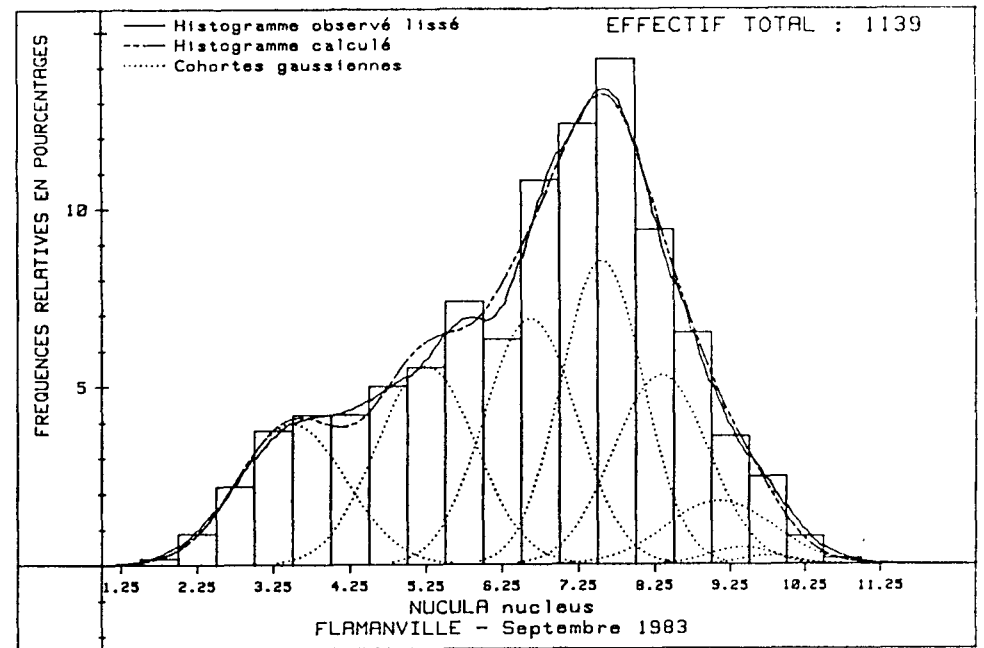
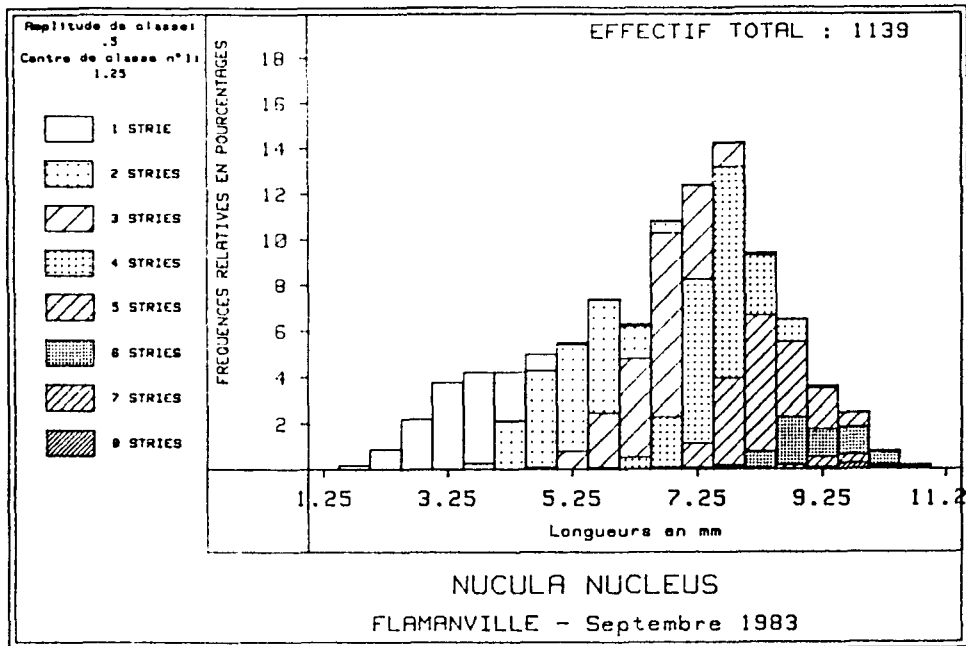
La comparaison des différents histogrammes de fréquence de taille (fig. 3.13 et 3.14) permet de suivre l'évolution du pic principal observé à 7,75 mm en août 1983. Il se décale chaque année de 0,5 mm vers la droite. Sa fréquence relative perd dans le même temps de son importance passant de plus de 14 % cette première année à moins de 8 % en septembre 1986, année où un autre pic principal apparaît à 7,25 mm.

L'examen des structures démographiques précise l'information. Le pic de 1983 s'explique par l'importance des individus à quatre stries, donc recrutés en 1979. Les classes 3 et 4 ans représentent 44 % de la population totale, près de 51 % si l'on excepte la classe 1 an. Le recrutement de 1979 et celui, secondairement de 1980, influencent le peuplement pendant les trois premières années d'observations. En 1986, le pic de l'histogramme est dû aux classes 3 et 4, donc aux recrutements de 1982 et 1983. Une idée du recrutement de 1983, année où la ponte avait déjà commencé fin août, est donnée par l'importance des individus à 1 strie dans les prélèvements de 1984, confirmée par celle des individus à 2 stries en 1985.

L'exemple du mauvais échantillonnage des individus d'un an apparaît dans l'examen de recrutement de 1984 : l'importance de ce dernier est jugée différemment dans l'observation de la classe 1 en 1985 et dans celle de la classe 2 en 1986.

La mortalité d'une génération donnée est difficile à établir car une augmentation du pourcentage relatif apparaît parfois par rapport à l'année précédente.

La courbe de croissance est calculée en prenant la longueur moyenne correspondant à chaque groupe de stries (fig. 3.15). La comparaison avec les courbes obtenues les années précédentes confirme l'aspect particulier de la structure démographique obtenue en 1984.



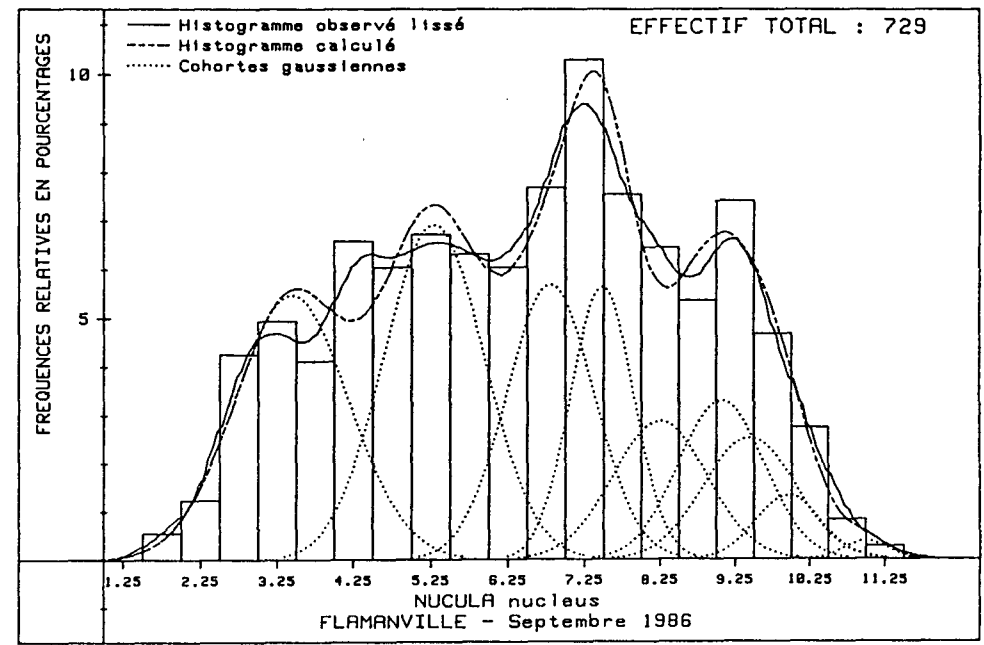
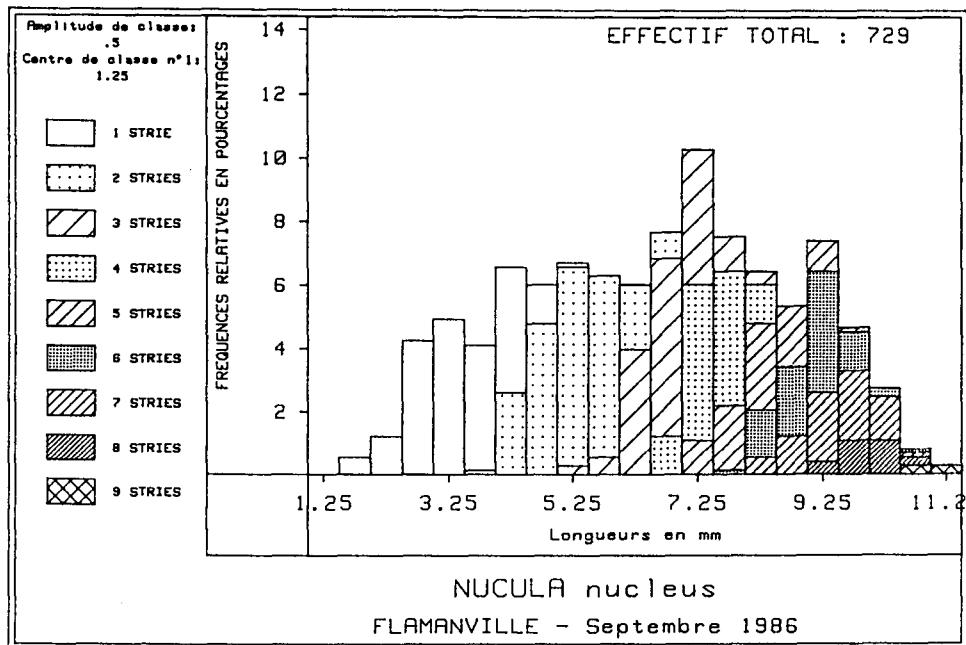
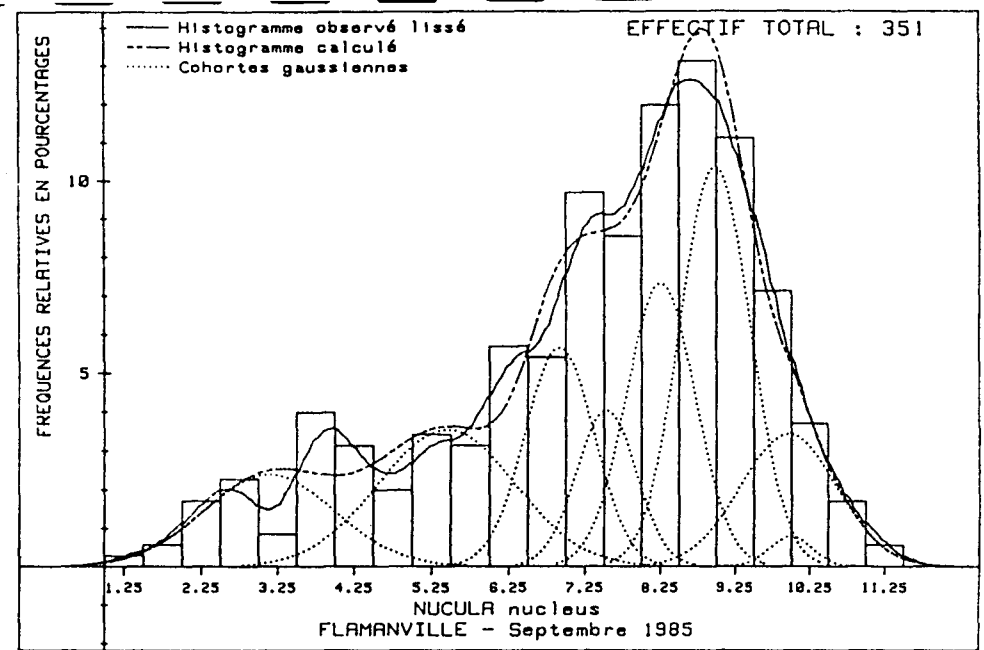
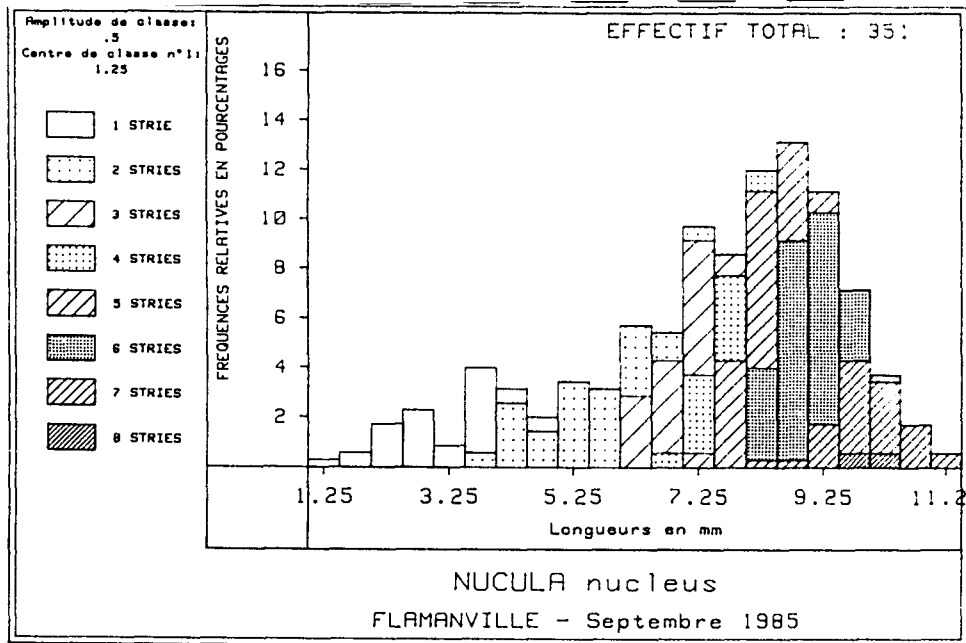


Fig.3.13 Histogramme de fréquence de taille.

Structure démographique définie à partir de la lecture des stries d'accroissement.

Fig.3.14 Analyse strie par strie.

..... Composantes gaussiennes (= classes d'âge annuelles)
- - - Somme des composantes théoriques
— Somme observée (lissage de l'histogramme)

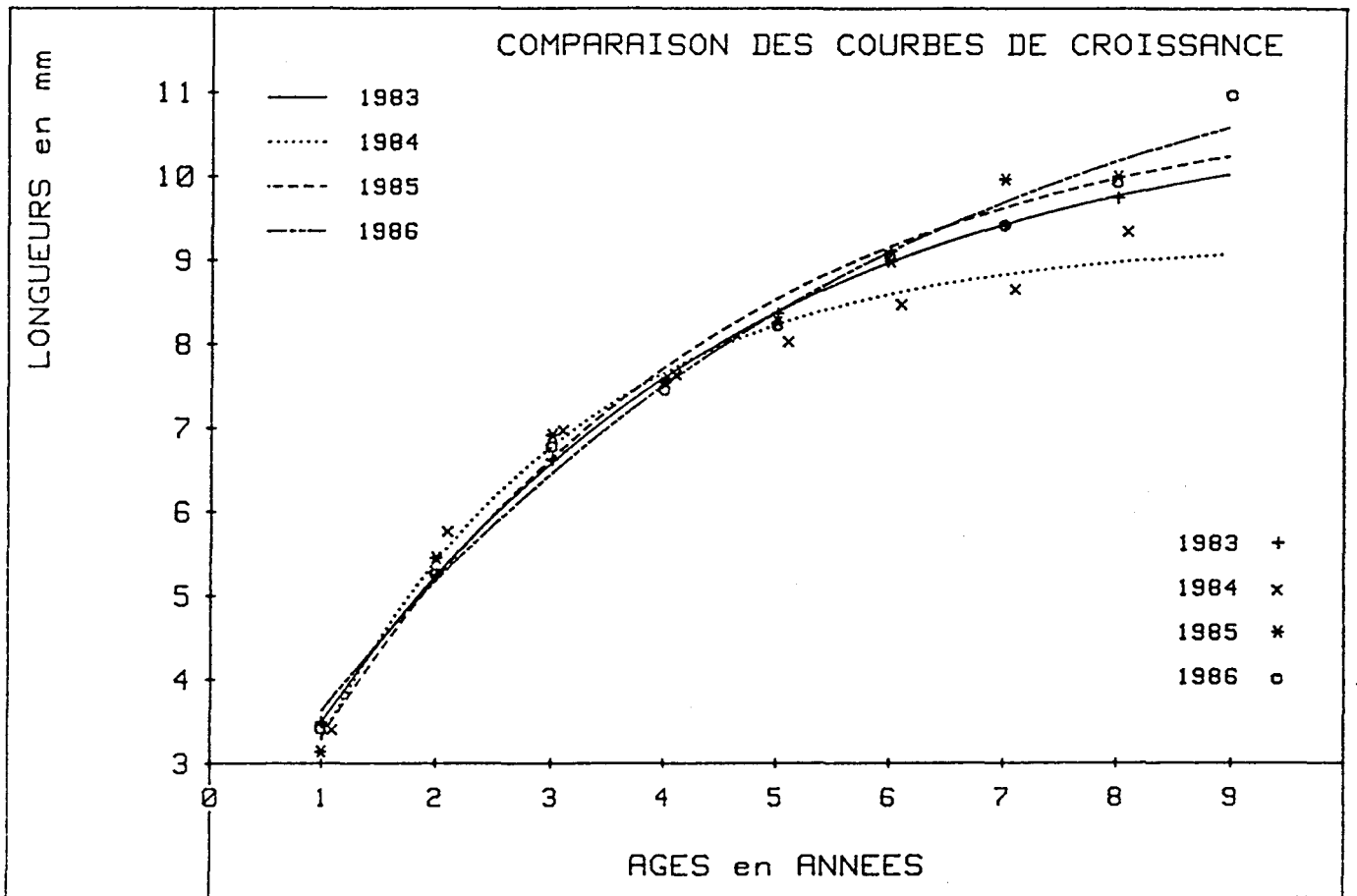


Fig.3.15 Courbes de croissance.

3.4.2.3. Etat de reproduction - Sex ratio

Les jeunes classes présentent un fort pourcentage d'individus indéterminables (97 % pour la classe 1 et 40 % pour la classe 2; tabl. 3.14).

Au-delà de ces deux premières classes, on retrouve le synchronisme dans l'état de reproduction : tous les individus sont au moins au stade 3. Le sex-ratio, pour l'ensemble des individus déterminés, est en faveur des mâles.

Nombre stries	Nbr.ind. observés	S1	Mâles				Femelles			INDETER. S5	Sex-ratio
			S2	S3	S4	S2	S3	S4			
1	30	96,67	3,33								
2	32	40,62	12,50	15,63		6,25	25,00				0,90
3	45			62,22			37,78				1,65
4	32			56,25			40,63	3,12			1,29
5	26			69,23	3,84		23,08	3,85			2,71
6	33			52,94			41,17	5,89			1,12
7	25			72,00			24,00	4,00			2,57
8	4			50,00			25,00	25,00			

Tableau 3.14 : *Nucula nucleus* - Flamanville - Septembre 1986 - Evolution du pourcentage des différents stades de reproduction et du sex-ratio.

3.4.2.4. Poids sec de matière organique

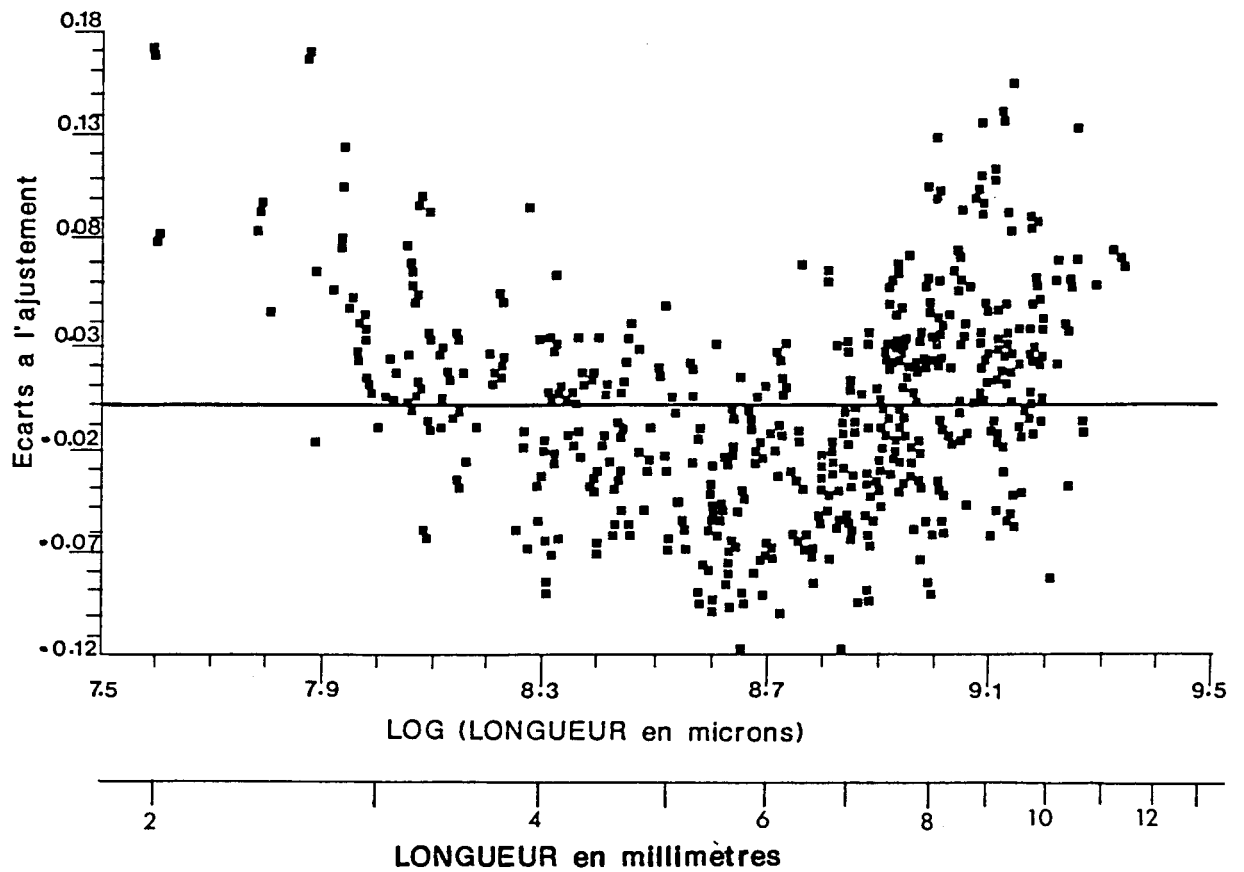
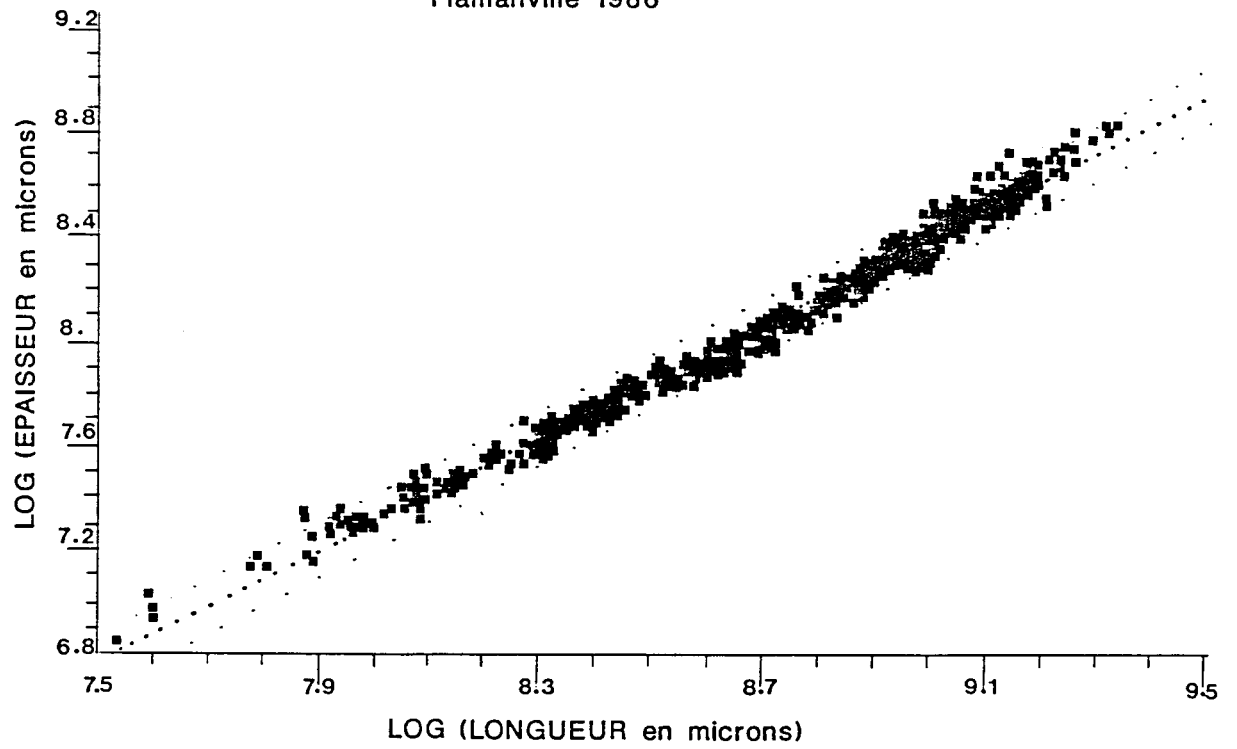
Dans le tableau 3.15, sont rassemblés la longueur moyenne, le poids individuel moyen et le poids total par classe d'âge en septembre 1986.

La biomasse totale de la population est de $7,5 \text{ g/m}^2$. Cette valeur est intermédiaire entre celles trouvées en 1984 et 1985 ($4,6 \text{ g/m}^2$ et $4,5 \text{ g/m}^2$) et celle de 1983 ($11,9 \text{ g/m}^3$).

Nombre de stries	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Longueur moyenne en mm	3,454	5,271	6,805	7,485	8,250	9,066	9,446	9,964	11,000
Poids moyen individuel en mg	3,215	6,829	10,535	12,345	14,496	16,918	18,089	19,727	23,147
Poids total par classe d'âge (mg)	472,6	1126,9	1245,1	1049,3	942,3	1150,4	1013,0	414,3	92,6

Tableau 3.15 : Poids sec de matière organique par classe d'âge.

Fig.3.16 Regression de Log(epaisseur)
sur Log(longueur)
Flamanville 1986



3.4.2.5. Relation allométrique "longueur - épaisseur"

L'utilisation du pied à coulisse électronique permet la mesure d'autres caractéristiques comme l'épaisseur, mesurée systématiquement en plus de la longueur sur tous les individus des bennes 3,4,6 et 7 (annexe 3.6). Ce complément d'étude permet d'estimer les paramètres de la relation entre ces deux caractéristiques. Le modèle retenu s'exprime selon la loi d'allométrie de HUXLEY et TEISSIER (1936) :

$$\ln(E) = a \ln(L) + b \quad \text{avec } E = \text{épaisseur}$$

$$L = \text{longueur}$$

Lors de l'étude écologique de Projet (2ème cycle 1977-1978) GUILLAUMONT et HAMON (1986) ont établi les relations "hauteur-longueur" et "hauteur-épaisseur". La relation "épaisseur-longueur" qui en découle est la suivante :

$$\ln(E) = 1,119 \ln(L) - 1,659$$

En septembre 1986, la régression obtenue est très proche de cette dernière :

$$\ln(E) = 1,0922 \ln(L) - 1,4340$$

Cependant la distribution des points autour de la droite (fig. 3.16) fait apparaître un écart au modèle allométrique. L'examen des écarts à l'ajustement suggère l'existence de deux segments de droite et montre une rupture de pente au voisinage de 6 mm.

L'analyse des stries de croissance montre que la totalité des nucléus âgés d'un an, 93 % des deux ans et 2 % des trois ans ont une taille inférieure à 6 mm.

En tenant compte de l'âge, les régressions obtenues sont :

- classes 1 et 2 : $\ln(E) = 0,960 \ln(L) - 0,336,$
- classes 3 à 9 : $\ln(E) = 1,237 \ln(L) - 2,733.$

L'accroissement en longueur est donc plus important pendant les deux premières années chez Nucula nucleus. Dès l'âge de trois ans, la longueur étant alors supérieure à 6 mm, l'accroissement en épaisseur prédomine.

3.5. CONCLUSION

3.5.1. Phytobenthos

L'éclaircissement du peuplement de Fucus serratus du côté mer se poursuit régulièrement et se manifeste par une diminution de la biomasse dans le secteur 1. Par ailleurs le stock global a tendance à se maintenir. La fertilité du peuplement semble s'être stabilisée à un niveau supérieur à 85 % aussi bien en hiver qu'en été. Ce taux est proche de celui de 1977-1978. La baisse de fertilité hivernale de 1983 à 1985 semblerait donc anormale, due peut-être à des taux élevés de matières en suspension dans l'eau lors de la construction de la centrale nucléaire.

Le diamètre moyen des stipes a chuté en 1985 et s'est maintenu depuis à un niveau plus bas que ceux de 1977-1978 et de 1983-1984. Ce phénomène rendra-t-il les thalles de Fucus serratus plus fragiles ? Le suivi de l'évolution du taux de dépopulation permettra d'apporter une réponse.

3.5.2. Zoobenthos

Les densités du peuplement des substrats meubles intertidaux sont stables, aux alentours de 200 ind./m² jusqu'en 1984. Elles baissent de 20 % à 40 % suivant les saisons en 1985, puis augmentent fortement en 1986 et 1987, atteignant 400 ind./m² en fin d'été. La stabilité observée avant 1985 résulte de l'équilibre établi entre les deux espèces les mieux représentées dans le peuplement, à savoir l'amphipode haustoriidé Urothoë brevicornis et l'annélide polychète Paraonis fulgens. En 1986 et 1987, l'influence d'autres amphipodes haustoriidés du genre Bathyporeia prédomine : les densités dépassent les 200 ind./m² en fin d'été, valeurs identiques à celles notées en février 1978. Quant à Urothoë brevicornis, cet amphipode présente des variations d'effectifs très importantes et très irrégulières. La désaffection de cette espèce pour les hauts niveaux se confirme ; le maximum de densité s'observe au niveau de la mi-marée. Les recrutements de 1986 et 1987 sont bons.

En ce qui concerne les substrats durs intertidaux, les recrutements de cirripèdes observés tant à la pointe du Rozel qu'au cap de Flamanville sont importants ces deux dernières années. Elminius modestus régresse par rapport à la période 1983-1985, son importance étant inférieure ou égale selon les points à celle qu'il avait en 1978. Ce recul d'Elminius modestus se fait au bénéfice quasi-exclusif de Balanus balanoides, espèce favorisée par les bons recrutements printaniers.

La poursuite de l'étude de la population de Nucula nucleus confirme dans ses grandes lignes les conclusions des études précédentes, comme : un taux d'accroissement lent lié à une longévité importante, et un synchronisme dans l'état de reproduction. Les différences notées sont :

- l'observation de faibles densités (septembre 1987) due à un phénomène de microdistribution de cette espèce, et à une forte hétérogénéité du fond dans cette zone d'étude,

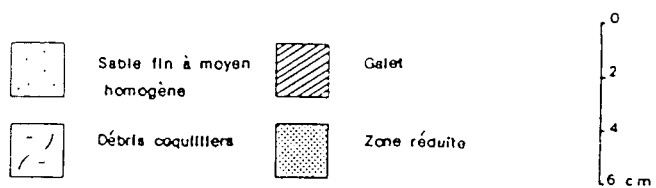
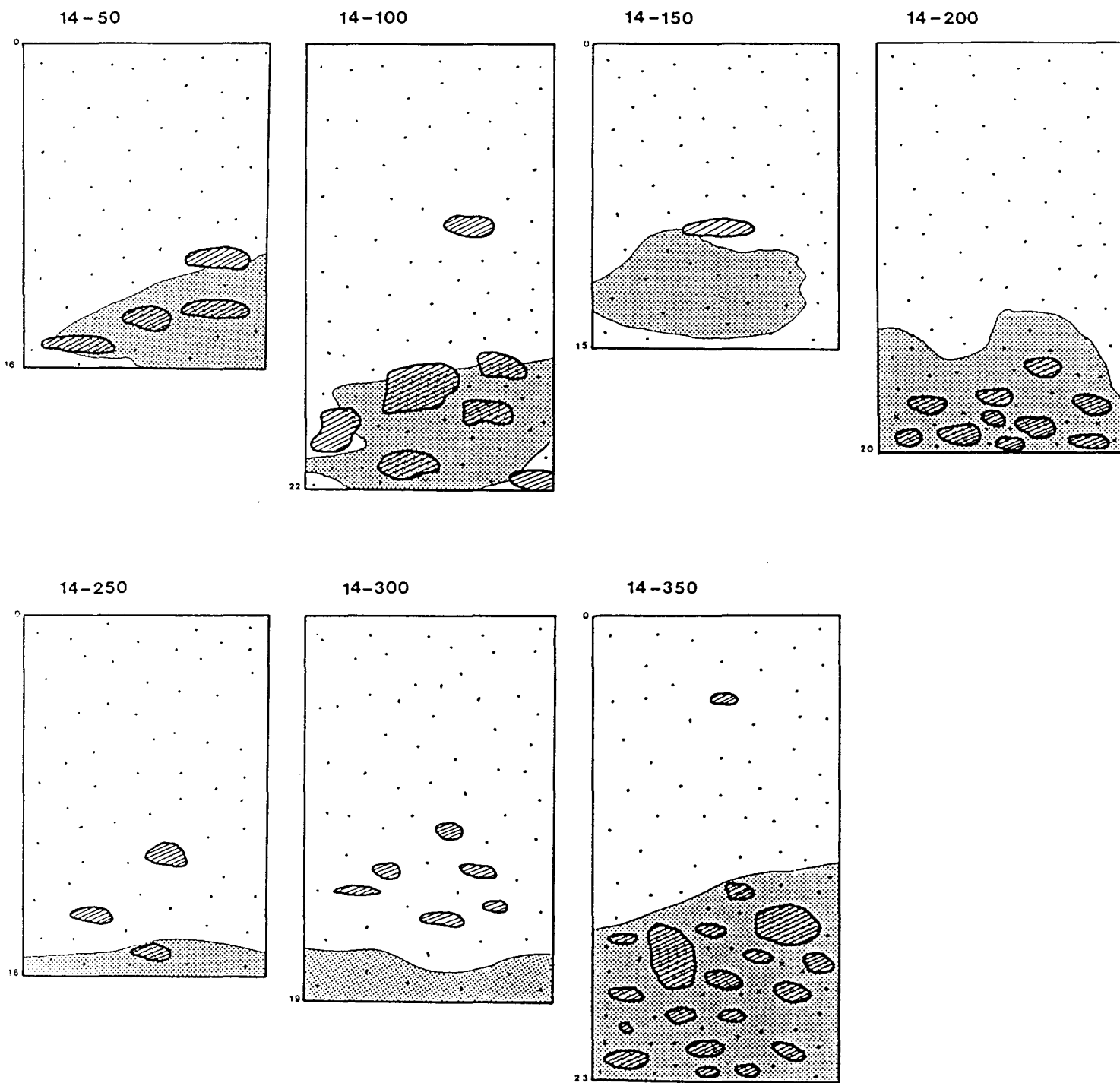
- un rajeunissement dans la structure démographique (1986) lié aux bons recrutements des années 1982 et 1983.

Le complément d'étude réalisée sur les nucules récoltées en 1986 permet de préciser que l'accroissement en épaisseur de la coquille prédomine sur celui de sa longueur dès la troisième année.

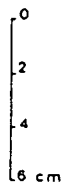
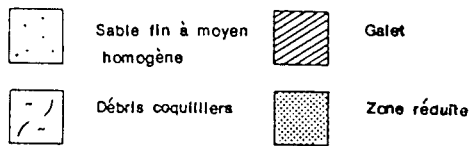
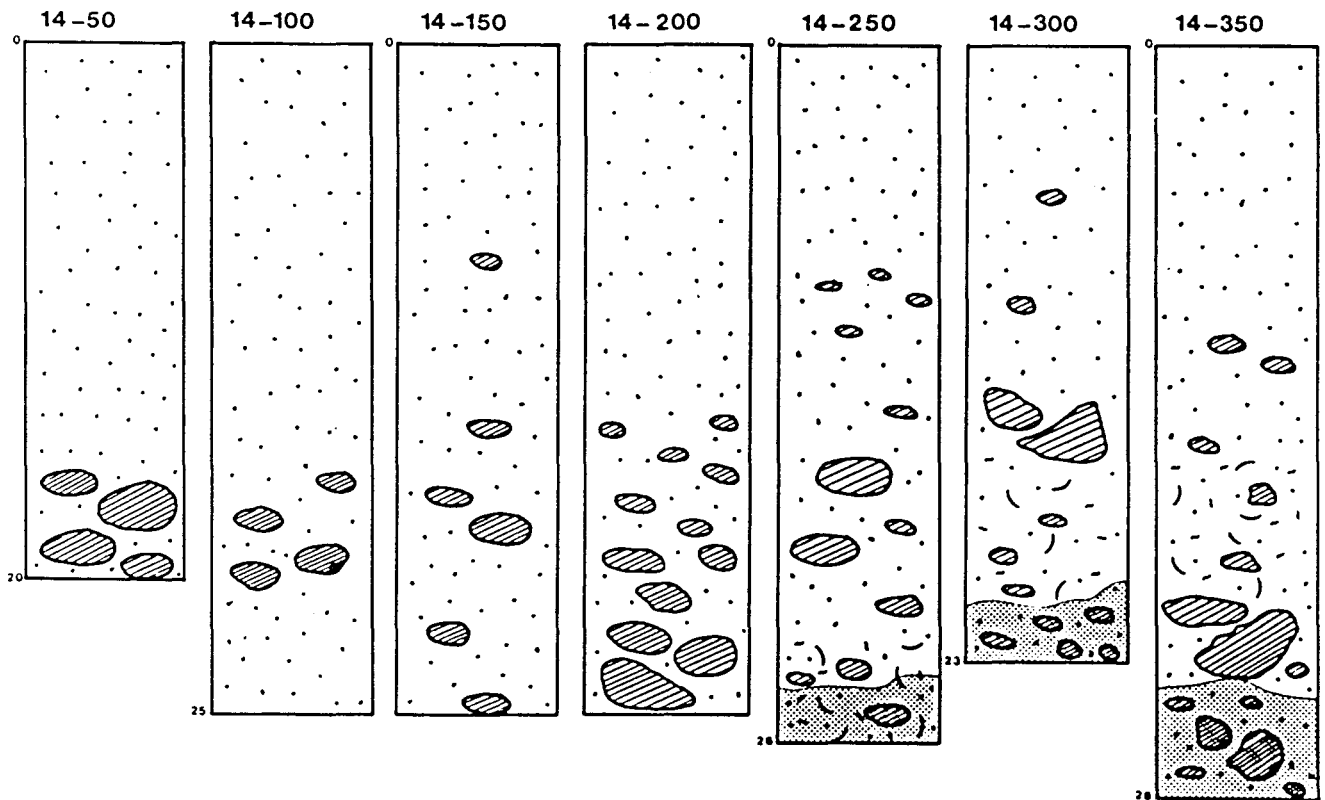
BIBLIOGRAPHIE

- CHARDY (P.), GUILLAUMONT (B.) et HAMON (D.), 1984.- Etude dynamique de la population de Nucula nucleus (bivalve protobranch) du Cap de Flamanville (Manche).- Oceanol. Acta, (1) : 103-112.
- BELSHER (T.), 1977.- In : CNEOX, 1977 .- Site de Flamanville, Etude écologique de Projet, 1er cycle.- Centre National pour l'Exploitation des Océans, édit., Brest.
- BELSHER (T.), 1986.- In : IFREMER, 1986a.- Site de Flamanville, Etude écologique de Projet, 2ème cycle, juin 1977-juin 1978.- Rapp. interne IFREMER DERO-86.22-EL.
- FRIEDMANN (G.M.), 1962.- On sorting, sorting coefficients and the cognormality of the grain size distribution of sandstones. J. Géol., 70 : 737-753.
- GUILLAUMONT (B.) et HAMON (D.), 1986.- In : IFREMER, 1986a.- Site de Flamanville, Etude écologique de Projet, 2ème cycle, juin 1977-juin 1978.- Rapp. interne IFREMER DERO-86.22-EL.
- IFREMER, 1986a.- Site de Flamanville, Etude écologique de Projet, 2ème cycle, juin 1977-juin 1978.- Rapp. interne IFREMER DERO-86.22-EL.
- IFREMER, 1986b.- Site de Flamanville, Surveillance écologique, année 1984.- Rapp. interne IFREMER DERO-86.12-EL
- IFREMER, 1988.- Site de Flamanville, Surveillance écologique et halieutique, année 1986.- Rapp. interne IFREMER DRV-88.006-RH, DERO-88.14-EL.
- QUEHEN (M.), 1977.- Recensement et fonctionnement d'une population de Fucus serratus, L. Aspects du peuplement. Site de Paluel.- Mémoire de fin d'études E.N.I.T.A. de Dijon, Quétigny.
- WENTWORTH (C.K.), 1922.- Scale of grade and class-terms for clastic sediments.- J. geol. 30 : 337-392.

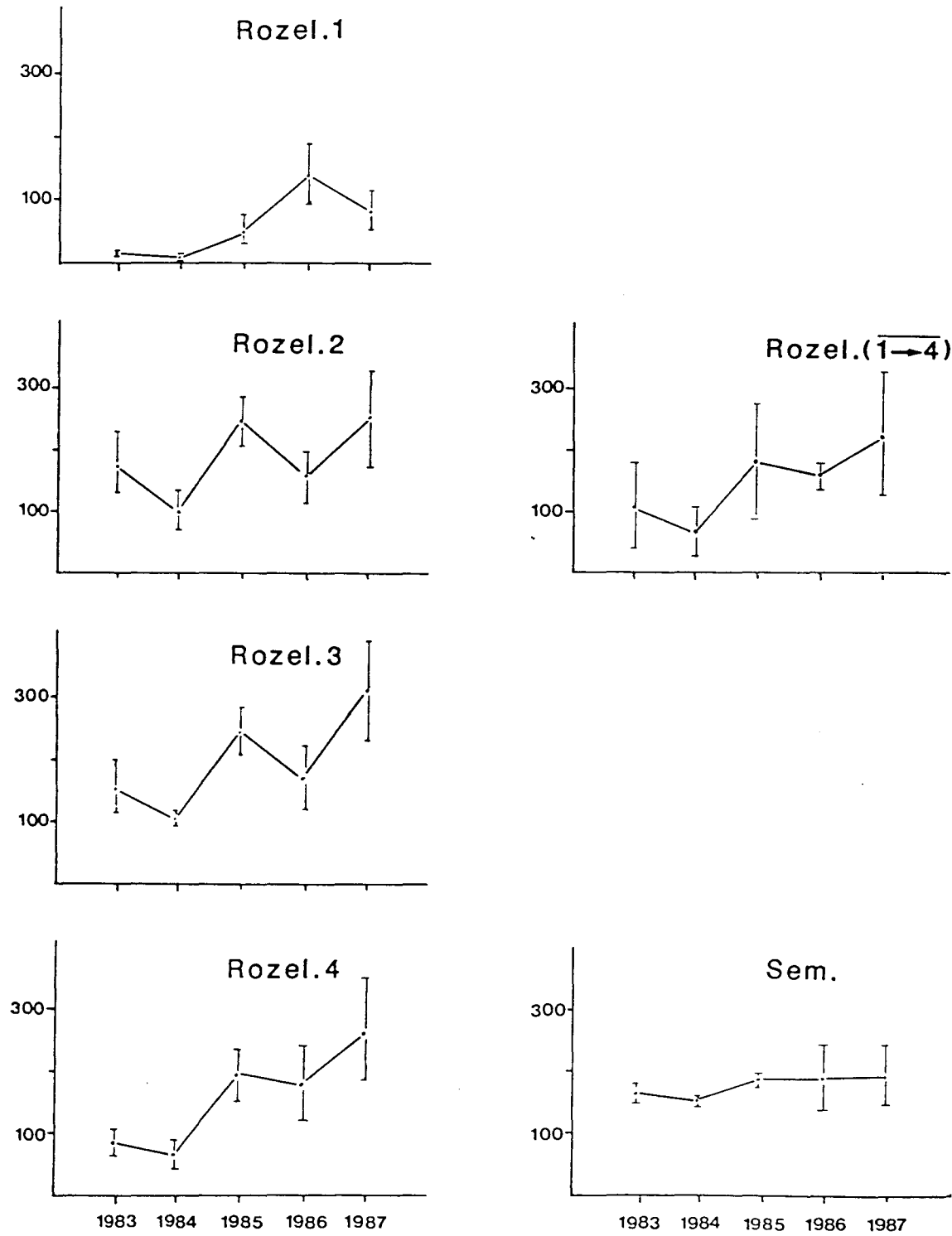
Flamanville 1986 - Anse de Scirotot
 Descriptif des carottes granulométriques



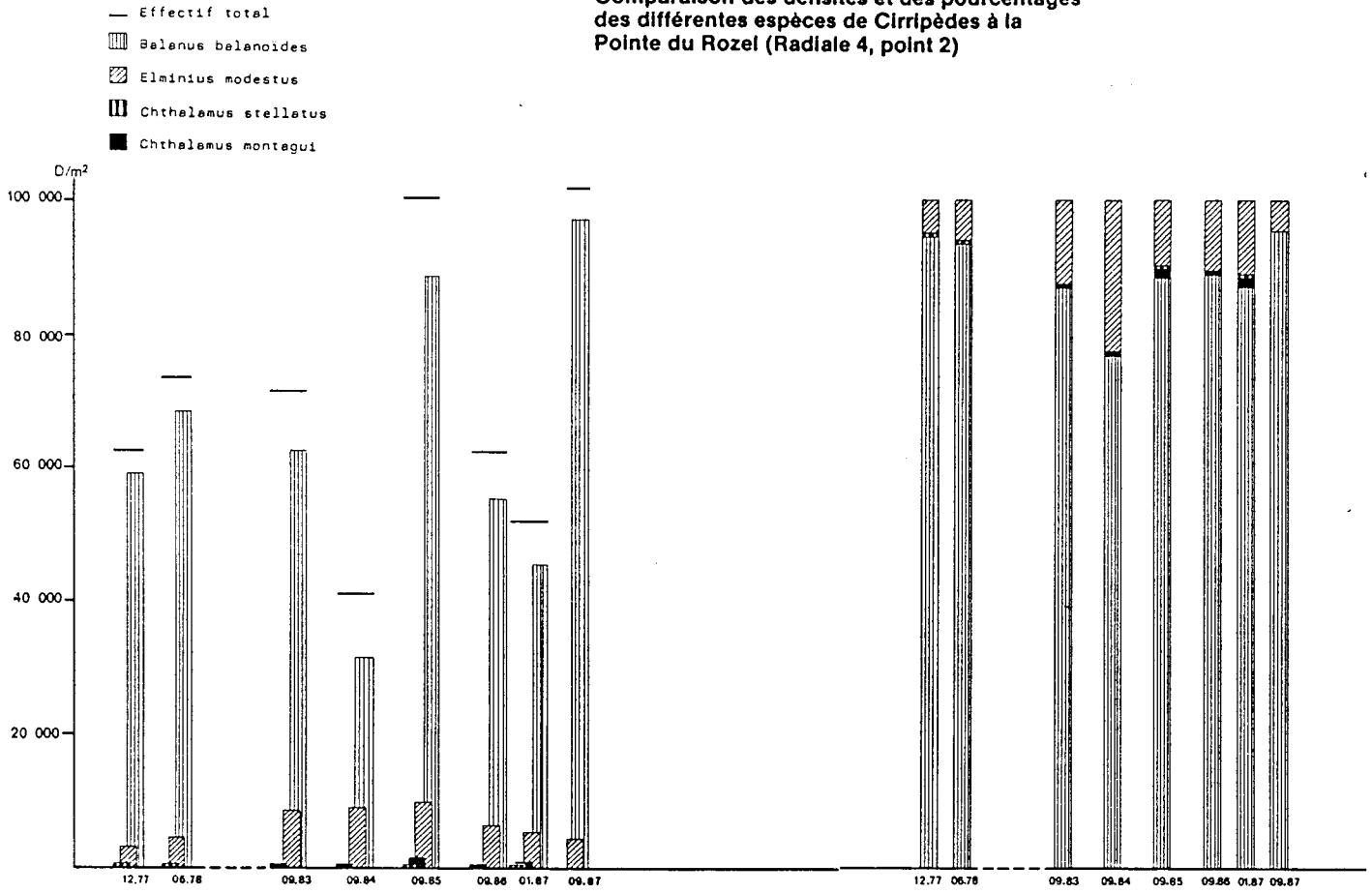
Fiamanville 1987 - Anse de Sciotot
 Descriptif des carottes granulométriques



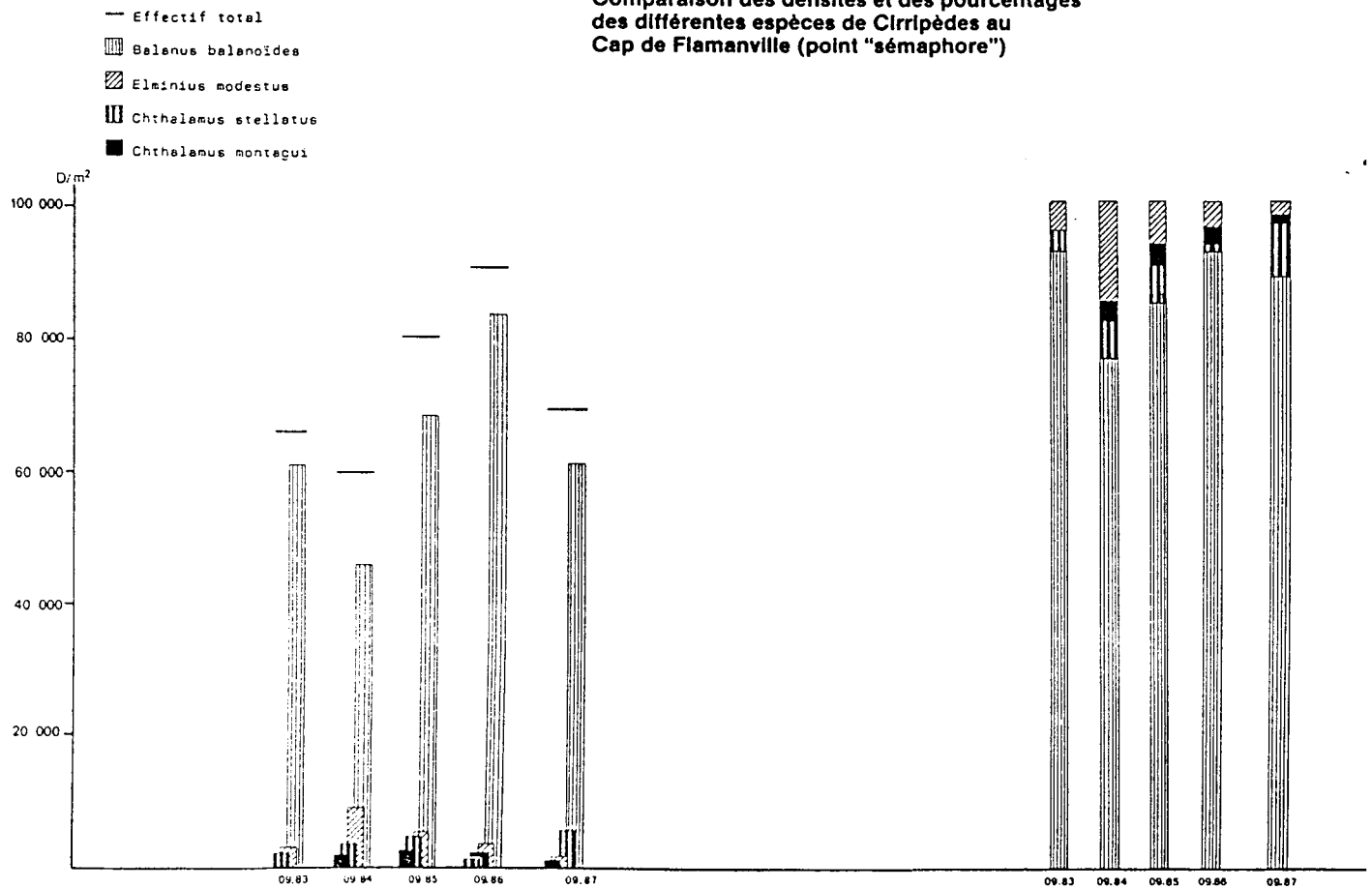
Evolution des densités de cirripèdes en septembre
(D/0.05mx0.05m)



Comparaison des densités et des pourcentages des différentes espèces de Cirripèdes à la Pointe du Rozel (Radiale 4, point 2)



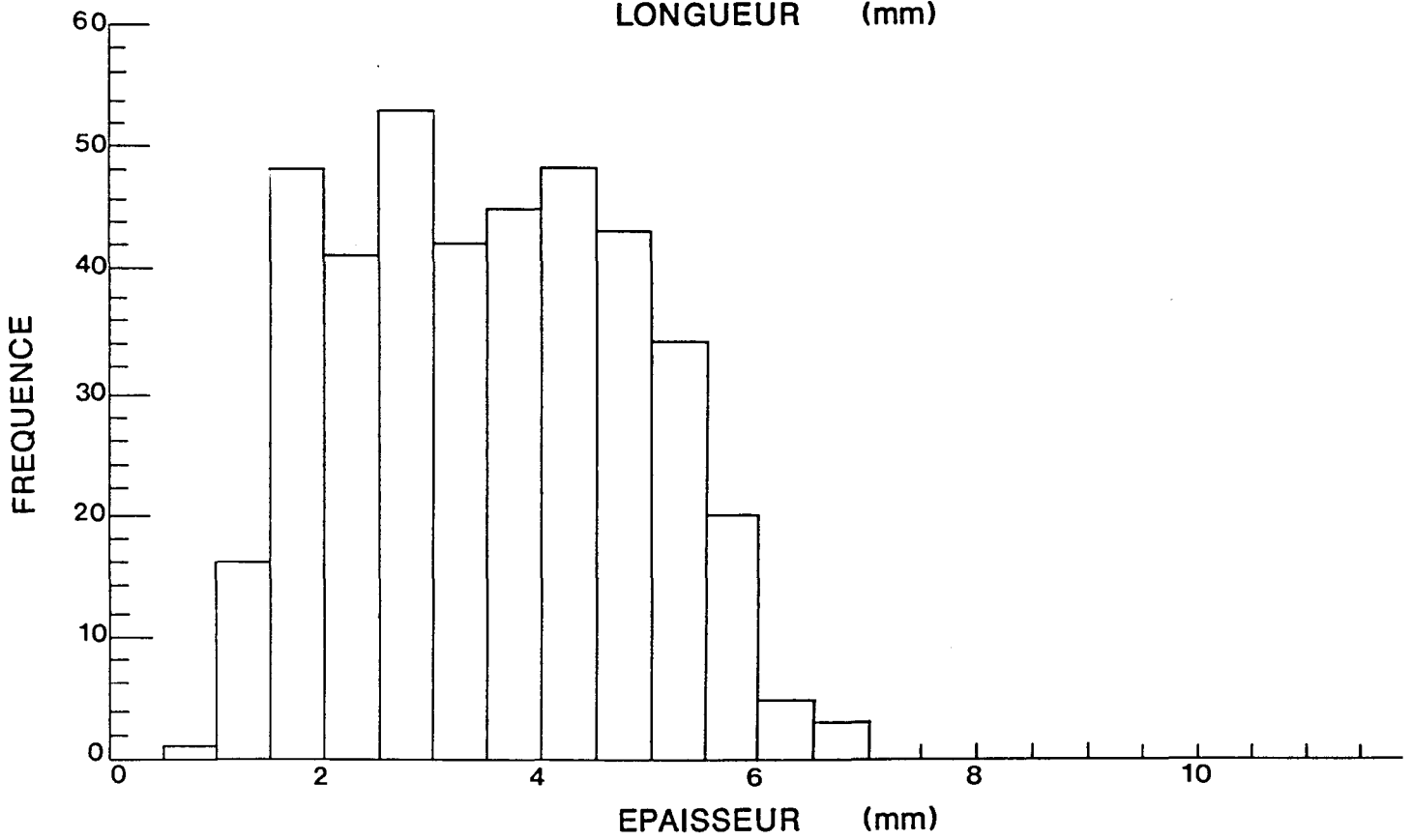
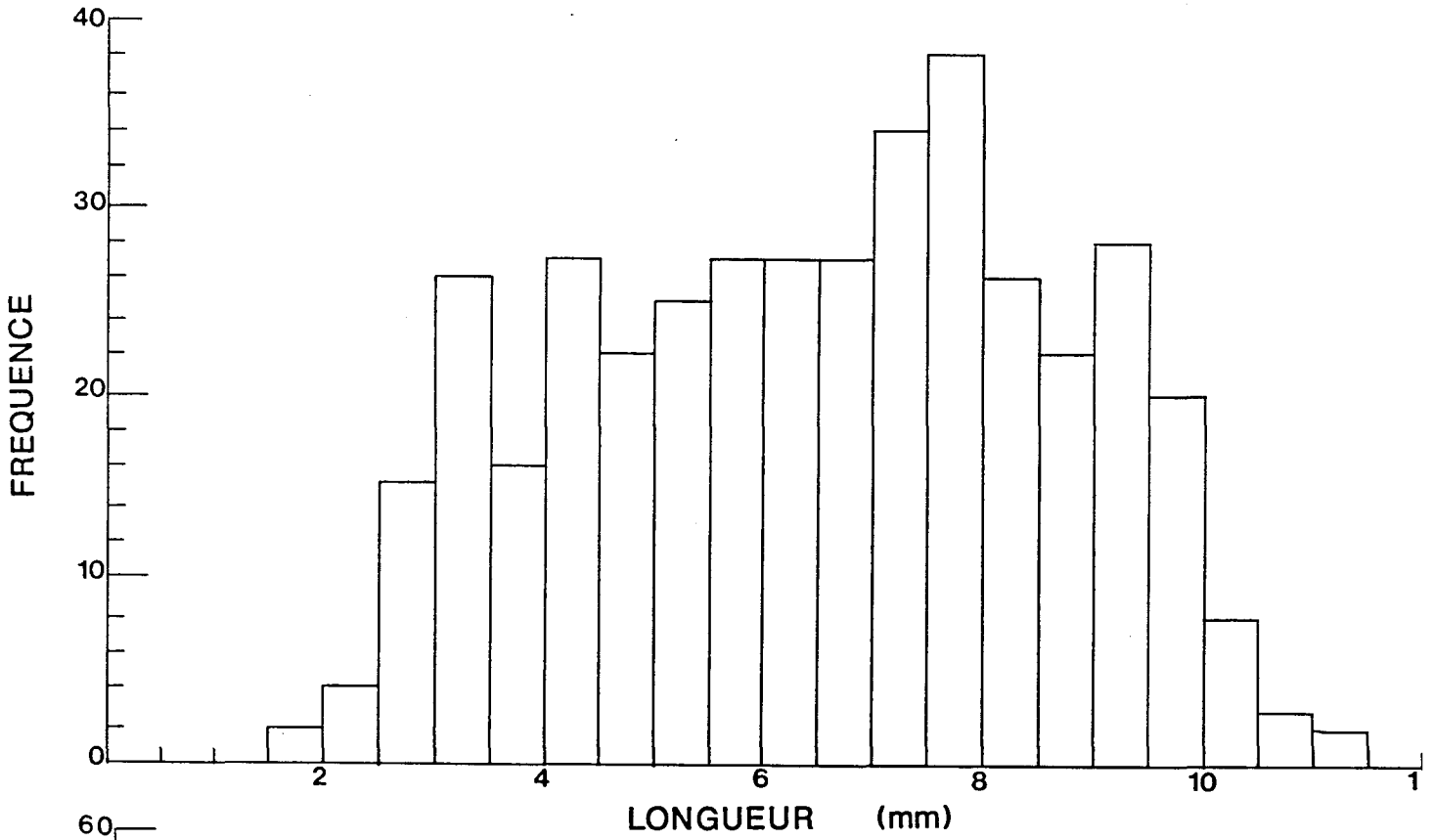
Comparaison des densités et des pourcentages des différentes espèces de Cirripèdes au Cap de Flamanville (point "sémaphore")



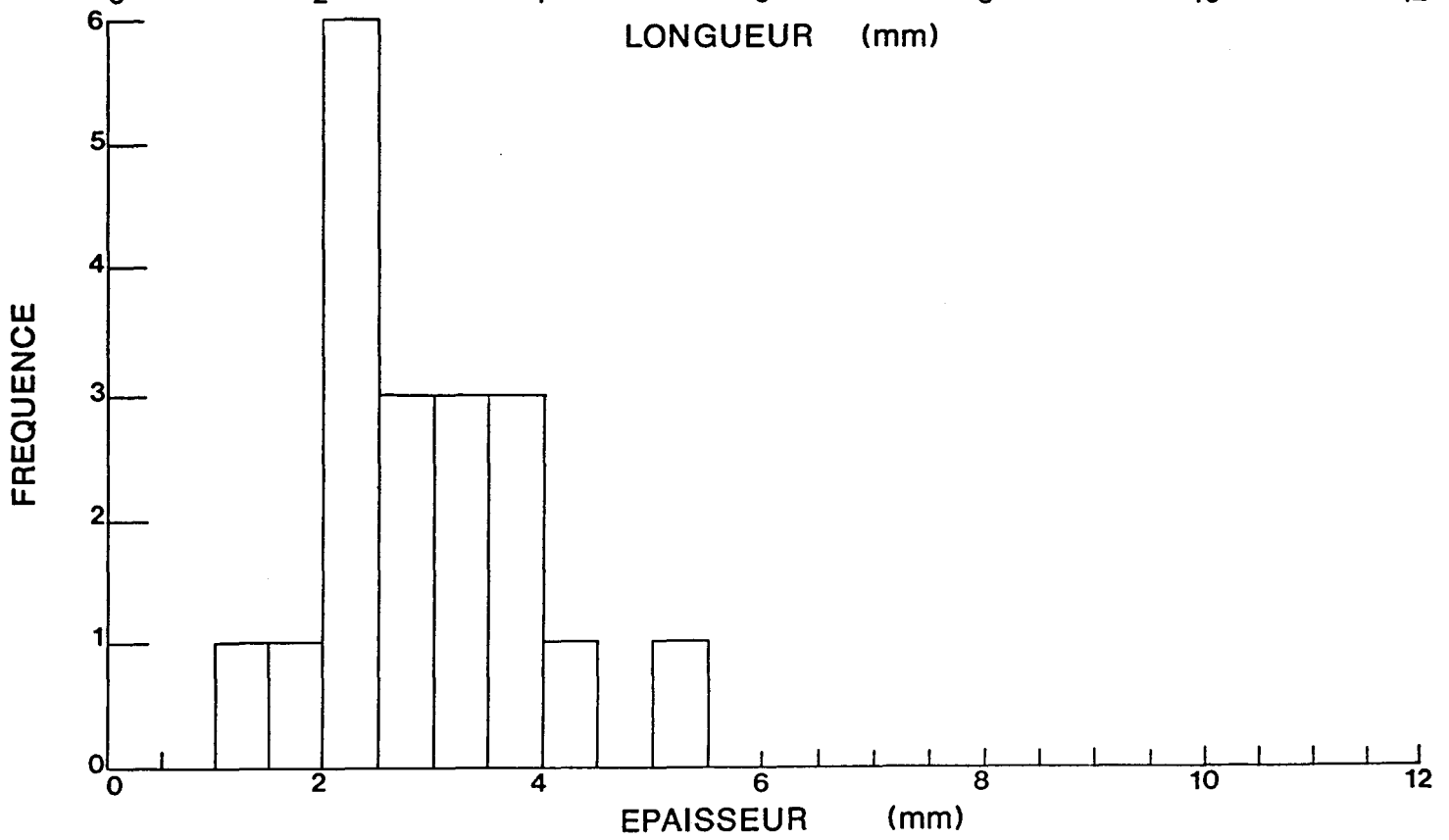
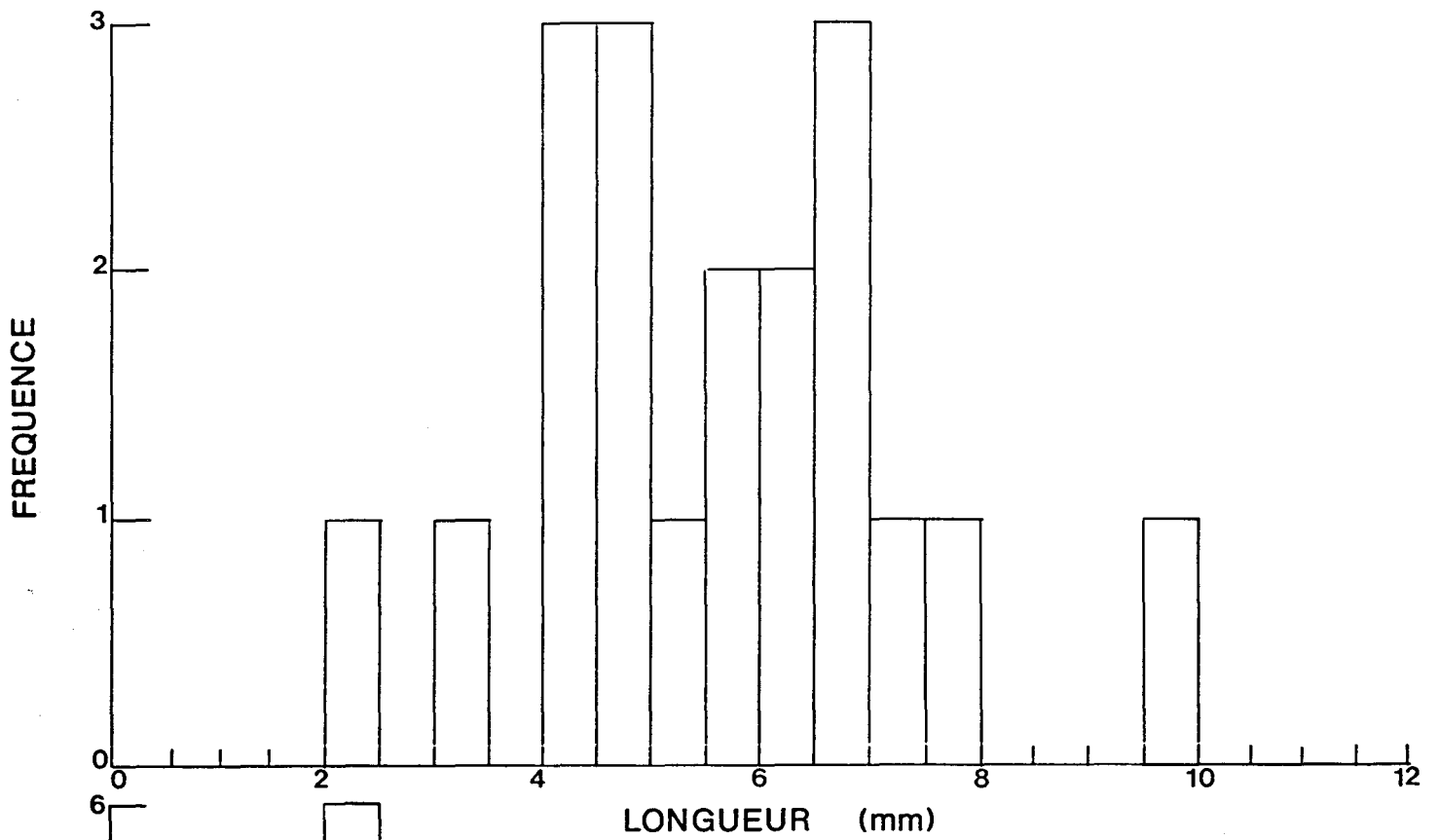
Comparaison des densités (nombre d'ind./m²)
d'autres espèces associées aux cirripèdes.

	Amphipode	CAMP HIR	Nereidae	Syllidae	Spionidae
ROZEL - POINT 1					
Septembre 1983	-	209	-	-	-
Septembre 1984	-	120	-	-	-
Septembre 1985	2	110	-	-	-
septembre 1986	-	194	-	-	-
Septembre 1987	-	104	-	-	-
ROZEL - POINT 2					
Septembre 1983	4	1 536	-	-	-
Septembre 1984	-	808	-	-	-
Septembre 1985	-	704	-	24	-
septembre 1986	12	768	-	-	-
Septembre 1987	4	568	-	-	-
ROZEL - POINT 3					
Septembre 1983	4	1 512	-	-	-
Septembre 1984	-	1 396	-	-	-
Septembre 1985	4	328	-	-	-
septembre 1986	120	2 040	36	8	24
Septembre 1987	-	360	4	-	-
ROZEL - POINT 4					
Septembre 1983	19	187	7	10	-
Septembre 1984	5	146	-	77	-
Septembre 1985	60	32	112	84	-
septembre 1986	72	212	228	60	468
Septembre 1987	28	680	188	-	460
SEMAPHORE					
Septembre 1983	648	2 832	24	-	-
Septembre 1984	336	1 824	-	-	-
Septembre 1985	40	1 728	8	56	-
septembre 1986	8	80	72	16	-
Septembre 1987	1 952	2 000	224	-	-

Légende : CAMP HIR = *Campeopea hirsuta*.



Flamanville 1986 - NUCULA NUCLEUS
 (Bennes 3,4,6,7: 399 individus)



Flamanville 1987 - NUCULA NUCLEUS
(19 individus)

4. LE DOMAINE HALIEUTIQUE

Etude et rapport réalisés :

- au Centre IFREMER de NANTES par :

Jocelyne MARTIN

avec la collaboration de :

Olivier BARBAROUX, Daniel HALGAND et Daniel WOERHLING
pour les missions en mer,

Jérôme HUET
pour le tri et l'identification du plancton,

Daniel WOERHLING
pour l'informatique.

- à la Station IFREMER de OUISTREHAM par :

Dominique MIOSSEC

avec la collaboration de :

Pierre DUVAL, Ivan SCHLAICH, Liliane FIANT, Joël VIGNEAU
pour les missions en mer.

Dactylographie : *Isabelle GEFFROY* (IFREMER/NANTES)

4.1. LARVES DE CRUSTACES

4.1.1. Matériel et méthodes

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

Comme pour les autres sites étudiés indiqués en couverture, les observations effectuées à Flamanville comprennent des pêches de zooplancton auxquelles sont associés des relevés hydrologiques ; le calendrier des missions est donné dans la première partie du rapport (tabl. 1.2). Les six missions prévues entre juin et septembre ont été effectuées à bord du chalutier artisanal "le Cap de Carteret", excepté celle du 4 août à bord d'un autre chalutier artisanal de Carteret, "La Schôle".

L'échantillonnage du zooplancton et les relevés hydrologiques ont été réalisés aux trois points retenus en 1987 pour l'étude de Surveillance 2ème phase : le point canal d'amenée, le point rejet et un point situé au large hors influence, le point 9. La position de ces trois points est indiquée sur la figure 1.5.

Les mesures sont faites à la renverse de courant (le plus souvent renverse de flot, environ trois heures après la pleine mer). La date des campagnes est choisie, dans la mesure du possible, en fonction des coefficients de marée les plus bas (annexe 4.1).

4.1.1.2. Paramètres hydrologiques

Depuis 1984, deux paramètres seulement sont mesurés à chaque point (correspondant à un traict de zooplancton) : température de l'eau et salinité. Les relevés sont faits à deux niveaux : sub-surface et voisinage du fond, en principe à l'aide d'une sonde.

La nouvelle sonde acquise en 1987 (VALEPORT, modèle CTDS 600) plus pratique que la sonde EIL, n'a pu être utilisée qu'à partir de la 4ème mission. Pour les deux missions précédentes, nous avons eu recours aux bouteilles équipées de thermomètres à renversement utilisées jusqu'en 1983 (IFREMER, 1984), la sonde empruntée pour la première mission étant, pour des raisons techniques devenue indisponible par la suite.

La précision des mesures est toujours de 10^{-1}°C pour la température et $50.10^{-2}\text{g. kg}^{-1}$ pour la salinité exprimée en grammes par kilogramme d'eau de mer.

4.1.1.3. Zooplancton

L'appareil utilisé pour les pêches de larves d'araignée est un échantillonneur de type Bongo grand modèle conçu pour l'échantillonnage de l'ichtyoplancton. Ses caractéristiques et ses performances ont été notamment décrites par SHERMAN et HONEY (1971), SMITH (1974), SCHNACK (1974), ALDEBERT (1975), ARBAULT et LACROIX (1975).

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

4.1.1.3.1. Description des échantillonneurs

Bongo grand modèle

L'échantillonneur Bongo grand modèle utilisé pour les études de sites comporte deux filets de maillage 505 μm montés sur une même armature et pêchant simultanément. Chaque filet à 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 volucompteur (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 de pêche. Chaque filet se termine par un collecteur à oreilles où les organismes se rassemblent dans un volume d'environ 2 litres empêchant leur détérioration.

Neuston (photo 1.2)

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 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 volucompteur ("Digital Flowmeter") afin de calculer le volume d'eau filtrée.

4.1.1.3.2. Méthode d'échantillonnage

La méthodologie d'échantillonnage du Bongo s'inspire du manuel de standardisation des méthodes (JOSSI et coll., 1975) édité par le service des pêches des Etats-Unis ; les modalités d'utilisation décrites par HERAL et coll. (1976) pour adapter cet engin aux études de sites effectuées en eau côtières peu profondes, ont été abandonnées en 1984.

Depuis 1984, la pêche se fait donc en traict réellement oblique, depuis le fond jusqu'en surface à 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 entre 66 m^3 au canal d'amenée et 436 m^3 au point 9. Les données concernant chaque traict (sonde, durée, volume filtré) sont indiquées dans l'annexe 4.1.

Comme en 1984, le Neuston est totalement immergé, ceci afin d'obtenir des volumes filtrés plus justes (par mer agitée, même faiblement, l'immersion aux 2/3 n'était que "théorique").

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

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

4.1.1.3.3. Conservation des échantillons

Les échantillons sont fixés à l'aide de la solution décrite par MASTAIL et BATTAGLIA (1978) légèrement modifiée (BIGOT, 1979). Ce liquide conservateur est réalisé à base de formol (solution saturée de formaldéhyde à 36 % environ en masse) neutralisé et dilué à 3 % en volume dans de l'eau de mer additionnée d'agents antioxydants et complexants.

4.1.1.3.4. Dépouillement des échantillons

Depuis 1986, l'étude halieutique (partie oeufs et larves) ne porte que sur le homard et l'araignée.

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

4.1.1.4. Saisie, stockage et traitement des données

Les données brutes du comptage sont saisies au Centre IFREMER de Nantes sur micro-ordinateur GOUPIL où les effectifs par espèce et stade de développement, sont ramenés à l'unité de volume filtrée (10 m³). Les figures sont tracées sur table à dessiner. Après un transfert et un codage automatique sur support compatible IBM-PC (disquettes), les données seront archivées au département informatique (DI/DDO/BNDO) du Centre IFREMER de Brest.

4.1.2. Résultats

Les résultats des paramètres hydrologiques (température et salinité), mesurés dans le cadre de l'étude halieutique, figurent annexe 4.2. et la température étroitement liée à l'étude des larves d'araignée, fait l'objet de la figure 4.3.

L'exploitation de ces résultats pour eux-mêmes n'a pu, cette année encore, être incluse dans le chapitre hydrobiologie de la partie 2, en raison du retard pris dans la mise au point de l'outil informatique.

Figure 4.1 HOMARUS GAMMARUS Total larves
Neuston , tous points confondus

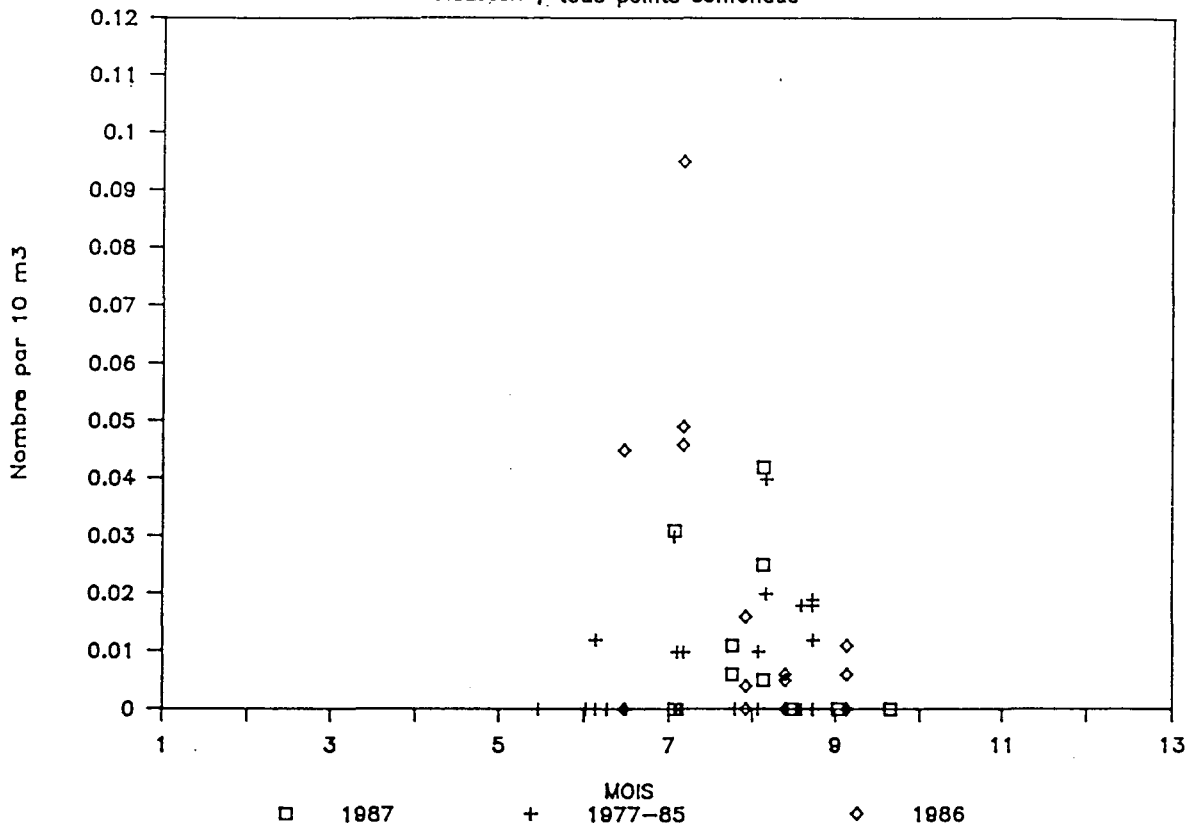
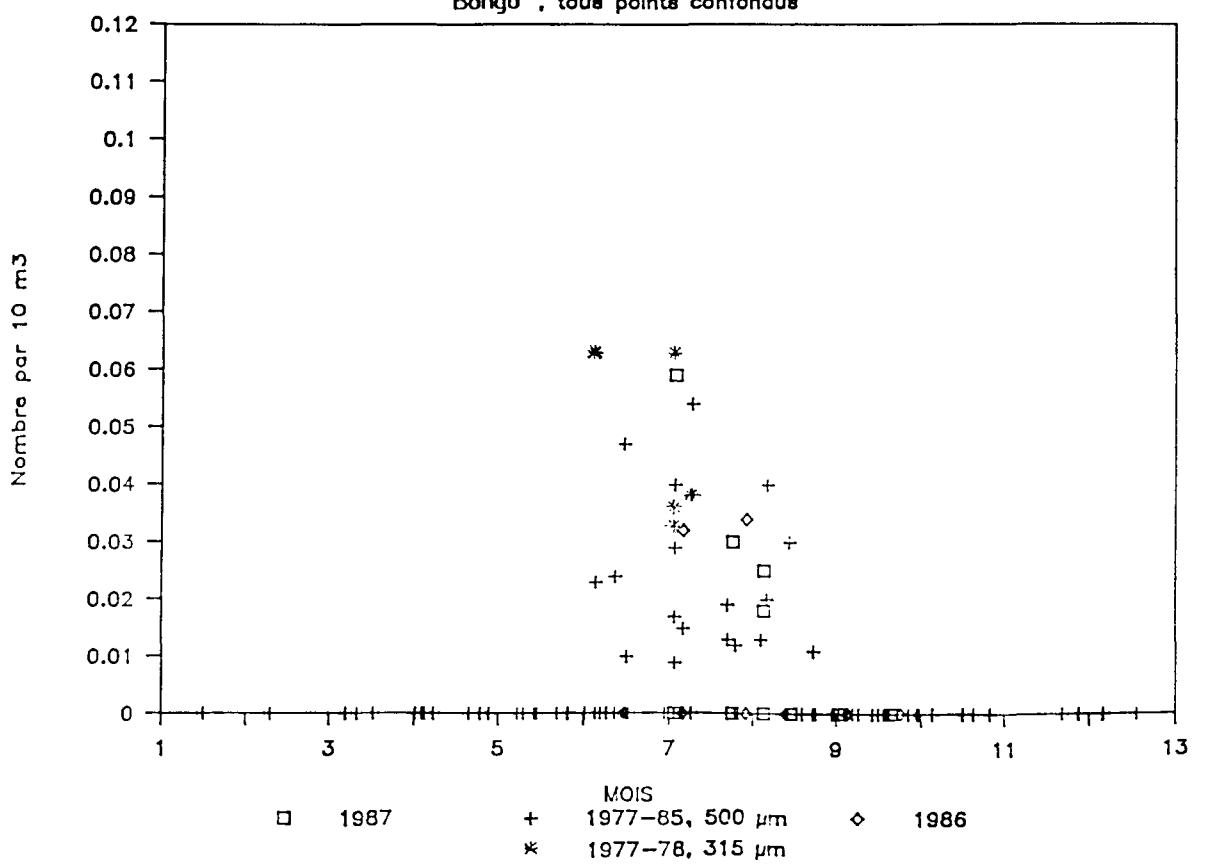


Figure 4.2 HOMARUS GAMMARUS Total larves
Bongo , tous points confondus



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

Les figures 4.1 et 4.2 permettent de situer les résultats obtenus en 1987 par rapport aux résultats antérieurs en distinguant la période avant fonctionnement (1977-85) et l'année de mise en fonctionnement progressif (1986). Toutes les densités observées y figurent, sans distinction du point où elles ont été trouvées.

Il apparaît que l'année 1987 ne se distingue pas de la période "avant fonctionnement" et qu'ainsi les densités supérieures obtenues avec le Neuston en juin et juillet 1986 sont plutôt exceptionnelles. De plus, la figure 4.3 montre que la température de l'eau a été particulièrement plus froide en été 1986, il serait donc difficile de parler d'un effet éventuel de l'échauffement de l'eau par la Centrale.

Les résultats de cette année 1987 ne peuvent suggérer (comme l'an passé) une plus forte concentration de larves en surface, les densités obtenues avec le Neuston (fig. 4.1) étant du même ordre de grandeur que celles obtenues au Bongo (fig. 4.2).

Les résultats 1987 par point sont l'objet de la figure 4.4. Les densités trouvées en un point avec chacun des échantillonneurs y figurent en pointé (dans le cas du Bongo, il s'agit de la moyenne des densités des deux réplicats) tandis que la courbe tracée pour chaque point correspond à la moyenne des résultats des deux échantillonneurs.

Comme il est indiqué dans le rapport précédent, les larves de homard peuvent être aussi abondantes près de la côte qu'au large : début juillet toutes les larves récoltées provenaient du point 9 alors que fin juillet et début août les densités trouvées au canal d'amenée et au rejet étaient plus fortes qu'au large.

Sur 24 larves pêchées sur l'ensemble de la saison 21 sont au stade 1.

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

Comme pour le homard, la figure 4.5 permet de situer les résultats obtenus en 1987 par rapport aux résultats antérieurs, en distinguant les périodes 1977-85 et 1986. Toutes les densités y figurent, sans distinction du point où elles ont été trouvées.

On note cette année encore la présence des larves d'araignée à partir de fin juillet. Le pic d'abondance (14 larves par 10 m³), du même ordre de grandeur que celui noté en 1986, se situe également début septembre, comme au cours du Projet. Parallèlement, l'évolution de la température de l'eau au cours de l'été 1987 (fig. 4.3) est très proche du nuage de points formé par les résultats de l'étude de Projet jusqu'en début septembre. Les années 1983-85 plus précoces montrent une avance allant d'une quinzaine de jours début juillet jusqu'à un mois en plein été en 1983.

Figure 4.3

TEMPERATURE DE L'EAU

Moyenne tous points tous niveaux

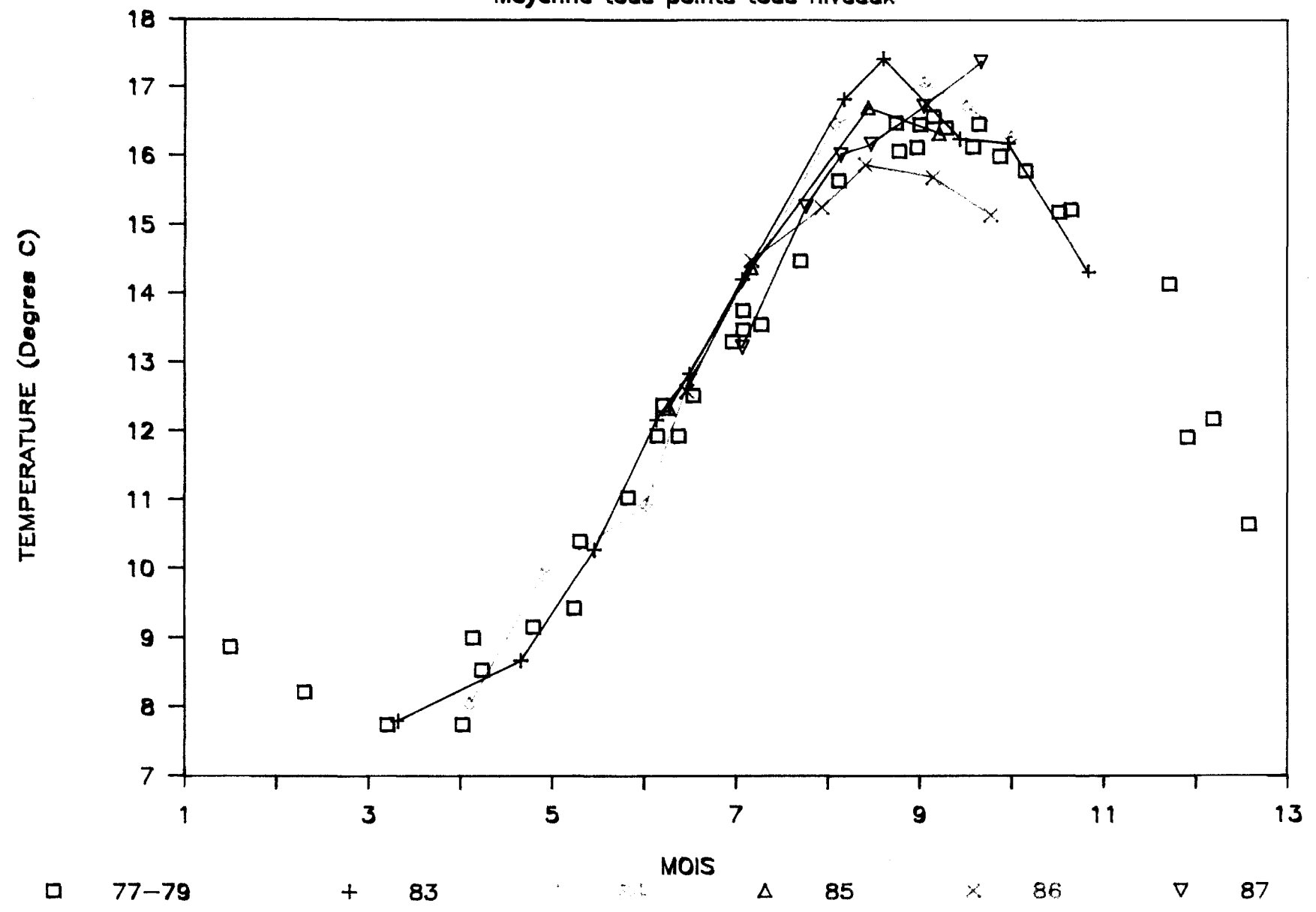


Figure 4.4 HOMARUS GAMMARUS Total larves

Tous maillages confondus

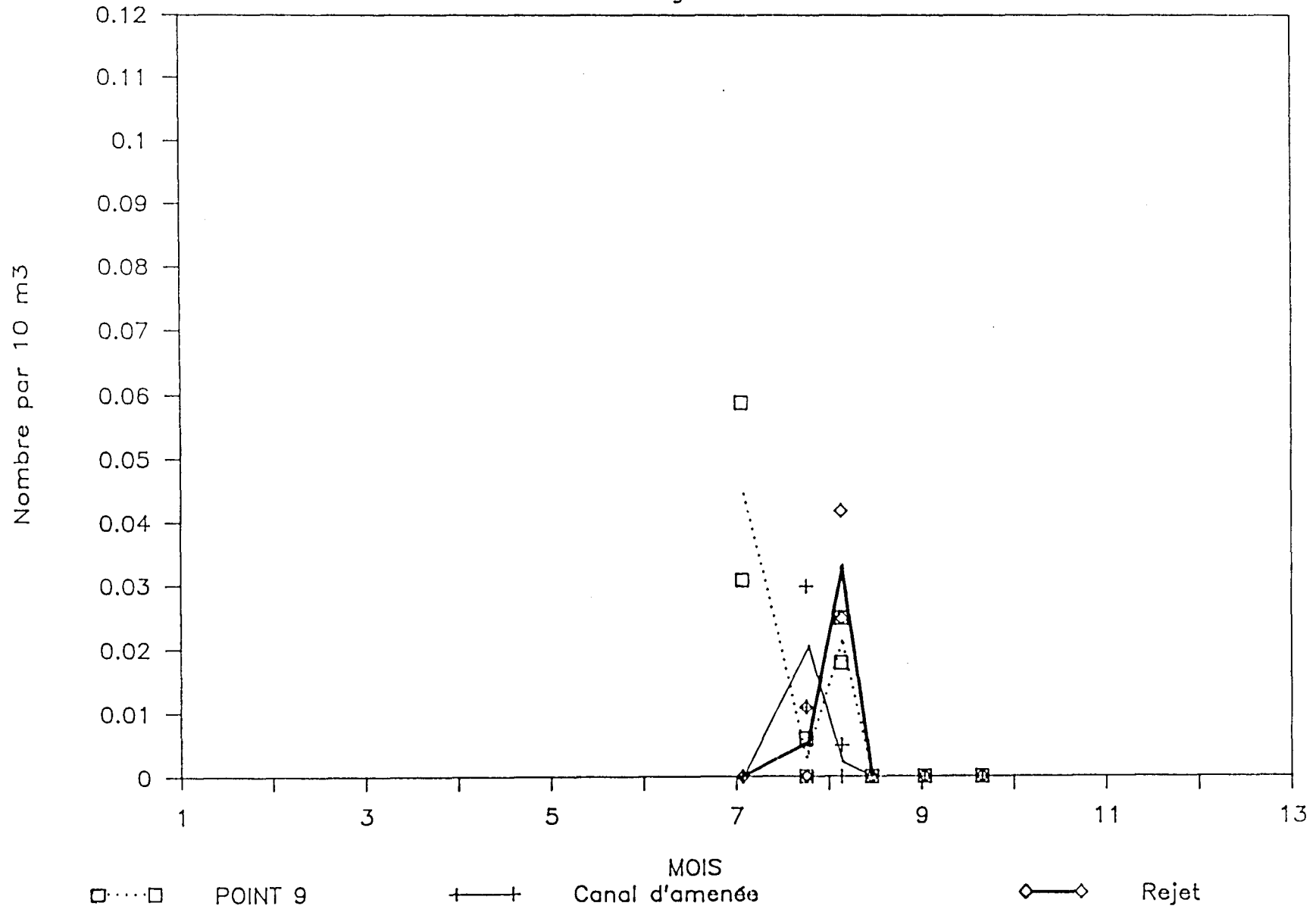
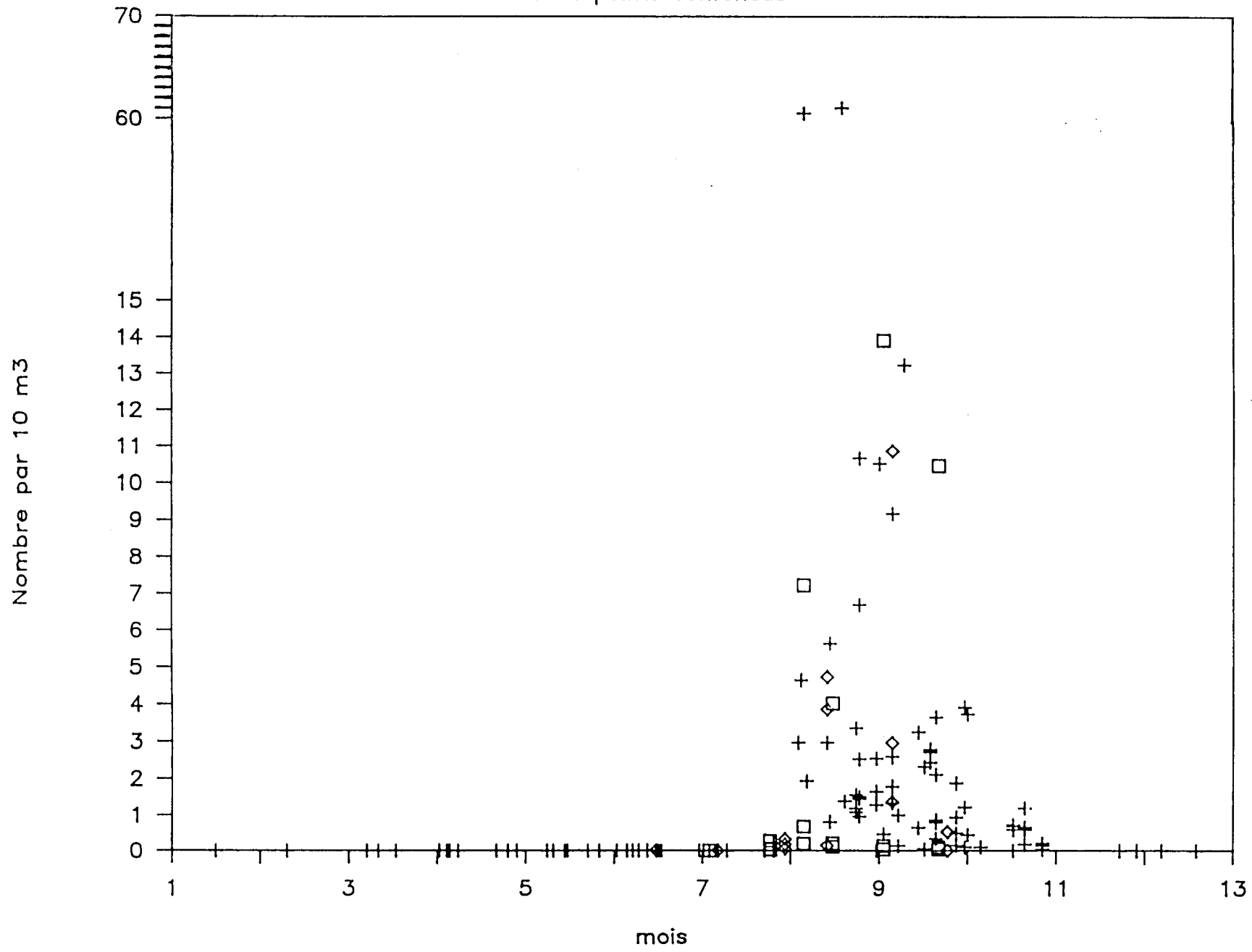


Figure 4.5 MAIA SQUINADO Total zoés
Tous points confondus



Les figures 4.6 et 4.7 montrent que nous avons récolté cette année essentiellement des stades 1 et qu'ainsi le pic d'éclosions se situe, comme le pic de zoés tous stades au tout début du mois de septembre. Par rapport aux années Projet et 1986 où les pics d'abondance observés étaient dûs à un mélange de zoés au stade 1 et 2 (Projet) ou à une majorité de stades 2 (1986) l'année 1987 s'avère donc un peu plus tardive.

Les figures 4.6 et 4.7 montrent par ailleurs que la plupart des zoés récoltées l'ont été au point 9 ou hors zone. Les prélèvements effectués dans le canal d'amenée et au rejet se montrent très peu riches, ce qui était prévisible puisque les larves d'araignée ont toujours été très peu observées près de la côte.

Malgré les faibles densités trouvées en ces deux points, notons le pic très net de zoés stade 1 qui se dessine essentiellement au canal d'amenée début août (fig. 4.8 et 4.9). Le pic se produit en même temps que le 1^{er} pic observé au point 9.

Les figures 4.10 et 4.11 présentent des pics de mégalopes simultanés par rapport à ceux des zoés, début août au canal d'amenée et début juillet au point 9. Les plus fortes abondances de mégalopes ne sont pas toujours notées aux mêmes endroits depuis le début des études sur le site. Tantôt les points du large sont plus riches (période 1983–85), tantôt ce sont les points les plus côtiers (point 0 en 1986) ; cette année, c'est le point du large (9) qui présente la densité la plus forte début septembre, mais le point rejet, très côtier, est presque aussi riche.

4.2. SURVEILLANCE DE LA PECHE COTIERE DES CRUSTACES

L'étude de Projet relative aux ressources halieutiques du site de Flamanville a mis en évidence l'intérêt de la pêche de crustacés du nord-ouest Cotentin pour la flottille artisanale travaillant au casier dans ce secteur. Les observations se sont poursuivies à la demande d'EDF de 1980 à 1982 ; ces trois années d'études complémentaires de la pêche côtière des crustacés ont permis d'assurer le lien entre la phase de Projet et les quatre premières années de Surveillance (1983–1987).

4.2.1. Pêche professionnelle

4.2.1.1. Flottille (annexe 4.5)

En 1987 la flottille du secteur nord-ouest Cotentin est constituée comme en 1986 de 44 navires (les arrivées de nouveaux bateaux compensant les départs). Le port de Carteret regroupe à lui seul 33 unités contre 11 pour les ports de Diélette et Goury. Ce sont pour la plupart des navires polyvalents et l'âge moyen de la flottille est d'environ 15 ans.

Figure 4.6 MAIA SQUINADO ZOES Stade 1

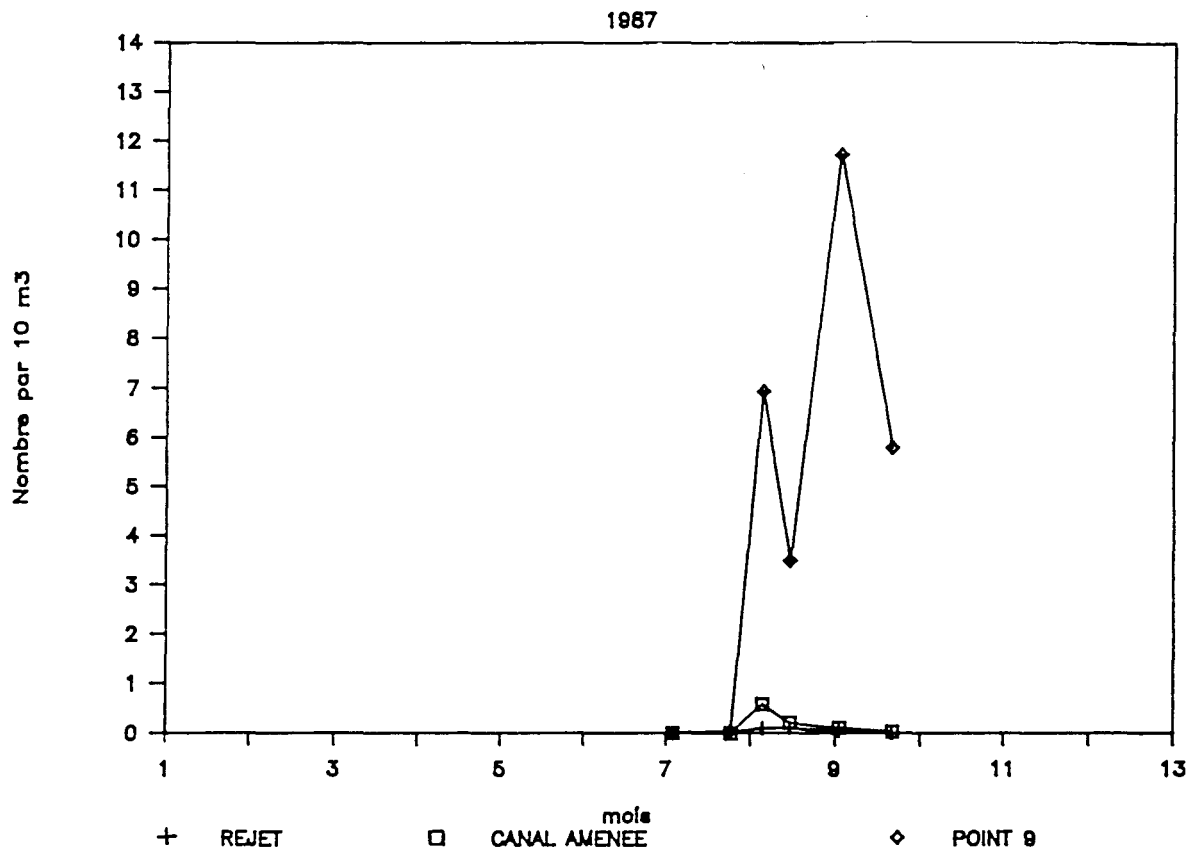


Figure 4.7 MAIA SQUINADO Zoes Stade 2

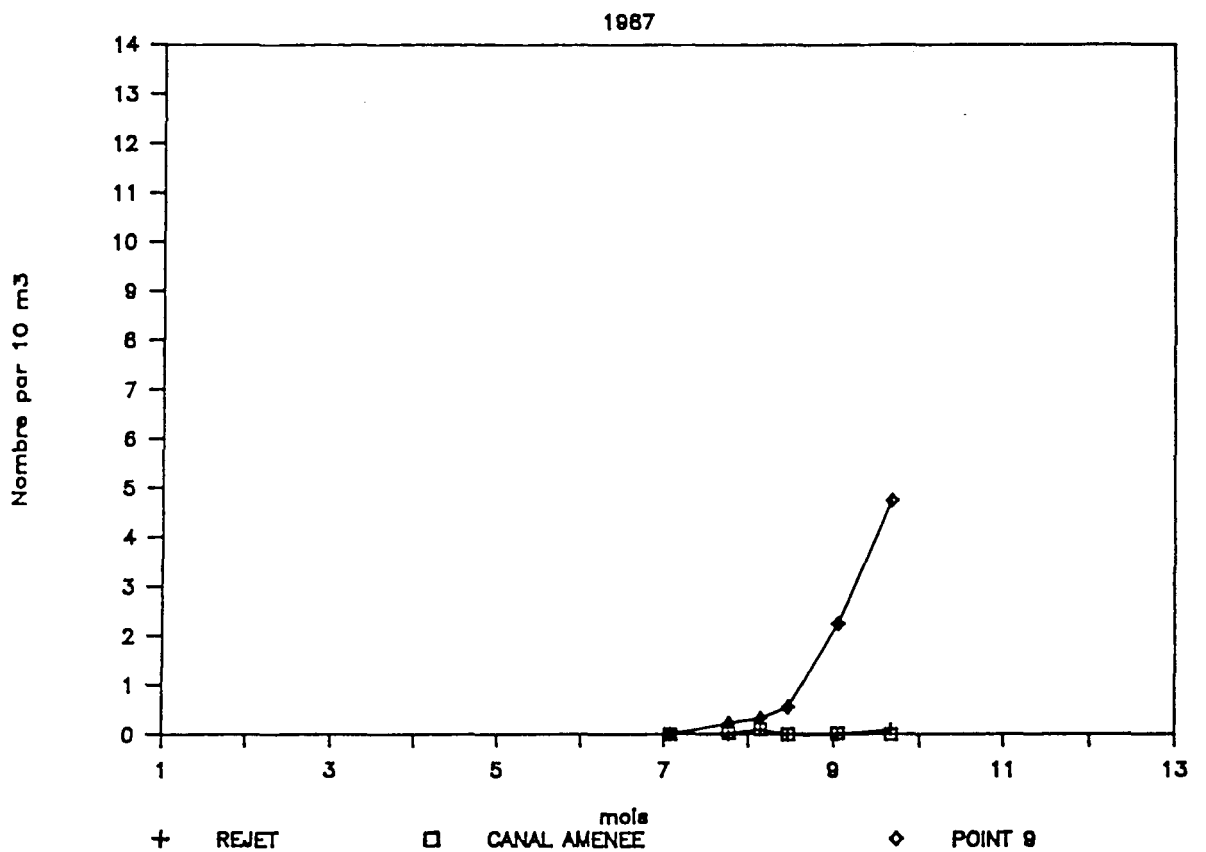


Figure 4.8 MAIA SQUINADO ZOES Stade 1
1987

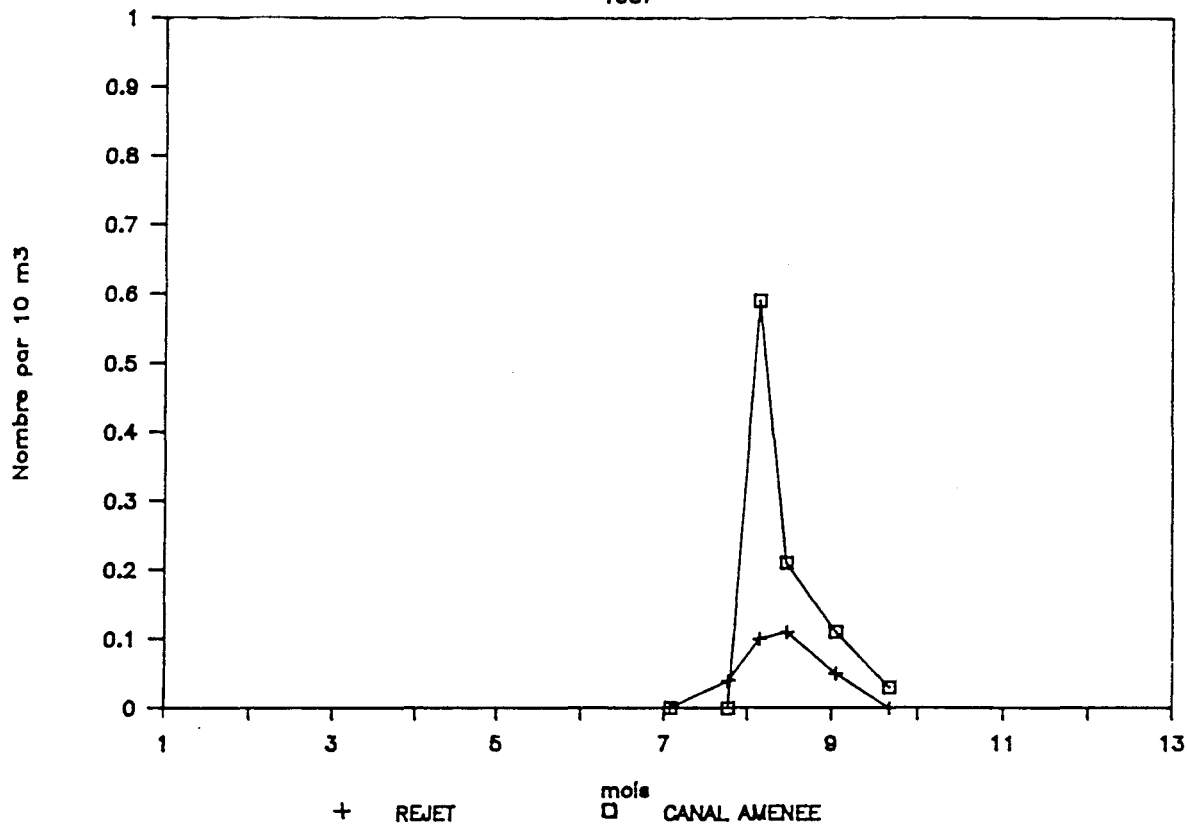


Figure 4.9 MAIA SQUINADO Zoes Stade 2
1987

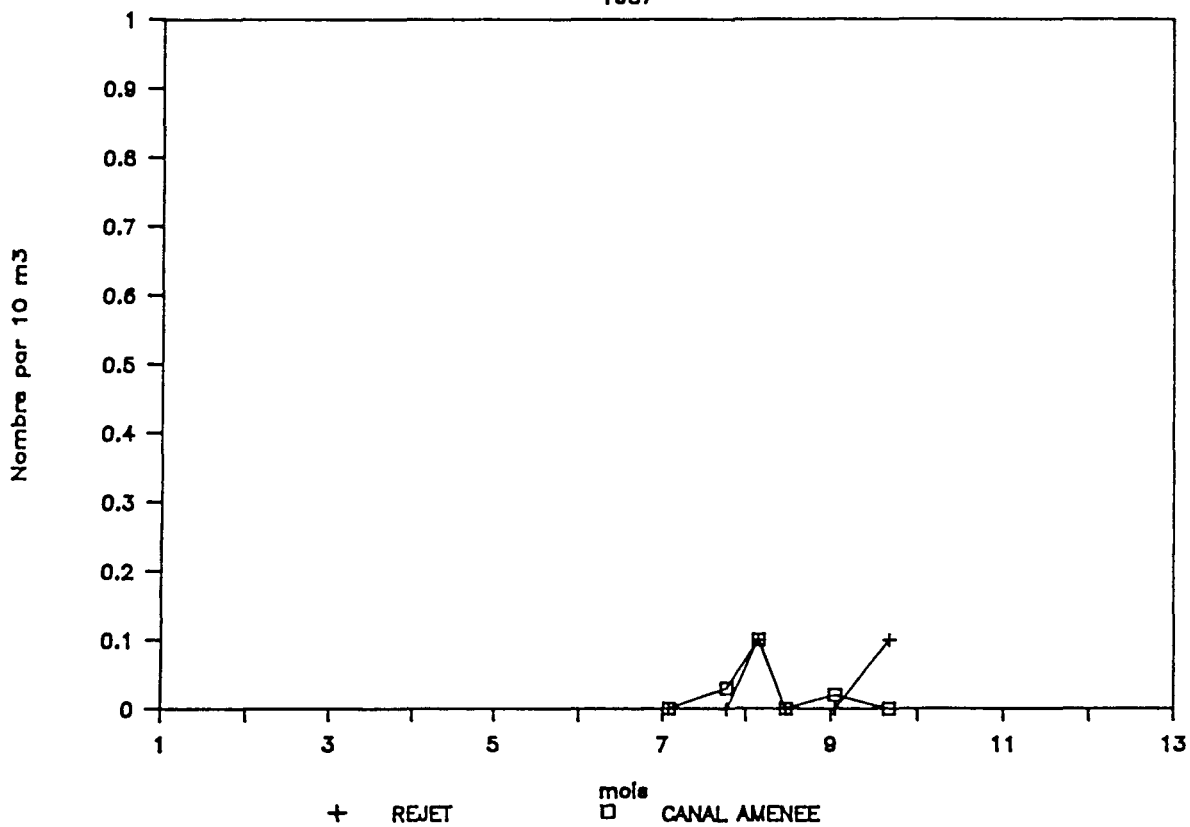


Figure 4.10 MAIA SQUINADO Total ZOËS

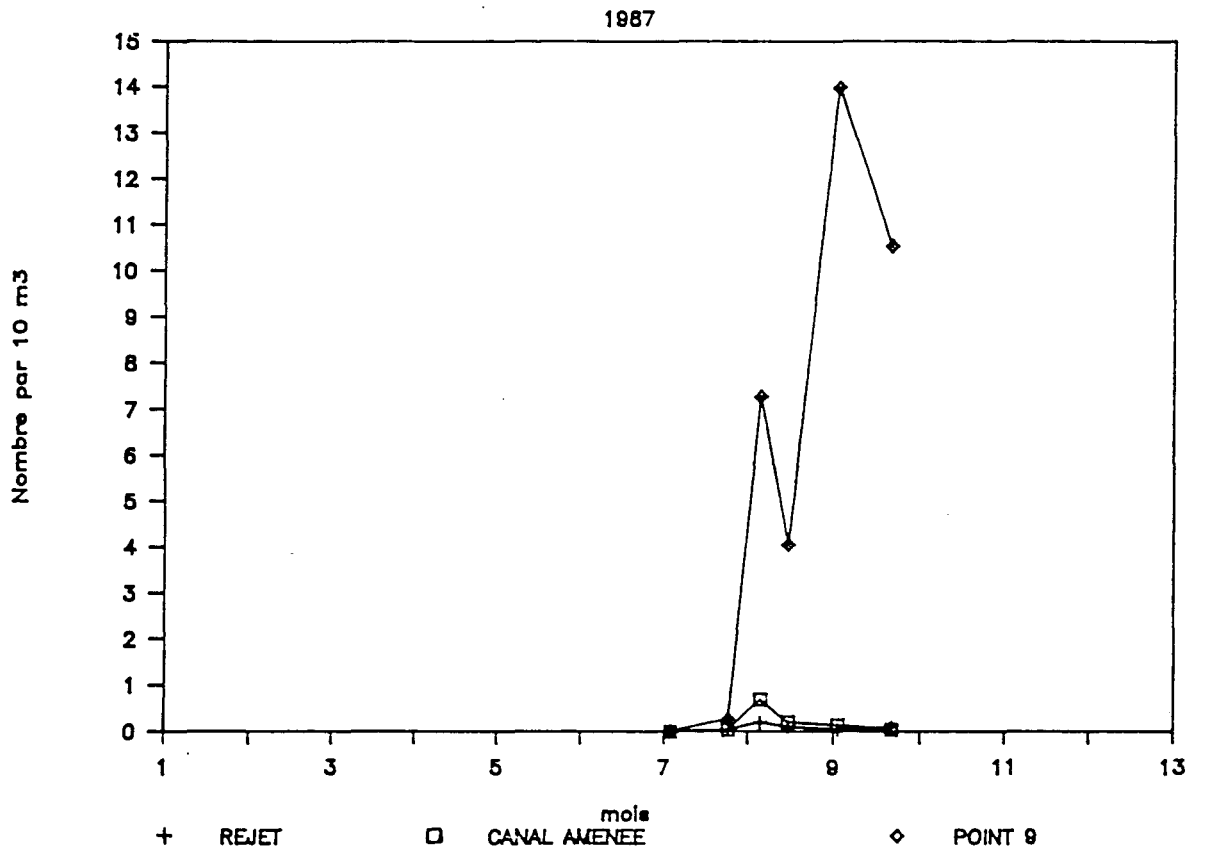
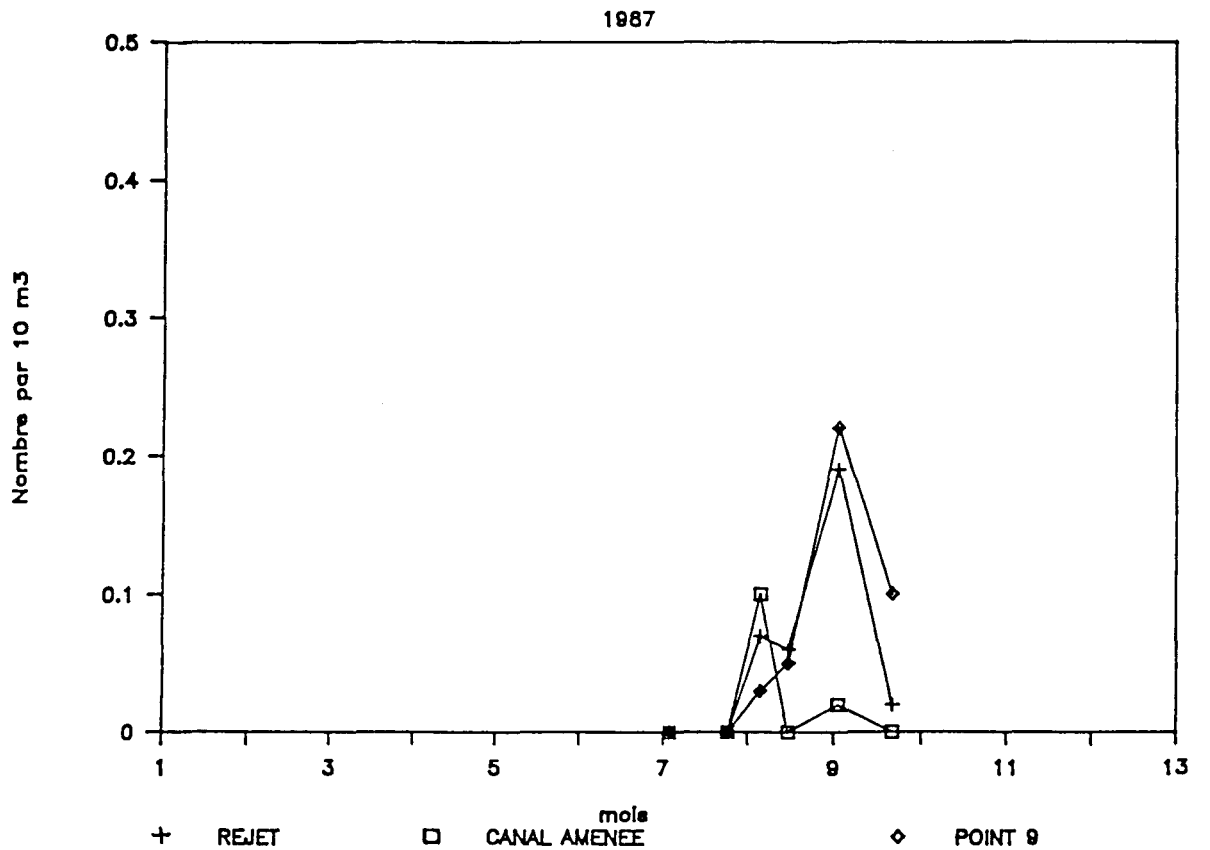


Figure 4.11 MAIA SQUINADO MEGALOPES



4.2.1.2. Activité

Seule la moitié de cette flottille est armée toute l'année, l'autre moitié ne travaillant que d'avril à septembre ou occasionnellement jusqu'en décembre.

En période estivale (période d'activité maximum de l'ensemble de la flottille) près de 90 marins sont embarqués.

Les activités principales des navires du secteur sont le chalutage à partir de Carteret (poissons plats et seiche) et la pêche aux casiers sur l'ensemble du secteur (crustacés). Les palangres de fond ou "cordes" (raies, roussette et congre) et la pêche à la drague (coquille Saint-Jacques ou praire) sont des activités complémentaires pratiquées surtout en automne et en hiver par les bateaux armés toute l'année. La pêche du bar constitue souvent une activité de substitution pour les marins des petites unités: il est le plus souvent capturé sur l'estran à l'aide de palangres unitaires ou "baho".

4.2.1.3. Production (annexe 4.6)

En l'absence de données officielles (Affaires Maritimes), les débarquements enregistrés à la criée de Cherbourg représentent la seule source d'information pour évaluer la production de ce secteur.

Si ces ventes reflètent bien l'activité chalutière et, à un degré moindre, les captures réalisées à la drague ou aux palangres, elles ne sont d'aucun recours en ce qui concerne l'analyse de la pêcherie de crustacés de la côte nord-ouest Cotentin.

Trois chalutiers de Carteret assurent plus de 60% des ventes de l'ensemble de la flottille. Les débarquements de "bar de ligne" en représentent près de 20% (en baisse par rapport à 1986). Les autres apports sont saisonniers (bivalves, crustacés, sélaciens).

4.2.1.3.1. Analyse des débarquements en criée (annexe 4.6)

* Sole

La sole est toujours l'espèce principale recherchée par les chalutiers du secteur. Elle représente encore plus de 40% de la valeur des produits débarqués en criée de Cherbourg bien que deux des plus importants chalutiers de Carteret pratiquant ce métier aient désarmé. En 1987 la production de sole est de 23 tonnes (au prix moyen de 58 F/kg) contre 44 tonnes en 1986. L'essentiel de ces apports est débarqué d'août à mars et provient des secteurs de pêche situés au large de Cherbourg et de Barfleur.

* Raies

Les raies constituent près du quart des apports en 1987. En légère progression par rapport à 1986 (41 tonnes contre 37), c'est la première espèce en tonnage débarqué. Captures accessoires associées à la sole, elles représentent aussi une part importante des captures des palangriers.

* Seiche

La saison de pêche 1987 a été particulièrement médiocre: seulement 2 tonnes débarquées contre 20 en 1986.

* Bar

Activité complémentaire pour les unités de faible tonnage, les apports sont en diminution de 28% par rapport à l'année passée.

* Poissons de "cordes" (roussettes et congre)

Les apports sont en hausse sensible (augmentation de 33% pour les roussettes et multiplié par 5,6 pour le congre) pour ces espèces pêchées principalement à la palangre de fond surtout en automne après la pêche des crustacés.

* Bivalves

La drague est une activité d'appoint pratiquée exclusivement en hiver. Les apports de praires échappent totalement à la criée mais plus de 6 tonnes de coquilles Saint-Jacques y ont été débarquées, soit deux fois plus qu'en 1986.

4.2.1.3.2. Pêcherie de crustacés

Les débarquements de crustacés n'apparaissent qu'exceptionnellement en criée de Cherbourg et sont loin d'être représentatifs des apports réels de ce secteur.

* Carteret

Comme en 1986 (IFREMER, 1988), en période estivale, plus de 6 000 casiers sont immergés dans une zone comprise entre Porbail, les Ecréhou et le cap de Flamanville.

En période hivernale la pêche est plus particulièrement dirigée vers le homard et le tourteau. Le nombre de casiers utilisés est nettement moins élevé : de l'ordre de 1 000.

* Diélette

Les 6 unités du port ont pour activité principale la pêche aux crustacés (homard et tourteau). Avec 200 casiers en moyenne et une activité pendant 10 mois de l'année, on estime à plus de 150 000 le nombre de casiers relevés en 1987. Si l'on retient comme hypothèse de base un rendement moyen équivalent à celui observé au cours des campagnes expérimentales (0,8 homard pour 10 casiers) et un poids individuel moyen d'environ 500 grammes, la production théorique du port de Diélette serait de 6 tonnes de homard. Cependant, les débarquements réels peuvent être sensiblement plus élevés car les rendements obtenus par les professionnels sont généralement plus élevés que ceux observés au cours des pêches expérimentales au moins durant la saison estivale. Enfin, cette estimation ne prend pas en compte la pêche plaisancière.

4.2.2. Pêches expérimentales

En 1987, les pêches expérimentales aux casiers ont été réalisées au cours des mois de mai à septembre selon le protocole adopté les années précédentes.

4.2.2.1. Matériel et méthode

Le principe de 15 points définis dans le périmètre proche du site de la Centrale a été conservé (fig. 4.12).

Chaque campagne se décompose en 4 jours consécutifs (sauf conditions météorologiques défavorables) au cours d'une marée de mortes-eaux des cinq mois considérés. Les 15 filières de 20 casiers sont relevées à chaque sortie.

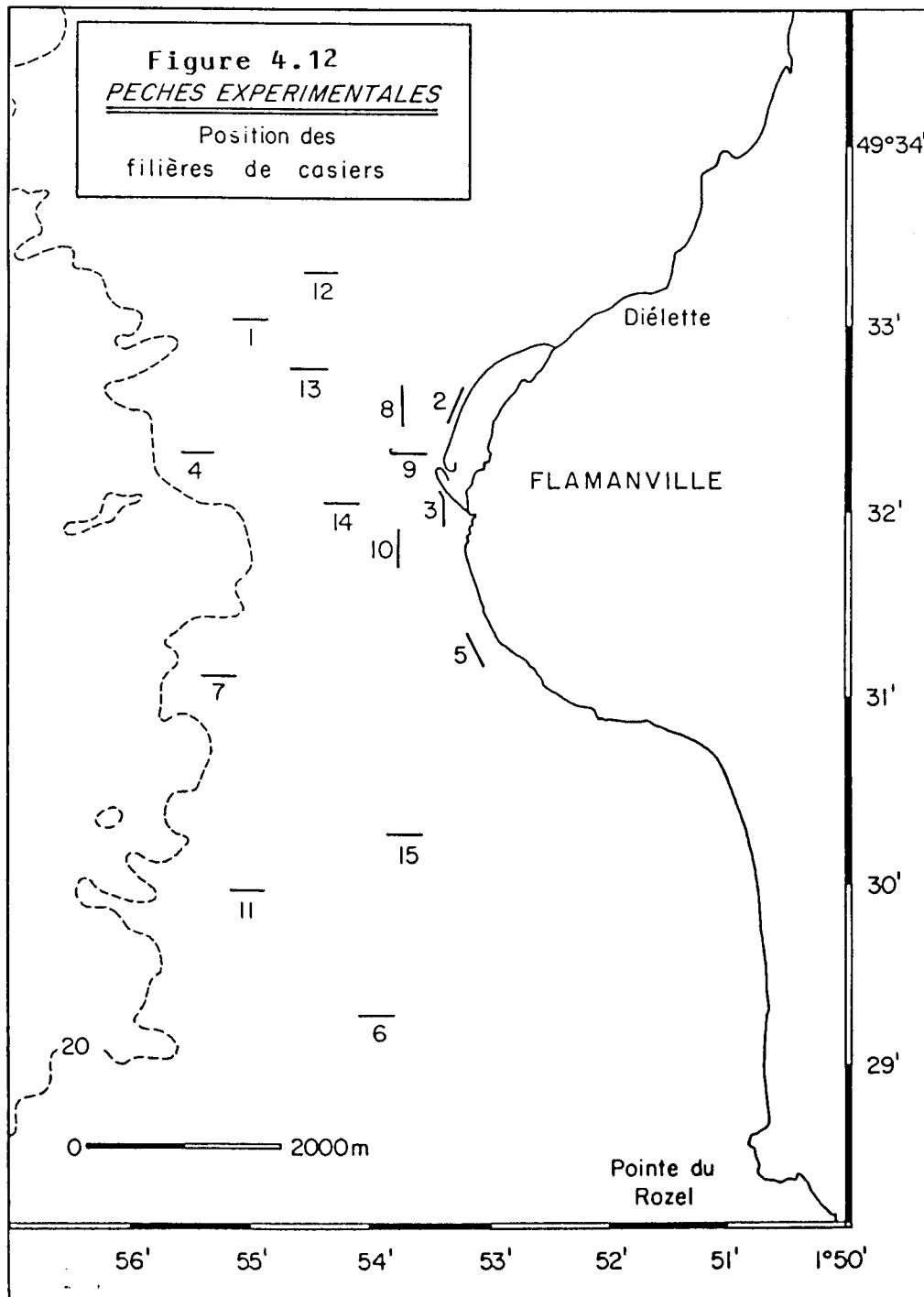
Les casiers utilisés sont identiques à ceux employés les années précédentes. L'appât est essentiellement composé de grondin rouge décongelé.

4.2.2.1.1. Chronologie

Le calendrier prévisionnel des sorties a été respecté dans son ensemble même si les conditions climatiques n'ont pas toujours permis de relever les filières situées le plus à terre (tabl. 4.1).

4.2.2.1.2. Observations réalisées

Les observations réalisées en 1987 reposent sur 5 450 casiers relevés contre 5 249 en 1986. Le nombre total d'individus capturés par casier est relevé (annexe 4.7) pour les espèces suivantes: homard, tourteau, araignée, étrille, buccin et pagure. Les données biologiques prises en compte pour les crustacés (exceptés les paguridés) concernent la taille, le sexe, la dureté de la carapace, la présence éventuelle d'oeufs et la maturité (pour l'araignée).



MOIS	JOUR	NOMBRE DE FILIERES RELEVÉES
MAI	18	14
	19	15
	20	15
	21	15
JUIN	22	12
	23	12
	24	12
	25	15
JUILLET	20	10 (1)
	21	15
	22	15
	23	15
AOÛT	18	10 (2)
	19	13
	20	14
	21	14
SEPTEMBRE	15	15
	16	15
	17	15
	18	15

Tableau 4.1 - PECHES EXPERIMENTALES

CHRONOLOGIE DES EMBARQUEMENTS EN 1987

(1) Filières non relevées : 2, 3, 5, 8, 9

(2) Filières non relevées : 2, 3, 5, 9, 10

4.2.2.1.3. Traitement des données

Les données, recueillies sur bordereaux "pré-codés" au cours des pêches expérimentales, ont été retranscrites et stockées sur support informatique à la Station de Ouistreham selon la procédure pratiquée antérieurement au Centre de Brest.

4.2.2.2. Principaux résultats

Les résultats de l'année 1987 présentés ci-après concernent les paramètres biologiques définis au cours des années 1980 à 1985, années de référence avant la mise en service de la centrale.

4.2.2.2.1. Homard (annexe 4.8 à 4.11)

- Rendements

Par rapport aux rendements des années de référence (0,94 à 1,4 homard pour 10 casiers relevés), le rendement moyen de l'année 1987 (0,84 homard pour 10 casiers) s'avère en baisse sensible (fig. 4.13) : environ 20% de moins que les plus faibles rendements moyens déjà observés. Cette baisse confirme celle enregistrée en 1986 (0,68 homard pour 10 casiers) mais à un degré moindre.

- Répartition des tailles (fig. 4.14 à 4.16)

La taille moyenne des homards capturés en 1987 est de 8,7 cm. C'est une valeur qui se situe dans la moyenne de celles relevées au cours des années de référence mais les variations saisonnières inhabituelles observées en 1986 se confirment (plus de 40% d'individus de longueur céphalothoracique inférieure à 8 cm en août et septembre 1987).

En ce qui concerne la distribution spatiale, le gradient de taille croissant de la côte vers le large observé précédemment est encore nettement marqué, mis à part au niveau de la filière 11.

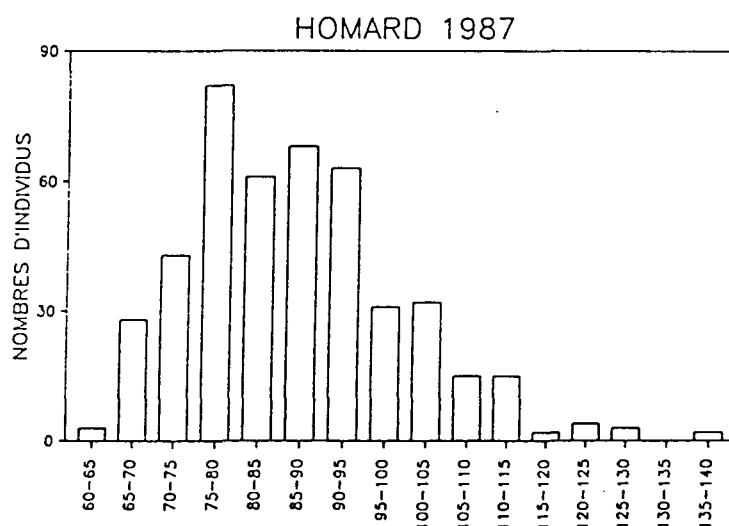


Figure 4.14 Histogramme des longueurs céphalothoraciques (mm)

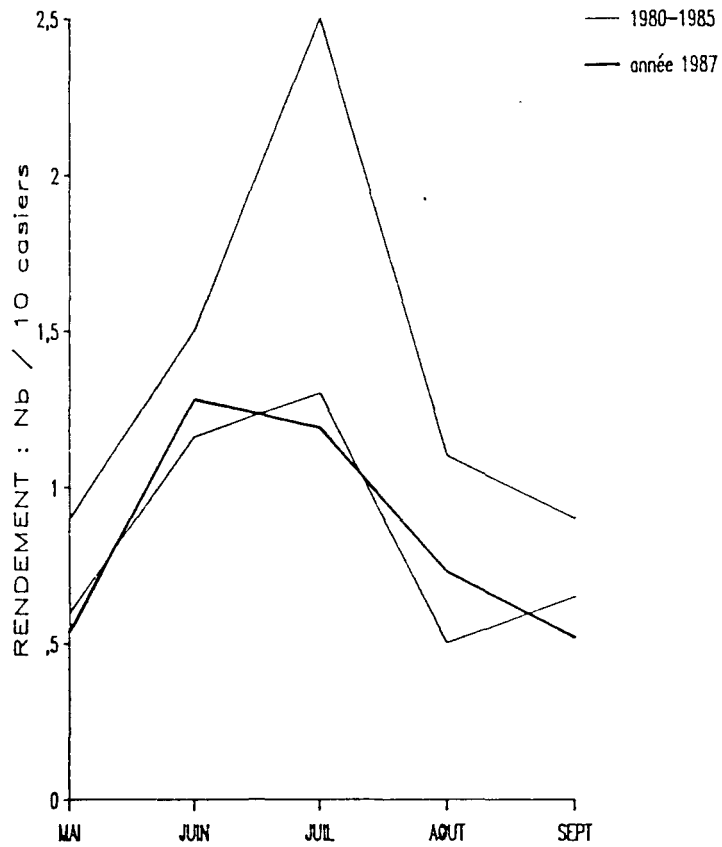


Figure 4.13 - HOMARD : RENDEMENTS EN NOMBRE DE CAPTURES

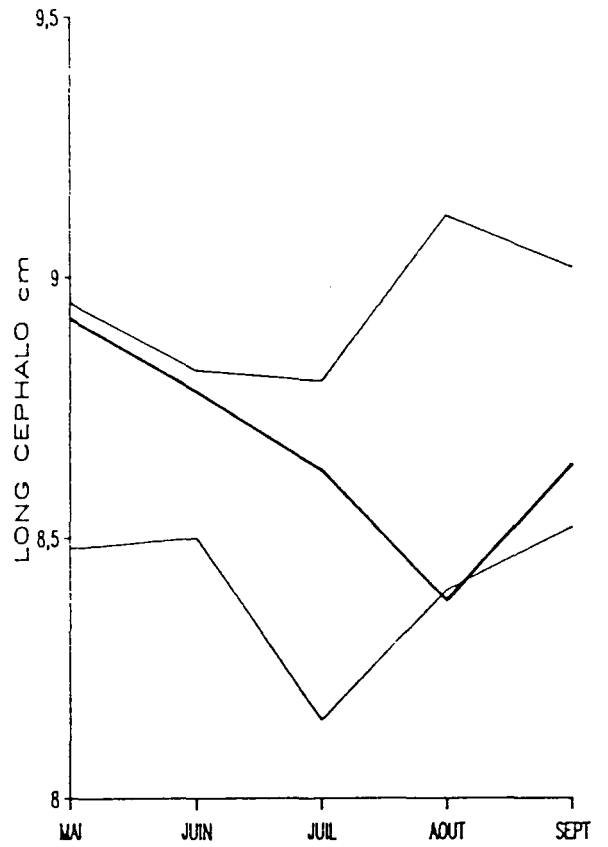


Figure 4.15 - HOMARD : TAILLES MOYENNES DES CAPTURES

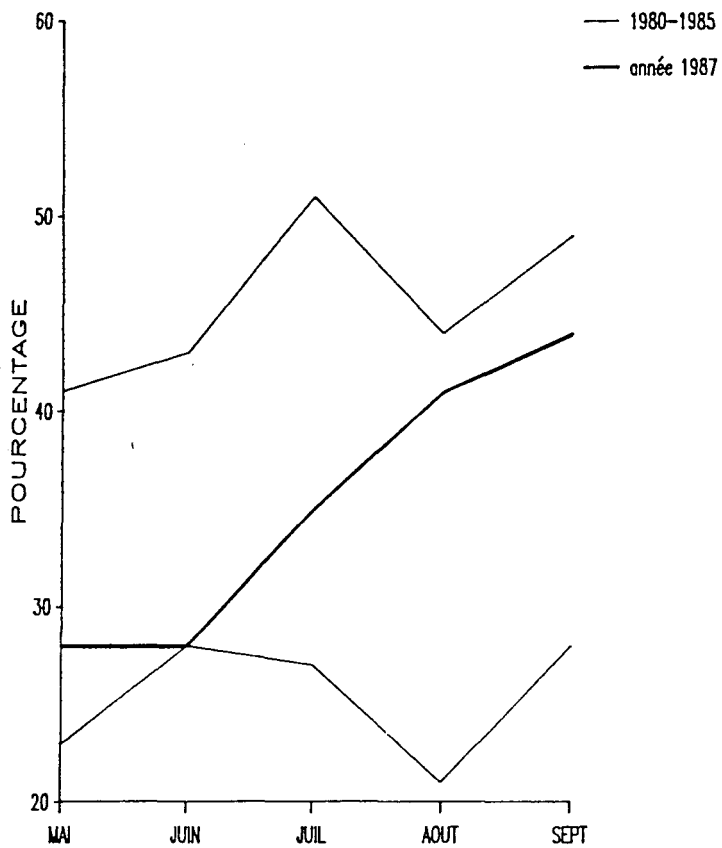


Figure 4.16 - HOMARD : POURCENTAGE D'INDIVIDUS DE Lc < 80 mm

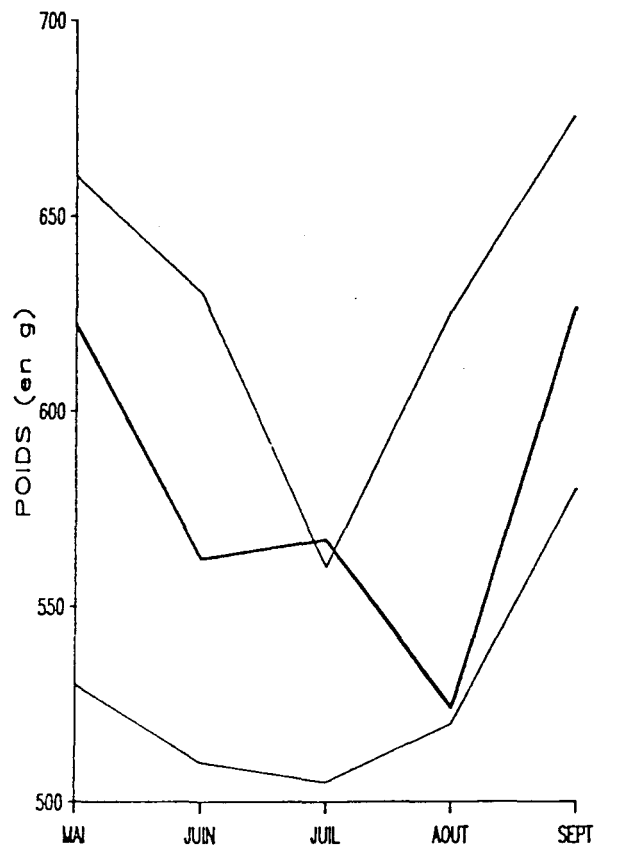


Figure 4.17 - HOMARD : POIDS INDIVIDUELS MOYENS (Lc >= 80mm)

- Poids individuel (fig. 4.17)

Les homards pêchés n'étant plus pesés individuellement à bord du navire depuis 1983, le poids individuel est calculé à partir de la relation taille-poids utilisée pour l'ensemble de la Manche Ouest :

$$W = a L^b$$

(avec pour les mâles $a = 187.10^{-6}$ et $b = 3,289$

et pour les femelles $a = 371.10^{-6}$ et $b = 3,122$)

W : poids en g

L : longueur céphalothoracique en mm.

Le poids individuel moyen calculé sur l'ensemble des captures de l'année 1987 est de 466 g.

- Proportion des sexes (fig. 4.18 et 4.19)

Pour les homards hors-taille (longueur céphalothoracique inférieure à 8 cm) la moyenne saisonnière du pourcentage de mâles sur la totalité des captures est de 57% . Cette moyenne varie d'un mois à l'autre et contrairement aux résultats de l'année 1985, elle augmente sensiblement en fin de saison (août et septembre).

La moyenne saisonnière du sex-ratio pour les homards de taille céphalothoracique supérieure ou égale à 8 cm est légèrement plus faible que la précédente: 52,5% . On ne constate pas, comme lors des années de référence, de diminution du pourcentage de mâles en septembre mais au contraire une augmentation.

4.2.2.2.2. Tourteau (annexes 4.12 à 4.14)

Le rendement moyen en tourteau de l'année 1987 est le plus élevé enregistré au cours d'une saison de pêche (5,4 tourteaux pour 10 casiers). Il est supérieur à celui de 1986 qui était déjà exceptionnel (fig.4.20).

La taille moyenne des tourteaux capturés est tout à fait comparable à celles observées lors des années précédentes et les fluctuations saisonnières sont toujours aussi peu marquées. Le pourcentage d'animaux de taille supérieure à 110 mm (largueur du céphalothorax) se maintient au niveau élevé atteint en 1985 (fig. 4.21). Comme pour le homard, il existe un gradient de taille croissant de la côte vers le large.

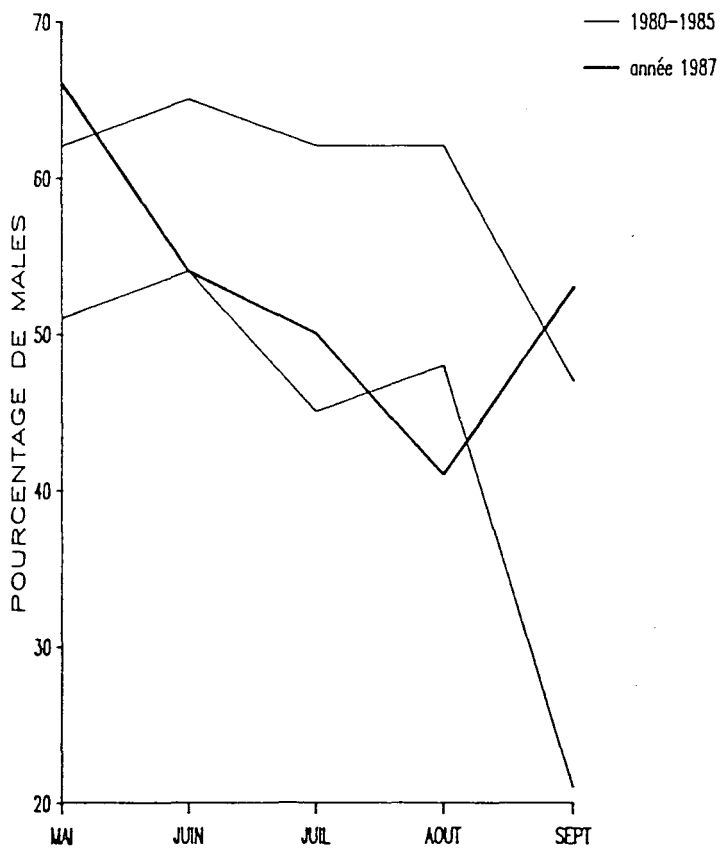


Figure 4.18 - HOMARD : SEX-RATIO ($L_c \geq 80\text{mm}$)

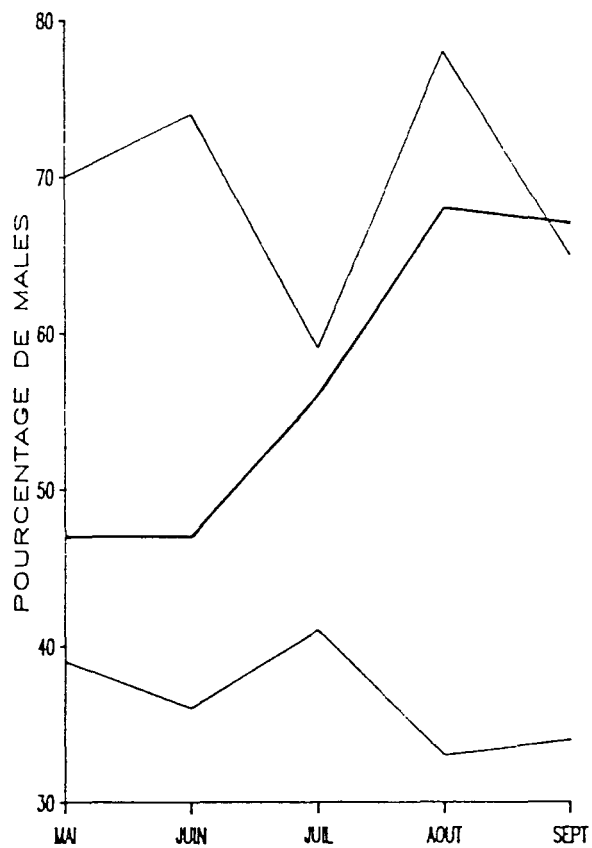


Figure 4.19 - HOMARD : SEX-RATIO ($L_c < 80\text{mm}$)

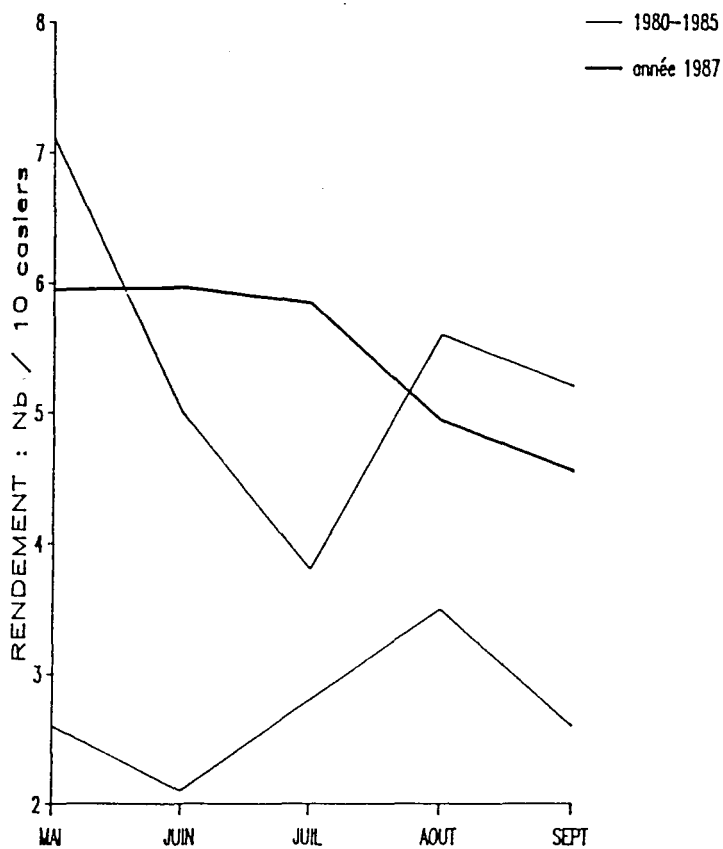


Figure 4.20 - TOURTEAU : RENDEMENTS EN NOMBRE DE CAPTURES

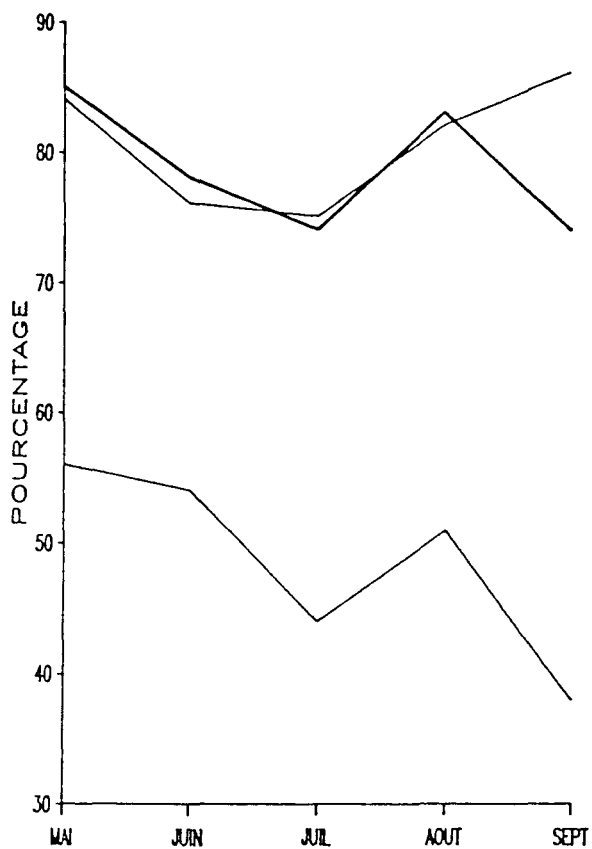


Figure 4.21 - TOURTEAU : POURCENTAGE D'INDIVIDUS DE $L_c \geq 110\text{mm}$

Le sex-ratio des captures de tourteaux (fig. 4.22 et 4.23) reste stable (entre 62 et 68,5% de mâles) avec néanmoins un pourcentage de mâles plus élevé que les autres années en juillet et surtout en août (73%) pour les individus de taille supérieure à 110 mm.

4.2.2.2.3. Araignée (annexes 4.15 à 4.18)

En 1987, les rendements les plus forts ont été observés aux mois de mai et juillet (fig. 4.24). Ce fait est assez inhabituel car l'araignée est une espèce migratrice dont le pic d'abondance se situe généralement en août sur le site de Flamanville.

Ces rendements des mois de mai et juillet sont parmi les plus faibles enregistrés depuis 1980 : 2,7 et 2,3 individus pour 10 casiers contre 7 individus lors du mois d'août 1985 (année exceptionnelle).

La taille moyenne annuelle des captures est très stable depuis le début des observations (de 9,1 à 10,2 ; la figure 4.25 nous donne les moyennes mensuelles). En 1987, elle est de 9,5 cm. La proportion d'animaux immatures est très importante.

L'évolution mensuelle du rapport des sexes est très proche de celle des années précédentes (fig. 4.26 et 4.27).

4.2.2.2.4. Etrille (annexes 4.19 à 4.21)

La quasi totalité (99%) des individus capturés ont une taille supérieure à la taille marchande (5 cm) ce qui s'explique par la dimension du maillage des casiers utilisés.

Les rendements mensuels ont été nettement plus élevés en 1987 que pendant les années 1980 à 1985 (sauf au mois de mai ; fig. 4.28). Le meilleur (2,1 individus pour 10 casiers) a été observé au mois de juillet (situation couramment observée sauf en 1985).

L'évolution mensuelle du sex-ratio est comparable à celle observée précédemment (fig. 4.29). Le sex-ratio moyen annuel en 1987 est de 88% de mâles sur l'ensemble des captures.

4.2.2.2.5. Buccin et Paguridés (annexe 4.22)

Les captures de buccins et de pagures réalisées en 1987 ont suivi l'évolution générale observée depuis 1980 : les rendements décroissent presque régulièrement au cours de la campagne. Ils présentent des minima en juillet et septembre pour le buccin (fig. 4.30) et en août pour les pagures (fig.4.31).

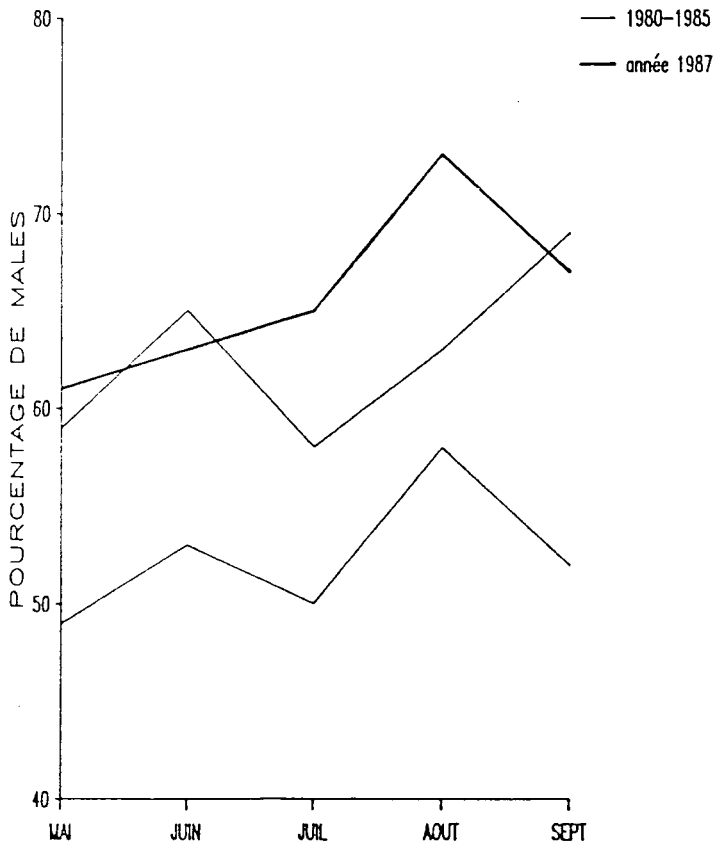


Figure 4.22 - TOURTEAU : SEX-RATIO ($L_c \geq 110\text{mm}$)

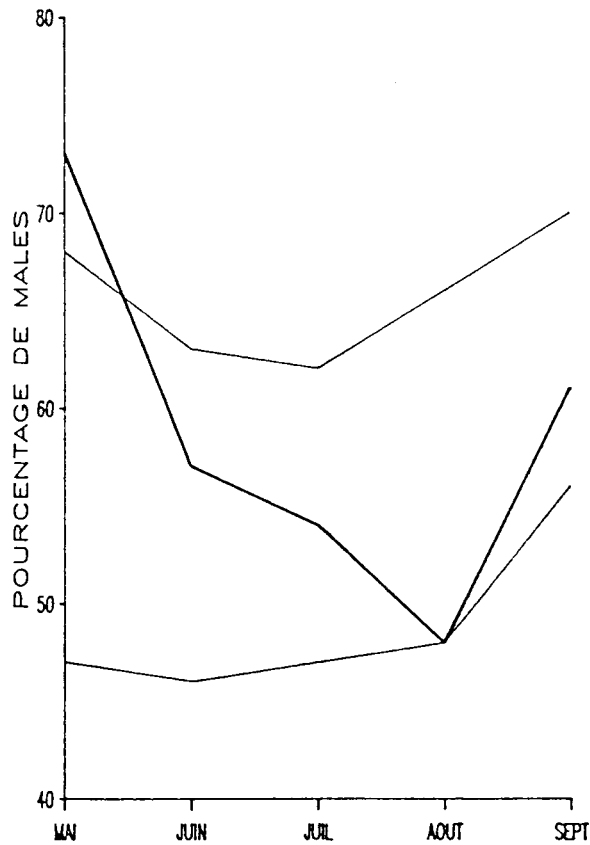


Figure 4.23 - TOURTEAU : SEX-RATIO ($L_c < 110\text{mm}$)

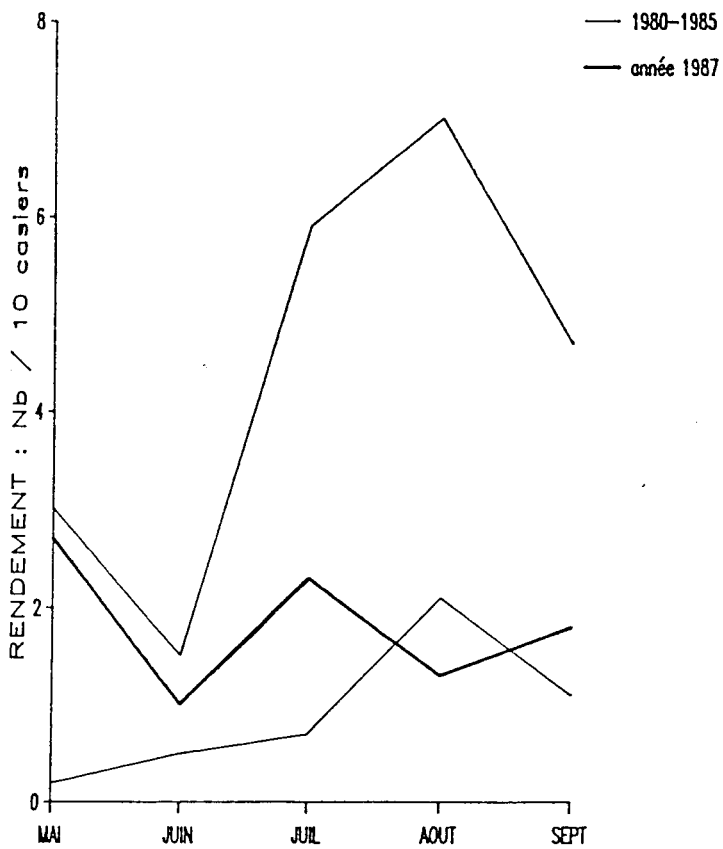


Figure 4.24 - ARAIGNEE : RENDEMENTS EN NOMBRE DE CAPTURES

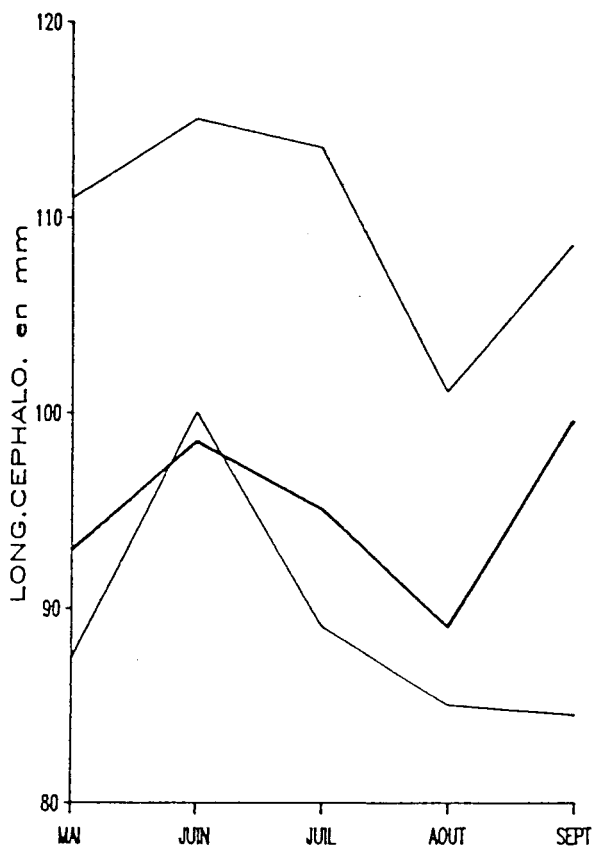


Figure 4.25 - ARAIGNEE : TAILLES MOYENNES DES CAPTURES

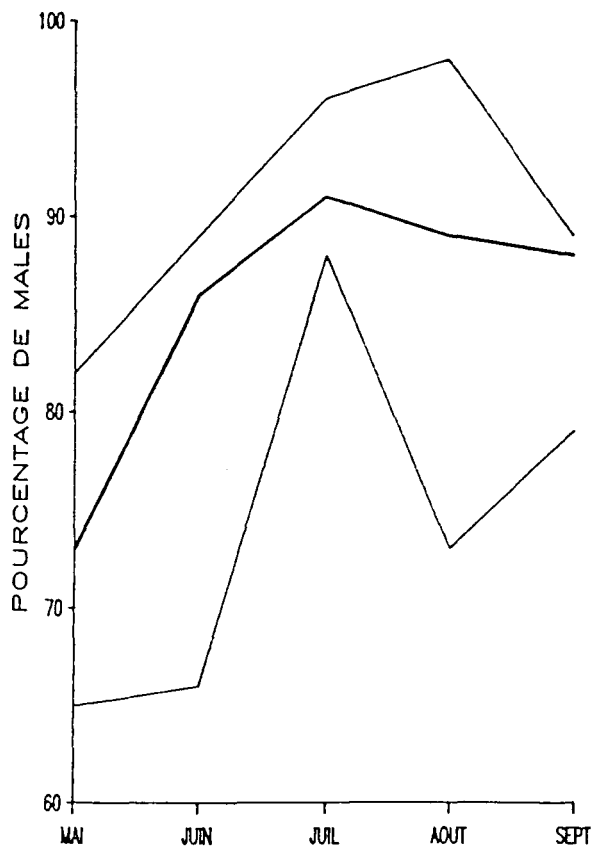
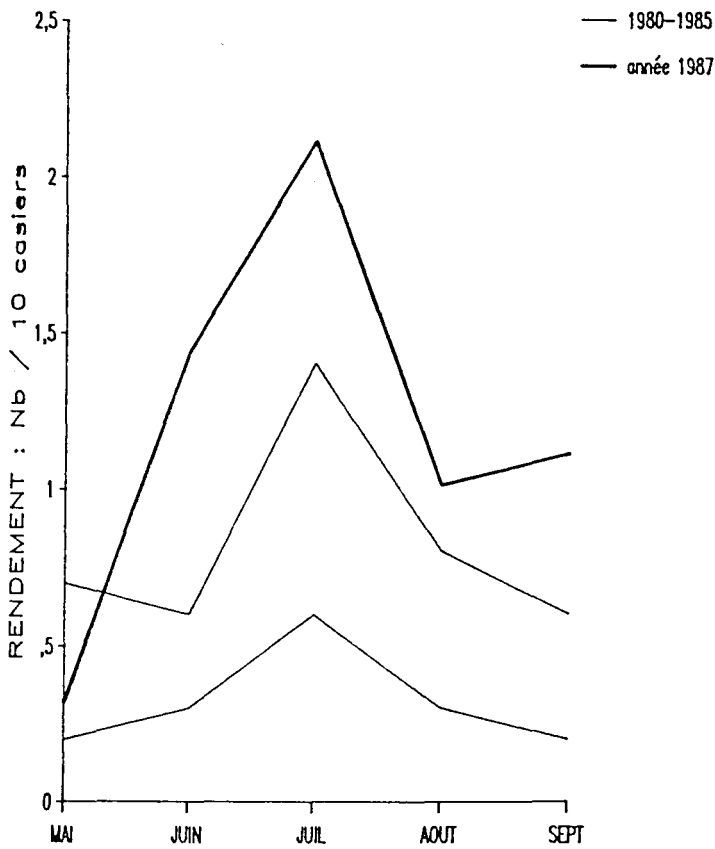
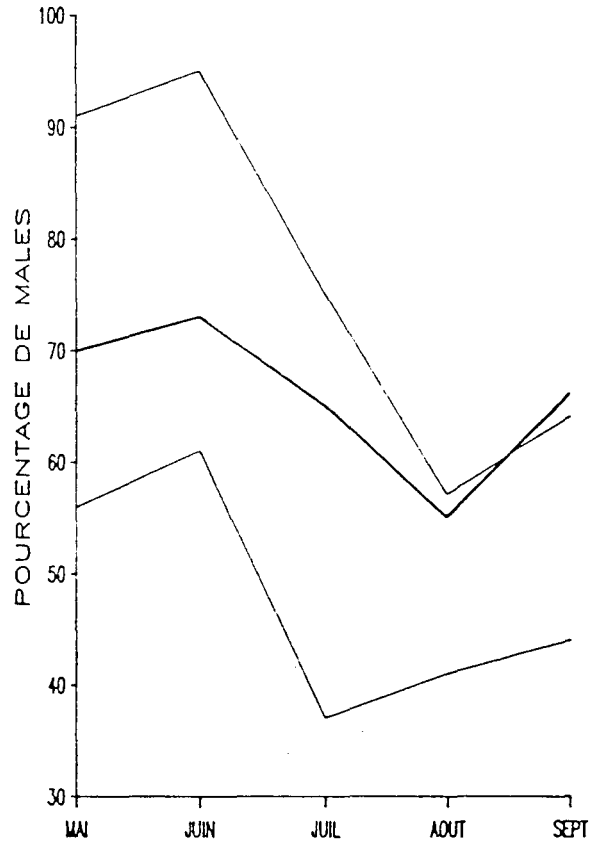
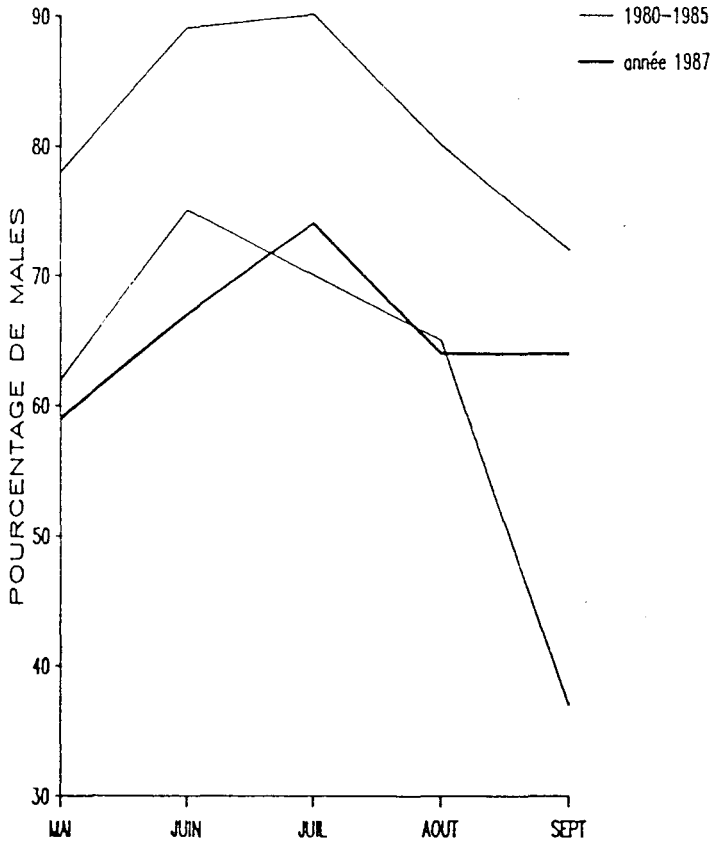


Figure 4.28 - ETRILLE : RENDEMENTS EN NOMBRE DE CAPTURES

Figure 4.29 - ETRILLE : SEX-RATIO SUR TOTAL DES CAPTURES

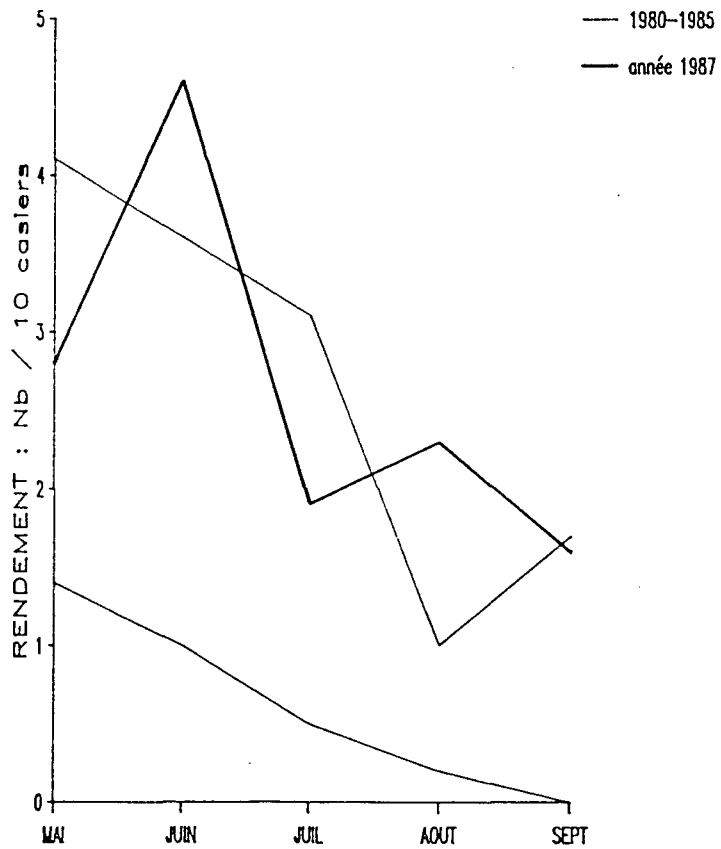


Figure 4.30 - BUCCIN : RENDEMENTS EN NOMBRE DE CAPTURES

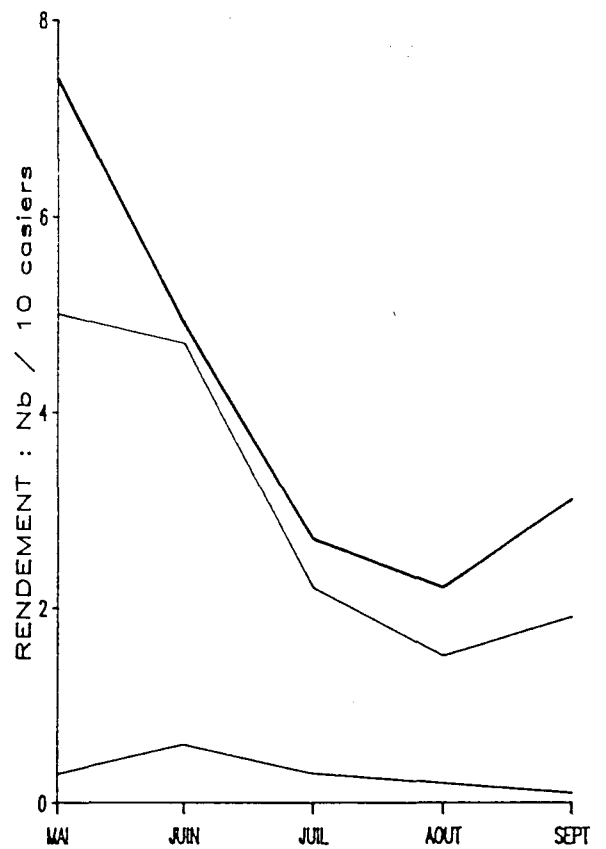


Figure 4.31 - PAGURIDES : RENDEMENTS EN NOMBRE DE CAPTURES

