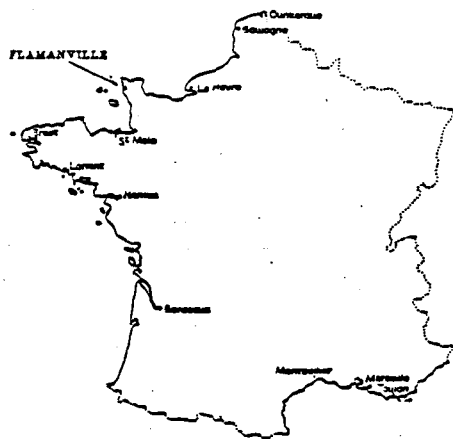


Electricité de France

ETUDE DE SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SUR LE SITE DE FLAMANVILLE

ANNEE 1983



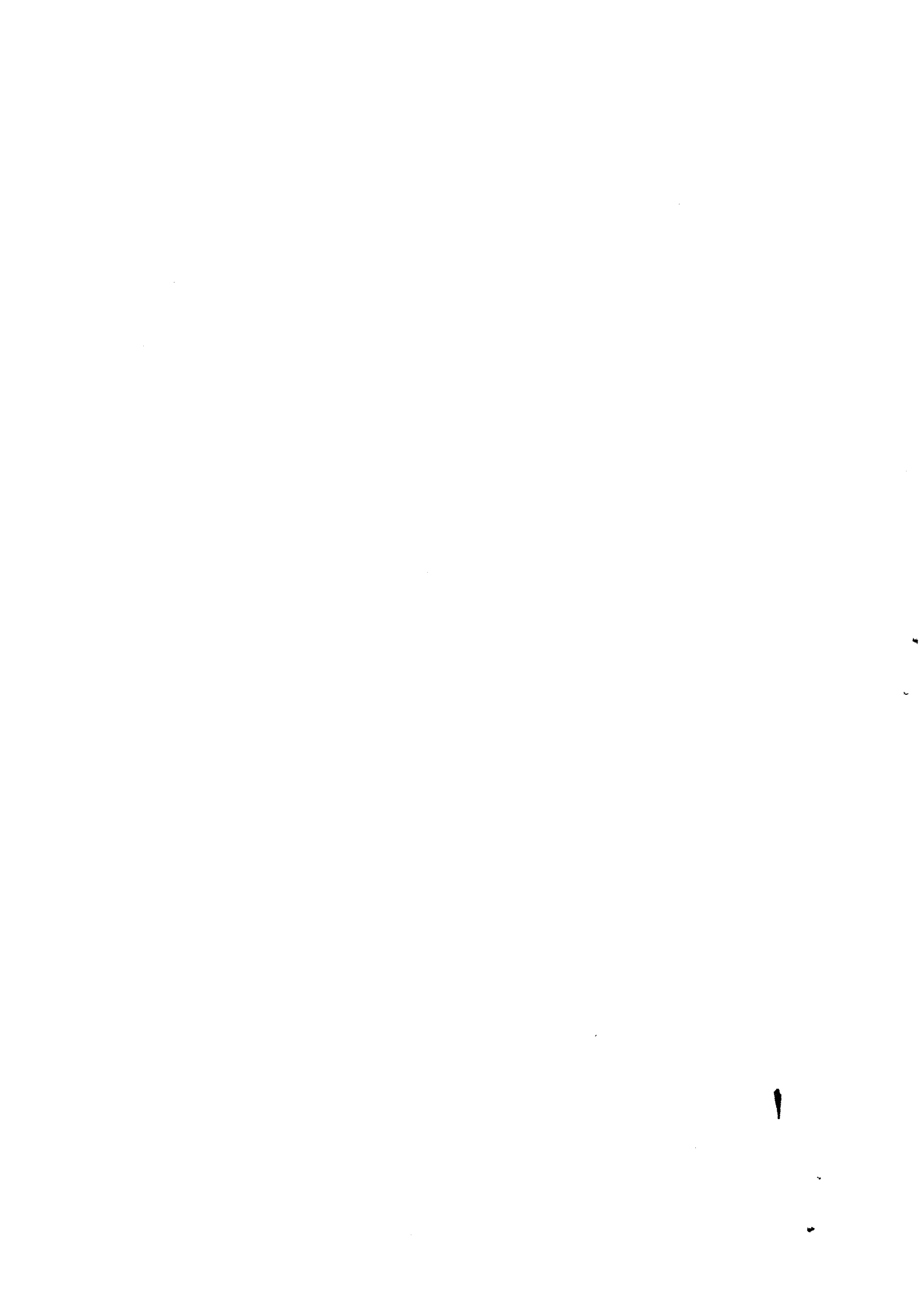
Centre National pour l'Exploitation des Océans

Centre Océanologique de Bretagne

Département Environnement Littoral
et Gestion du Milieu Marin

Août 1984

Edition mars 1985

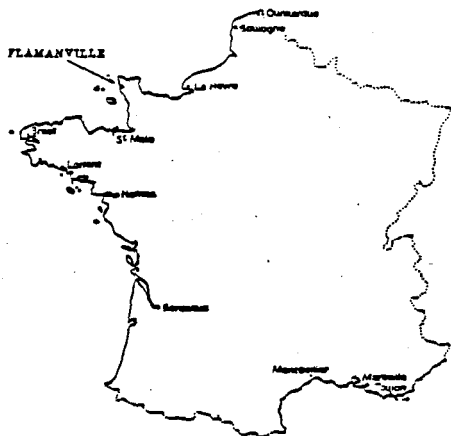


Electricité de France

ETUDE DE SURVEILLANCE ECOLOGIQUE

SUR LE SITE DE FLAMANVILLE

ANNEE 1983



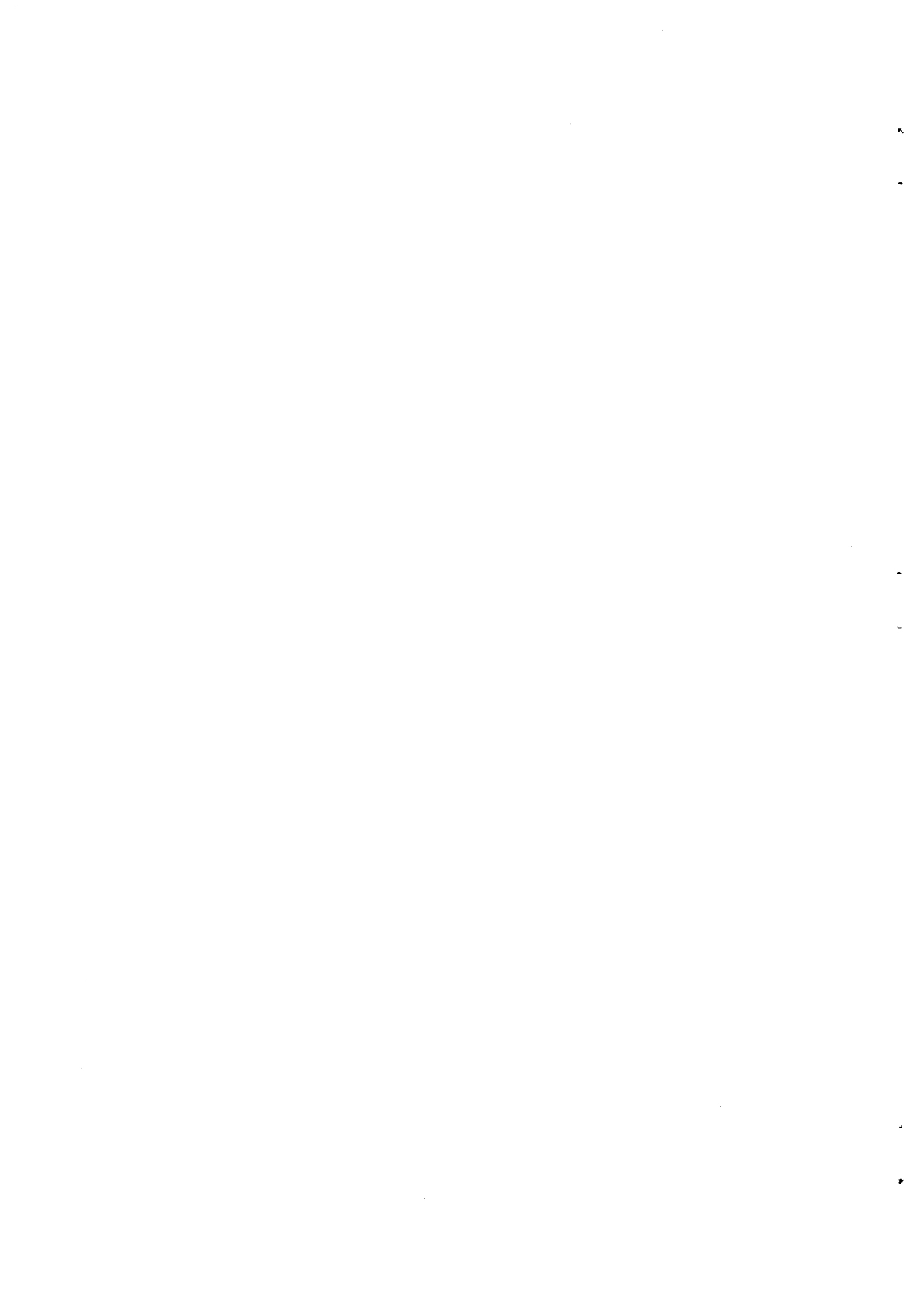
Centre National pour l'Exploitation des Océans

Centre Océanologique de Bretagne

Département Environnement Littoral
et Gestion du Milieu Marin

Août 1984

Edition mars 1985



S O M M A I R E

	<u>Pages</u>
 <u>CHAPITRE I - INTRODUCTION</u>	
 <u>CHAPITRE II - HYDROBIOLOGIE - PHYTOPLANCTON</u>	
I. INTRODUCTION	
II. CALENDRIER	II.1
III. VARIATIONS SAISONNIERES DES PARAMETRES HYDROBIOLOGIQUES	II.2
IV. VARIATIONS SAISONNIERES DU PHYTOPLANCTON	II.4
a. Un reliquat d'espèces hivernales	II.4
b. Une apparition d'espèces printanières le 13 mai	II.6
c. Un déclin de la population printanière	II.6
d. Une reprise de l'activité phytoplanctonique en période estivale	II.6
e. Une amorce de la période hivernale	II.7
V. COMPARAISON AVEC LES ANNEES 1976 - 1978	II.7
1. Hydrobiologie	II.7
2. Phytoplancton	II.9
CONCLUSION	II.9
 <u>CHAPITRE III - MICROBIOLOGIE</u>	
I. PRELEVEMENTS EN MER ET ANALYSES	III.1
II. NOMBRE TOTAL DE GERMES (COLORATION A L'ACRIDINE)	III.1
III. GERMES AEROBIES EN MILIEU DE ZOBELL A L'EAU DE MER	III.3
IV. RECHERCHE DE GERMES D'ORIGINE FECALE DES ORGANISMES A SANG CHAUD	III.3
V. RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES VIBRIONS HALOPHILES	III.3
VI. CONCLUSION : COMPARAISON DES RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1983 AVEC LES RESULTATS ANTERIEURS (1976 - 1977 - 1978)	III.4

CHAPITRE IV - ZOOPLANCTON

I. INTRODUCTION ET METHODOLOGIE	IV.1
1. Campagnes à la mer	IV.1
2. Traitement au laboratoire des échantillons formolés	IV.2
3. Traitement au laboratoire des échantillons congelés	IV.4
II. RESULTATS	IV.4
1. Evolution de la succession des espèces	IV.4
2. Les variations saisonnières des espèces zooplanctoniques ..	IV.9
3. Biomasse - composition chimique élémentaire du zooplancton.	IV.22
III. DISCUSSION - CONCLUSION	IV.26
BIBLIOGRAPHIE	IV.28
ANNEXE	IV.29

CHAPITRE V - PHYTOBENTHOS

INTRODUCTION	V.1
I. METHODOLOGIE	V.3
1. Comptages et prélèvements	V.3
2. Baguages	V.3
3. Paramètres mesurés	V.3
4. Classes	V.3
II. RESULTATS	V.6
1. Comptages et prélèvements	V.6
2. Données issues des algues baguées	V.6
CONCLUSION	V.17
BIBLIOGRAPHIE	V.18
ANNEXES	V.19

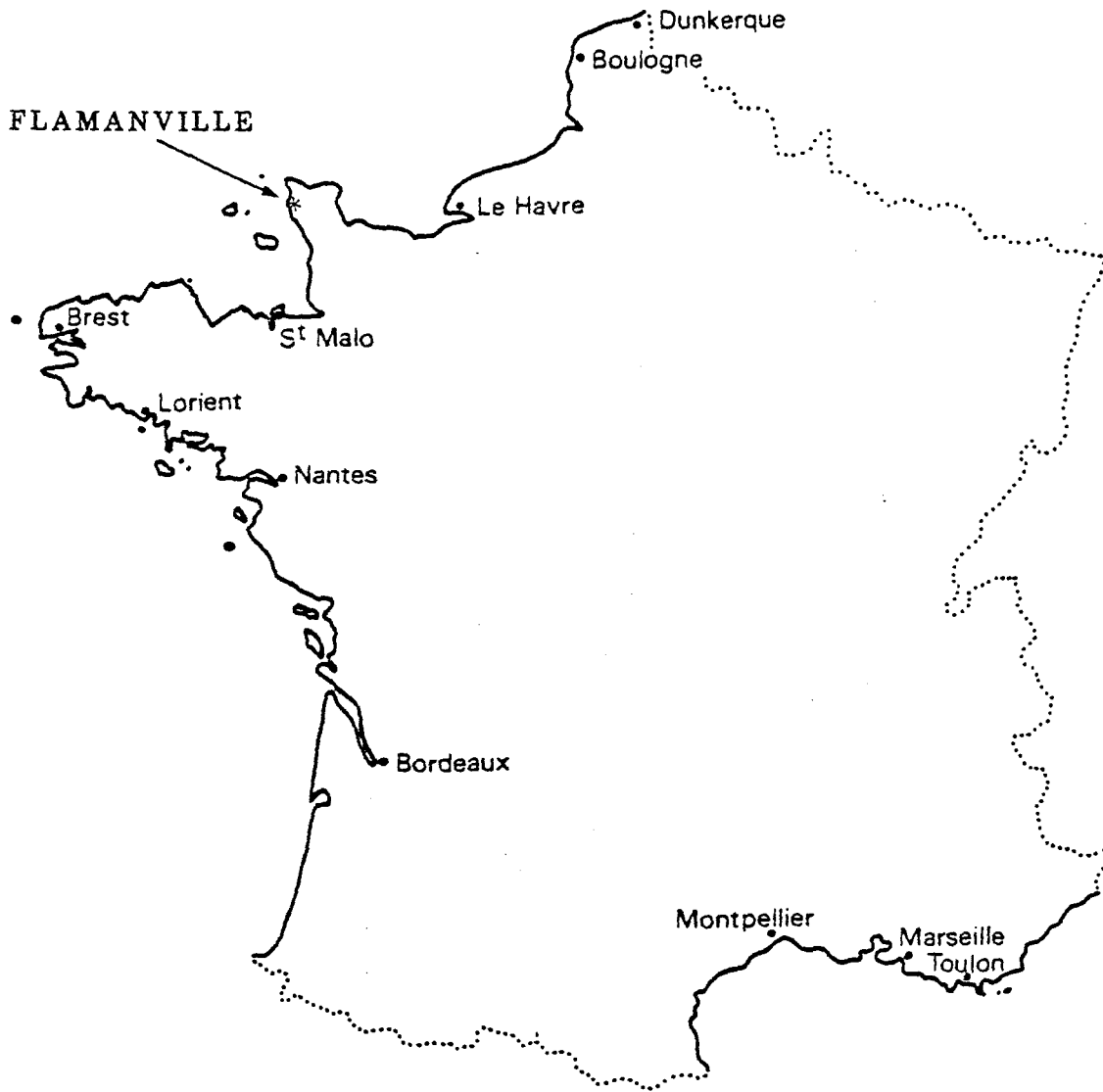
CHAP VI ZOO BENTHOS

VI 1-95

CHAPITRE I



INTRODUCTION



I - INTRODUCTION

Dans le cadre de la construction d'une centrale nucléaire sur le site de FLAMANVILLE, le C.N.E.X.O. a été chargé, par Electricité de France, de la réalisation des études écologiques.

Ces études prévoient trois étapes successives :

- . les études d'*Avant-projet*, à caractère limité, destinées à dégager, dans un premier temps, les grands traits du site. le rapport concernant FLAMANVILLE est paru en avril 1976.
- . les études de *Projet*, étalées sur deux ans, aboutissent par constat à un bilan écologique de référence. Ces travaux ont été réalisés sur le site de FLAMANVILLE, de juillet 1976 à juillet 1978 et le rapport est paru en juin 1979.
- . les études de *Surveillance* s'attachent à suivre les paramètres jugés comme étant les plus significatifs ou les plus sensibles du site.

Ce rapport présente les résultats de la première année de surveillance (1983) et concerne les domaines suivants :

- Hydrologie et phytoplancton
- Microbiologie
- Zooplancton
- Phytobenthos
- Zoobenthos

Les travaux ont été réalisés par le département Environnement Littoral (ELGMM) du CNEXO à Brest, associé, en ce qui concerne la microbiologie, au Laboratoire Départemental et Régional de Biologie et d'Hygiène de Caen.

CHAPITRE II



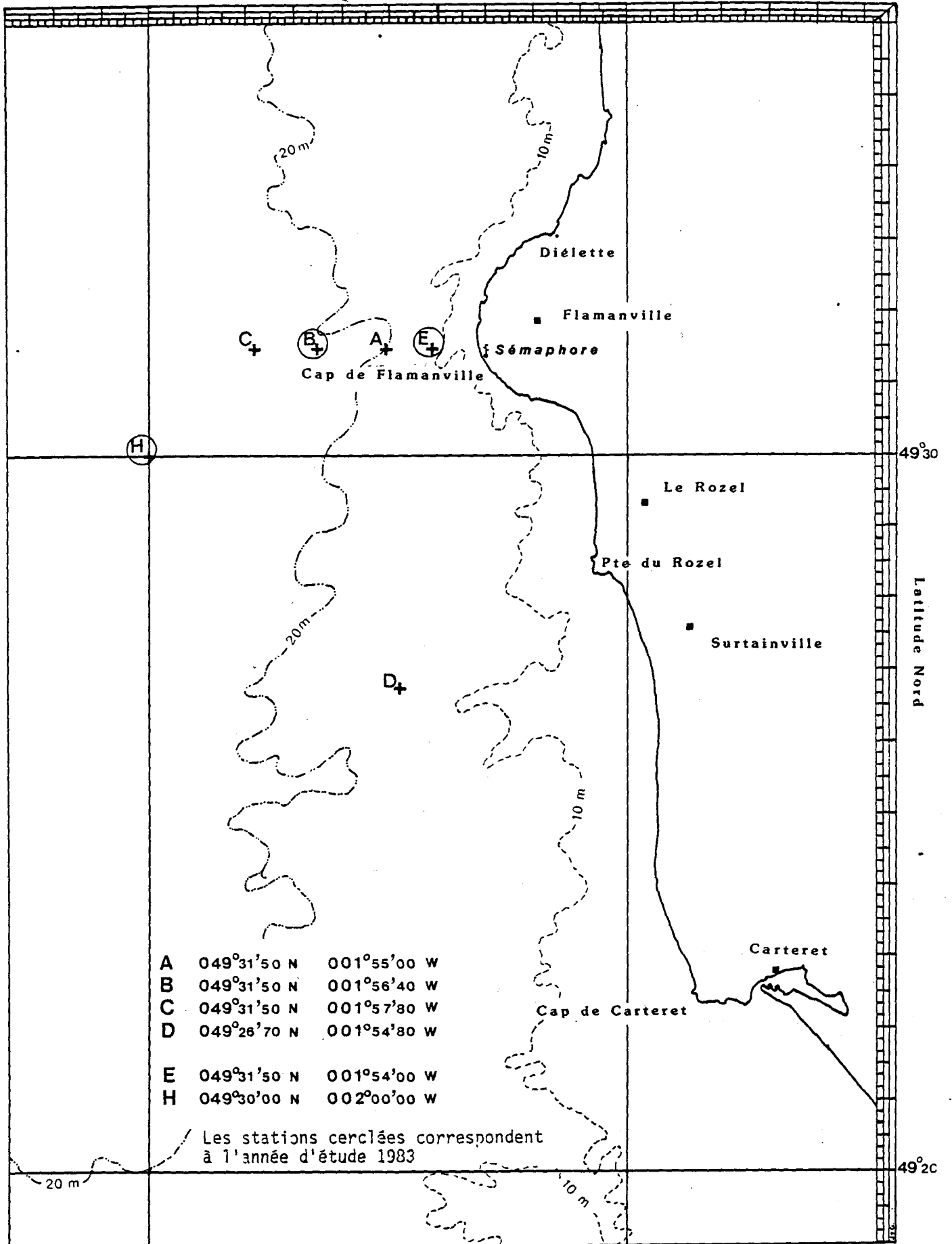
HYDROBIOLOGIE ET PHYTOPLANCTON

par :

Hydrobiologie : P. GENTIE
avec la collaboration de
A. LABBE et M. LUNVEN

Phytoplancton : E. ERARD
avec la collaboration de
M.P. CRASSOUS

CNEXO/D.ELGMM



A	049°31'50 N	001°55'00 W
B	049°31'50 N	001°56'40 W
C	049°31'50 N	001°57'80 W
D	049°26'70 N	001°54'80 W
E	049°31'50 N	001°54'00 W
H	049°30'00 N	002°00'00 W

Les stations cerclées correspondent à l'année d'étude 1983

I. INTRODUCTION

L'étude de l'hydrobiologie et du phytoplancton du site de Flamanville au cours des années 1976 - 1978 a permis de constater :

- l'existence d'une variabilité importante à l'échelle du cycle de marée,
- une absence de stratification et de gradient côte - large,
- la faible importance des variations hydrobiologiques et du phytoplancton entre la radiale au droit du site et la station hors-zone.

En l'absence de modifications des conditions hydrodynamiques du milieu, ces conclusions sont toujours valables et, dans la définition du plan d'échantillonnage, nous en avons tenu compte afin de cerner au mieux les variations saisonnières et d'éliminer les petites sources de variabilité telles que la marée et les échanges limités aux interfaces eau-sédiment et air-eau. Afin de limiter les variabilités tidales, les échantillonnages ont été effectués à la même heure par rapport à la pleine mer (3h30 après la Pleine mer - St-Malo) au moment de la renverse. Deux points de mesure ont été choisis, l'un au large et l'autre à 1 km au droit du sémaphore afin de quantifier une éventuelle disparité côte - large.

Nous avons pu échantillonner à un seul niveau car le site est homogène sur la verticale, niveau que nous avons choisi à mi-profondeur pour éliminer les effets locaux des interfaces. Cette stratégie nous a permis de prélever à chaque station trois replicats, éliminant ainsi le risque d'une grosse erreur de mesure ou d'une contamination d'un échantillon.

II. CALENDRIER

Les campagnes ont eu lieu aux dates et aux niveaux suivants :

Dates	Point hors-zone	Point site
10 mars 1983	Replicats mi-profondeur	Replicats mi-profondeur
13 mai 1983	Replicats surface	Replicats surface
9 juin 1983	Replicats mi-profondeur	Prélèvements surface, milieu, fond
30 juin 1983	Replicats mi-profondeur	Replicats mi-profondeur
24 juillet 1983	Replicats mi-profondeur	Replicats mi-profondeur
30 août 1983	Replicats mi-profondeur	Replicats mi-profondeur
8 novembre 1983	Prélèvements surface, milieu, fond	Prélèvements surface, milieu, fond

Les écarts au plan d'échantillonnage sont des erreurs qui n'ont pas eu d'influence notable sur la qualité des résultats. Les écarts types mesurés ne sont, en effet, pas plus importants que lors des échantillonnages prévus.

III. VARIATIONS SAISONNIERES DES PARAMETRES HYDROBIOLOGIQUES

Les résultats des sept campagnes sont présentés sur le tableau II.1 (se référer au cartouche pour la lecture) et figurés page II.3. Nous n'avons pas représenté la salinité, l'oxygène et les matières en suspension car ces paramètres n'apportent que peu d'informations sur les cycles saisonniers. En effet, la salinité varie assez peu au cours de l'année. De plus, il n'y a pas une différence significative entre les deux points sur toute l'année, les salinités moyennes étant, hors-zone, de 34,79 ‰ (écart-type 0,18). Ces résultats confirment le caractère peu côtier des eaux de Flamanville et l'homogénéité spatiale de la zone en salinité. Les concentrations en oxygène diffèrent aussi très peu de la saturation, mettant en évidence l'homogénéité verticale. D'autre part, les matières en suspension sont très dépendantes des remises en suspension de sédiment par les phénomènes météorologiques. La teneur en matière organique des matières en suspension varie de 0,25 à 0,57 avec le maximum en mai. Ces résultats sont très différents des résultats obtenus sur le site du Cotentin Centre où le maximum, très marqué, avait lieu fin juin.

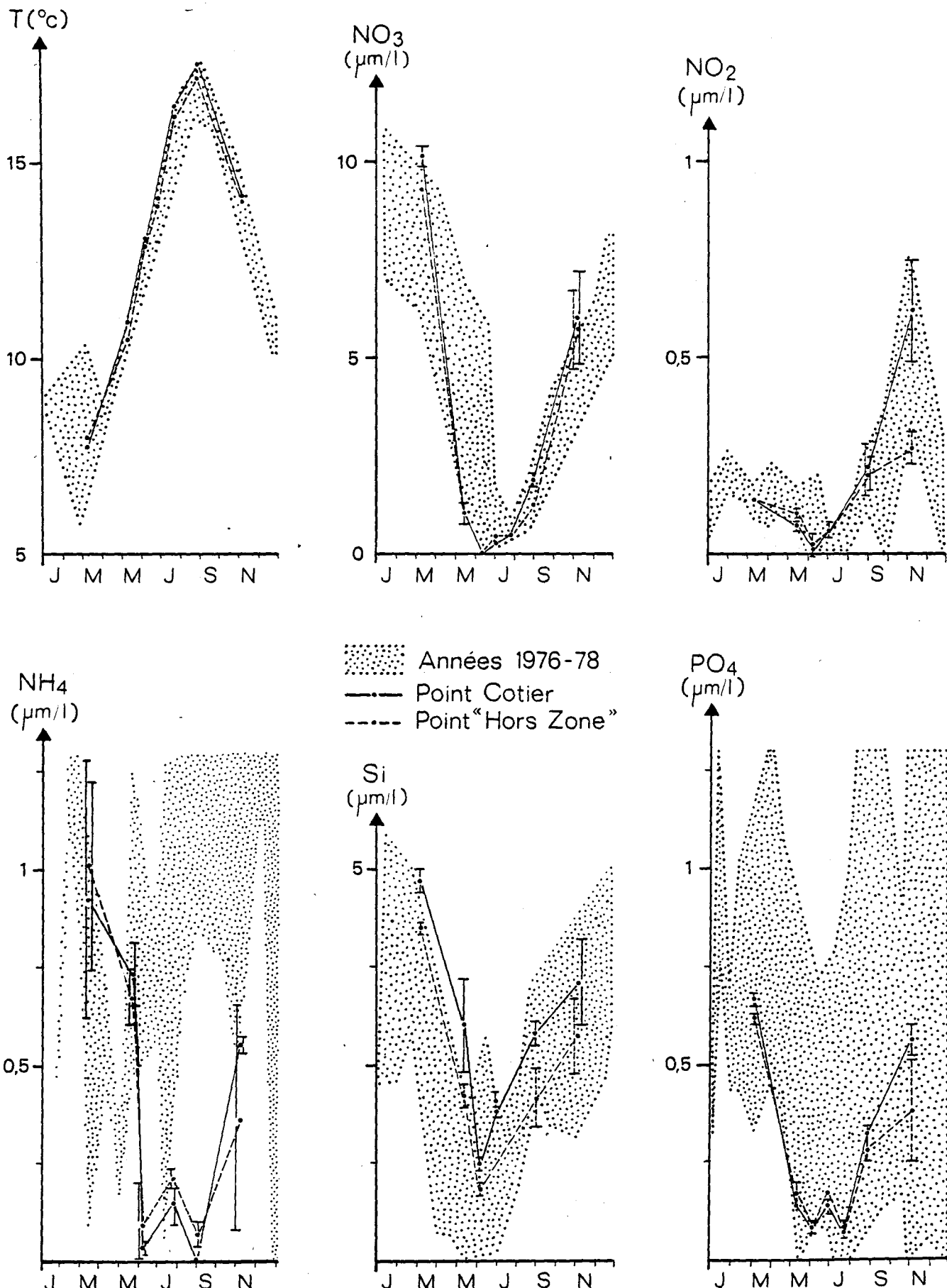
L'explication de cette différence n'est pas immédiate, mais pourrait être en relation avec l'hydrodynamisme du site. Le site de Flamanville étant plus océanique, on observerait dans les particules une importance relative plus grande du phytoplancton. Les mesures des matières en suspension d'avril 76 à juin 1978 sont entachées d'erreur et ne peuvent être comparées aux niveaux observés en 1983. (cf. Etude écologique du site du Cotentin Centre, 1982 - 1983 Contrat E.D.F. / CNEXO-COB.EL)

Les variations des autres paramètres sont représentées par leurs valeurs moyennes en un point. L'intervalle correspond à ± 1 écart-type. La zone ombrée représente le domaine des valeurs moyennes des mesures de 1976 - 1978 ± 1 écart-type. On remarque que les paramètres aux points site et hors-zone se comportent d'une manière sensiblement identique. Il peut y avoir

VARIATIONS SAISONNIERES DES PARAMETRES HYDROLOGIQUES

Figure II.1

Comparaison avec les Années 1976-1978



une différence au niveau de la reminéralisation des sels en novembre. En effet, les concentrations en nitrite et en phosphate sont plus élevées à ce moment au point site qu'au point hors-zone. On retrouve les caractéristiques d'un cycle saisonnier maintes fois décrites : appauvrissement printanier entre le 10 mars et le 13 mai et régénération à partir de fin août. Le nitrite ne dépasse 0,5 $\mu\text{mole/l}$ qu'en novembre (période de régénération active). Le silicate, au contraire des nitrate, phosphate et ammonium, présente un seul minimum. Il semble donc que deux poussées d'algues aient eu lieu mi-mai et pendant juillet-août, la première utilisant les silicates et la deuxième non ; ce fait est à relier aux espèces phytoplanctoniques présentes à ces deux dates.

IV. VARIATIONS SAISONNIERES DU PHYTOPLANCTON

Les variations quantitatives du phytoplancton sont traduites en données (tableau II.2) par la chlorophylle et la quantité de carbone assimilée par unité de temps et par le nombre de cellules phytoplanctoniques. Ont également été pris en compte les organismes nanoplanctoniques (difficiles à dénombrer), les cellules en division et les cellules mortes ; celles-ci permettent de donner une indication sur la productivité et la vitalité des populations.

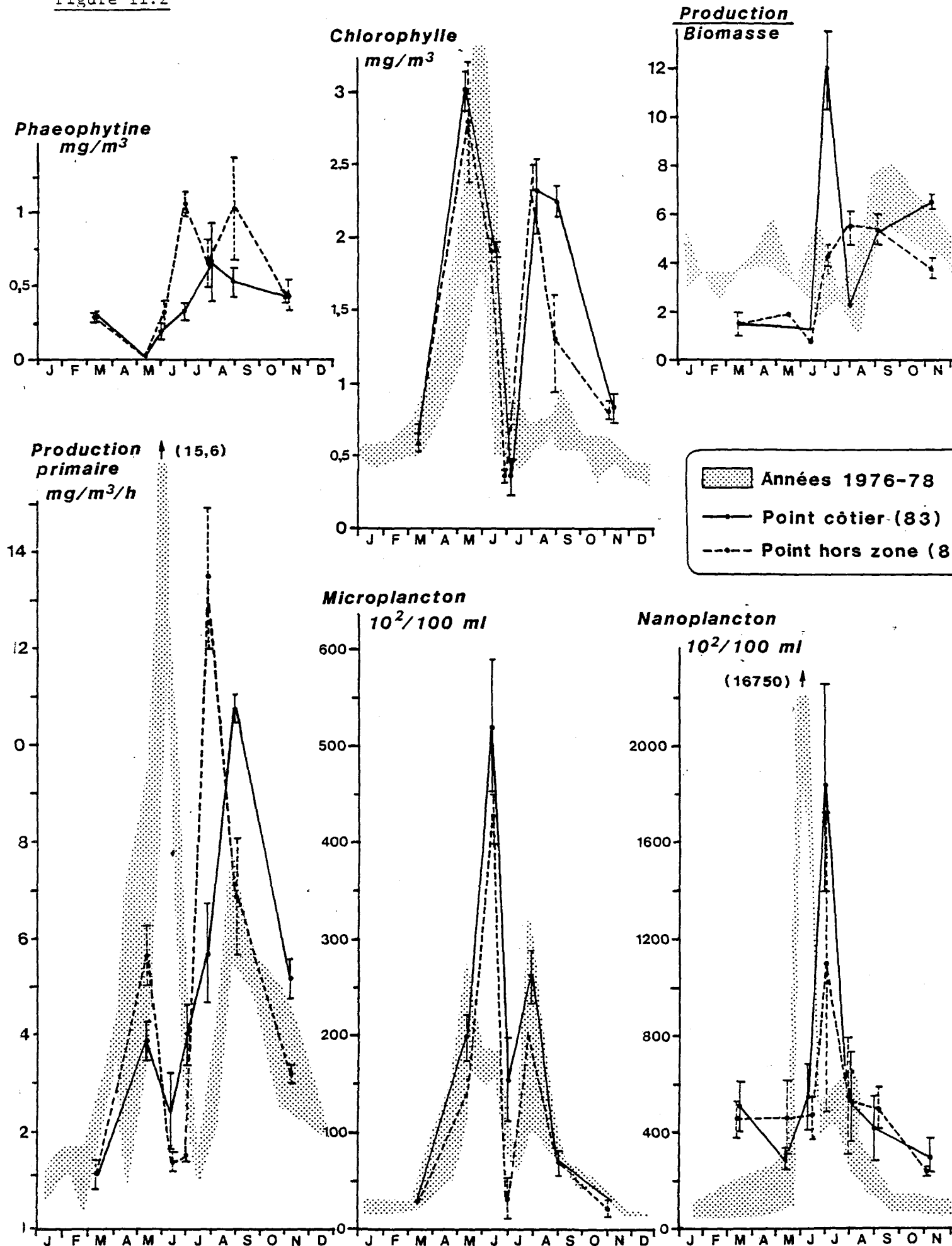
Les variations qualitatives sont obtenues après l'analyse de la composition floristique (liste taxonomique page II.10). Dans le cadre de cette étude nous nous sommes attachés à faire ressortir les espèces ou genres dominants, calculés en pourcentage et les taxons représentatifs d'un écosystème particulier.

Chronologiquement, les variations observées figure II.2 suivent celles d'un cycle saisonnier phytoplanctonique classique avec :

a) Un reliquat d'espèces hivernales le 10 mars qui entraîne de faibles valeurs quantitatives, et qui est représenté par des diatomées pennées comme *Navicula pelagica* (38,8 % au point hors-zone et 17 % au point site), *Nitzschia closterium* (24,5 % - 25,5 %), *Thalassionema nitzschoïdes* (6,2 % - 9,4 %), des diatomées centriques comme *Skeletonema costatum* (6,3 % - 14 %) et *Thalassiosira levanderi* (16 % - 26,8 %). Ces individus, présents presque toute l'année, supplantent, en dominance, les maigres populations hivernales.

FLAMANVILLE 1983
Variations saisonnières des paramètres phytoplanctoniques
Comparaison avec les données 1976-1978

Figure II.2



b) Une apparition d'espèces printanières le 13 mai : *Chaetoceros curvisetum* (2,9 % - 4,8 %), et surtout *Rhizosolenia fragilissima* (44,8 % - 17,1 %) et *Rhizosolenia delicatula* (39,9 % - 71,8 %). Ces dernières espèces caractérisent le bloom printanier et sont responsables de l'augmentation de la biomasse et de la productivité qui entraînent l'appauvrissement du stock de nutriment (entre autre, le silicate). L'hypothèse du bloom printanier est également confirmée par le bon état physiologique des cellules (absence de phaeopigment), par l'augmentation du nombre de cellules en division et par la diminution du nombre de cellules mortes. Quoi qu'il en soit, le bloom printanier est à son apogée, puisque le rapport P/B n'est pas élevé.

c) Un déclin de la population printanière représenté :

- le 9 juin par le maintien de la monospécificité de l'espèce *Rhizosolenia delicatula* (97,5 % - 97,6 %) qui culmine. L'observation du mauvais état physiologique des cellules, appuyée par les faibles valeurs quantitatives et l'augmentation du nombre des ciliés, signifie donc que les prélèvements ont eu lieu après le bloom.

- le 30 juin par le reliquat de la diatomée *Rhizosolenia delicatula* (5 % - 5,5 %) au cytoplasme altéré et par le développement d'une chlorophycée, baptisée chlorophycée sp.6 (72,3 % - 89,8 %), aucun éclaircissement n'ayant pu être donné quant à son identification. Ces cellules petites et productives, ajoutées aux organismes nanoplanctoniques abondants, surtout au point site, expliquent les différences quantitatives observées entre les deux points (elles n'utilisent pas le silicate).

d) Une reprise de l'activité phytoplanctonique en période estivale représentée :

- le 24 juillet par l'apparition de *Chaetoceros curvisetum* (10,8 % - 3,8 %) et par *Rhizosolenia delicatula* (73,2 % - 86,8 %).

La morphologie de cette deuxième poussée de *Rhizosolenia delicatula*, cellules longues et fines, par rapport à la morphologie printanière confirme l'observation précédemment décrite page 109 dans le rapport de projet de Flamanville, 1979. Cette différence morphologique, observée deux fois, correspond certainement aux conditions de nutrition. Au printemps, ces cellules prolifèrent dans un milieu riche et en période estivale les algues se développent

dans un milieu oligotrophe où leur croissance est en rapport direct avec le turn-over des sels nutritifs. Au vu des résultats quantitatifs les deux points se comportent de manière différente, notamment pour les valeurs de production primaire qui sont 2 fois à 2,5 fois plus élevées au point hors-zone. Cette différence n'est pas retrouvée au niveau des autres paramètres biologiques. La seule hypothèse à soumettre, en-dehors de celle d'une erreur d'échantillonnage, improbable puisque les six replicats de production primaire sont identiques, est donc la présence de bactéries autotrophes non détectées au microscope.

- le 30 août par le maintien des valeurs de chlorophylle et de production primaire au point site essentiellement dû à la présence de *Rhizosolenia delicatula* (24,2 %) et de *Chaetoceros spp.* (29 %). Il est à noter, cependant, que la diversité de la population augmente aux deux points et annonce ainsi le début de la période hivernale.

e) Une amorce de la période hivernale : le 8 novembre, représentée par la chute des valeurs biologiques, cependant plus élevées qu'en mars. Les espèces dominantes sont *Chaetoceros sociale* et *perpussilum* (18 % - 19 %), *Skeletonema costatum* (16,9 % - 22,2 %), *Thalassiosira spp.* (en autres *Thalassiosira decipiens*) (21,3 % - 22,8 %).

V. COMPARAISON AVEC LES ANNEES 1976 - 1978

1. Hydrobiologie

La température, le nitrate et le nitrite, ainsi que le silicate, sont en rapport avec les mesures de 1976 - 1978. Les deux paramètres (phosphate et ammonium) sont d'une mesure plus délicate. Les échantillons sont en effet facilement contaminés. Il convient de remarquer le bon accord des mesures aux deux points lors de l'année 1983. La plage de variations des phosphates est très grande au cours du premier cycle d'étude (1976 - 1978). Au vu des résultats 1983, qui sont d'ailleurs similaires à ceux du Cotentin Centre (Etude écologique du site Cotentin Centre, 1er volume, déc. 1983) on peut considérer que la variabilité du phosphate, lors d'une campagne de 1976-1978 est supérieure à la variabilité saisonnière telle qu'elle est mesurée sur Cotentin Centre ou Flamanville 1983. Le même constat peut être effectué pour l'ammonium pour lequel on observe presque un cycle inversé avec des valeurs fortes durant l'été. Les plages de mesures en 1976-1978 sont très grandes : il est donc fort

Tableau II.1 : Résultats d'hydrobiologie 1983 - Site de Flamanville.

Paramètre	10.03		13.05		09.06		30.06		24.07		30.08		08.11	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Température (°C)	7.99 7.73	0.06 0.08	10.54 10.89	0.03 0.04	12.86 13.05	0.03 0.01	13.86 14.11	-	16.13 16.44	0.02 0.02	17.10 17.44	0.02 0.02	14.00 14.02	0.02 0.02
Salinité (‰)	34.98 34.69	0.02 0.40	34.67 34.45	0.09 0.02	34.73 34.63	0.02 0.06	34.72 34.61	0.07 0.04	34.89 35.17	-	34.76 34.86	-	34.79 34.69	-
Oxygène dissous (mg/l)	9.26 9.62	0.07 -	7.35 8.55	0.41 0.09	9.34 9.37	0.06 0.50	9.04 8.96	0.05 0.24	8.61 3.49	0.07 0.03	7.56 7.72	0.07 0.03	7.93 7.95	0.03 0.01
% de saturation	+ 2 0		- 15 - 4		+ 9.7 +10.5		8.5 8.0		8.3 7.6		- 3.3 0.5		- 4.5 4.3	
Nitrates (µmole/l)	9.32 10.13	0.03 0.28	1.06 1.06	0.06 0.24	< L.D. < L.D.		0.39 0.24	- 0.02	0.44 0.46	- 0.02	1.24 1.92	- 0.09	5.71 5.96	1.00 1.20
Nitrites (µmole/l)	0.14 0.14	- -	0.10 0.07	0.01 0.01	0.02 0.01	0.03 0.04	0.06 0.06	0.02 0.01			0.20 0.22	0.05 0.06	0.27 0.62	0.04 0.13
Phosphates (µmole/l)	0.62 0.67	0.01 0.01	0.17 0.14	0.03 0.01	0.08 0.08	0.01 0.01	0.17 0.14	- 0.01	0.08 0.07	0.02 0.01	0.28 0.32	0.03 0.02	0.38 0.56	0.13 0.04
Silicates (µmole)	4.28 4.86	0.05 0.16	2.09 2.94	0.15 0.63	0.91 1.22	0.02 0.02	2.02 1.92	0.09 0.05			2.07 2.90	0.39 0.15	2.83 3.53	0.48 0.57
Ammonium (µmole/l)	1.03 0.92	0.27 0.30	0.67 0.73	0.07 0.08	0.09 0.03	0.11 0.01			0.21 0.15	0.02 0.06	0.07 < L.D.	0.03 -	0.36 0.55	0.29 0.02
Matières en suspension (mg/l)	1.27 2.19	0.47 0.35	1.02 1.20	0.04 0.21	0.86 2.22	0.22 1.26			1.72 2.20	1.22 1.21			2.71 2.30	0.40 0.55
Perte au feu (mg/l)	0.76 1.44	0.14 0.09	0.71 0.74	0.05 0.07	0.56 0.91	0.13 0.31			0.87 1.17	0.43 0.50			1.07 1.40	0.14 0.33

Valeurs moyennes (1)	Ecart-type (2)
Point hors-zone	Point hors-zone
Point site	Point Site

Paramètres	10.03		13.05		09.06		30.06		24.07		30.08		08.11	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Chlorophylle mg/m ³	0.69 0.61	0.03 0.06	2.84 3.03	0.37 0.15	1.96 1.94	0.06 0.04	0.37 0.39	0.05 0.13	2.44 2.34	0.07 0.27	1.32 2.27	0.36 0.05	0.81 0.80	0.05 0.12
Pheopigments mg/m ³	0.30 0.26	0.04 0.05	0 0	- -	0.28 0.22	0.12 0.07	1.06 0.36	0.09 0.06	0.66 0.61	0.21 0.31	1.08 0.55	0.37 0.08	0.45 0.45	0.10 0.03
Production primaire mgC/m ³ /h	1.14 0.99	0.28 0.07	5.57 3.96	0.63 0.44	1.34 2.37	0.22 0.83	1.51 4.07	0.08 0.71	13.41 5.71	1.44 1.04	6.89 11.82	1.22 0.17	3.12 5.24	0.23 0.44
Production primaire Biomasse	1.67 1.64	0.46 0.07	1.98 1.38	0.30 0.14	0.68 1.22	0.11 0.43	4.16 10.89	0.68 2.61	5.49 2.44	0.69 0.36	5.31 5.24	0.58 0.05	3.88 6.45	0.47 0.37
Microplancton pour 100 ml	2367 3535	709 368	13980 20033	208 4723	42667 51800	1985 7070	3367 15633	2205 4445	18133 26566	2928 2502	7133 7267	550 1320	2300 2667	866 472
Nanoplancton pour 100 ml	44733 52850	8503 10660	46566 27800	16198 4258	48533 56100	11412 13493	119433 183867	63429 42550	56700 55900	55248 18479	50967 42800	8984 13554	23100 29767	1752 7089
Ciliés pour 100 ml	57 39	25 7	85 137	62 112	413 347	11 102	52 37	46 13	171 170	13 66	97 60	80 13	67 52	25 55
Cellules en division pour 100 ml	17 22	20 31	619 1021	242 433	1733 2567	404 635	0 33	- 42	814 1140	345 748	47 148	23 90	37 0	47 -
Cellules mortes pour 100 ml	157 155	58 109	62 62	55 70	0 333	- 288	156 88	235 58	59 48	64 45	296 167	123 140	170 120	168 45

Tableau II.2 : Résultats des paramètres phytoplanctoniques 1983 - Site de Flamanville.

probable que la dispersion des mesures du premier cycle provient de contaminations. Il est impossible de juger d'un biais éventuel.

Il faut cependant mentionner que les missions de 1976 - 1978 ont été effectuées à bord de bateaux de pêche non adaptés au travail scientifique et sur lesquels les risques de contamination sont très élevés : contamination qui se retrouve dans les résultats des paramètres les plus sensibles. Ce problème a été réglé par le prélèvement et le prétraitement des échantillons sur le N/O Thalía.

2. Phytoplancton

A première vue, les plages de variations des mesures hivernales et printanières 1976 - 1978 et 1983 sont superposables pour les principaux paramètres biologiques, exception faite pour la production primaire et pour le nanoplancton. En effet, la campagne du 24 mai 1977 se distingue par la présence d'un petit flagellé : *Phaeocystis* sp. très productif.

Cependant, il ne faut pas négliger l'incertitude des variations de la production primaire pour la période 1976-1978. En effet, huit mesures n'ont pu être réalisées, les conditions de travail à bord des chalutiers ne permettant pas une inoculation de produit radioactif sans danger.

Les périodes estivales sont, par contre, plus discordantes. Pour des valeurs approximativement égales au microplancton, la chlorophylle et la production primaire sont plus élevées l'été 1983. Les cellules estivales dominantes, entre autres *Rhizosolenia delicatula*, sont donc dans un meilleur état physiologique.

Conclusion

Cette année d'étude de suivi sur Flamanville nous a permis de reprendre les traits essentiels particuliers au site :

- caractère peu côtier des eaux,
- homogénéité spatiale et verticale,
- cycle saisonnier classique avec la présence d'un même stock d'espèces phytoplanctoniques. Les grandes phases biologiques sont analogues durant les trois cycles d'étude.



FLAMANVILLE : LISTE DES TAXONS PHYTOPLANCTONIQUESBACILLARIOPHYCEAECentrales

Actinoptichus senarius Ehrenberg
Biddulphia altermans (Bail) Van Heurck
Biddulphia aurita (Lyngbye) de Brebisson
Cerataulina pelagica Cleve (Hendey)
Chaetoceros sp. Ehrenberg
Chaetoceros curvisetum Cleve
Chaetoceros didymum Ehrenberg
Chaetoceros ebenii (Grunow) Meunier
Chaetoceros gracile Schütt
Chaetoceros perpusillum Cleve
Chaetoceros sociale Lauder
Chaetoceros sp.1 Cleve
Coscinodiscus sp. Ehrenberg
Dactyliosolen sp. Castracane
Ditylum brightwellii (T. West) Gran ex. Van Heurck
Guinardia flaccida (Castracane) Peragallo
Lauderia borealis Gran
Leptocylindrus danicum Cleve
Leptocylindrus minimum Gran
Paralia sulcata (Ehrenberg) Cleve
Rhizosolenia sp. Brightwell
Rhizosolenia delicatula Cleve
Rhizosolenia fragilissima Bergon
Rhizosolenia faeroensis Ostenfeld
Rhizosolenia pungens Cleve
Rhizosolenia setigera Brightwell
Rhizosolenia shrubsolei Cleve
Rhizosolenia stolterfothii H. Peragallo
Skeletonema costatum Greville
Thalassiosira sp. Cleve
Thalassiosira decipiens (Gran ex. Van Heurck) Jorgensen
Thalassiosira gravida Cleve
Thalassiosira levanderi Goor
Thalassiosira nordenskiöldii Cleve
Thalassiosira rotula Meunier

Pennales

Asterionella japonica Cleve & Muller ex. Gran
Gyrosigma sp. Hassal
Licmophora sp. Agardh
Navicula sp. Bory
Navicula pelagica Cleve
Nitzschia sp. Hassal
Nitzschia closterium (Ehrenberg) Wm. Smith
Nitzschia delicatissima Cleve
Nitzschia seriata Cleve
Nitzschia sp.1
Pleurosigma sp. Wm. Smith
Stauroneis membranacea (Cleve) Hustedt
Thalassionema nitzschioides Hustedt

DYNOPHYCEAE

Ceratium fusus (Ehrenbi) Dujard
Dinoflagellé indéterminé
Dinophysis acuminata Clarapède u. Lachmann
Exuviella sp.
Gymnodinium sp. Stein
Gymnodinium lohmannii Paulsen
Gyrodinium sp. Kof. u. Swezy
Minuscula bipes Lebour
Peridinium sp. Ehrenberg
Prorocentrum micans Ehrenberg
Pronoctiluca sp.1
Torodinium robustum Kof. u. Swezy

SILICOFLAGELLATEAE

Dictyocha speculum (Ehrenberg) Haeckel

CHLOROPHYCEAE

Chlorophycée indéterminée
 Chlorophycée sp.6

EUGLENOPHYCEAE

Euglène indéterminé

CYANOPHYCEAE

Cyanophycée indéterminé

CILIES

Tintinnidés, etc.

NANOPLANCTON

Cryptophycés, Gymnodinés, etc.

CELLULES INDETERMINEES

Cellules indéterminées, Cellules centriques, Cellules pennées

CHAPITRE III

MICROBIOLOGIE

Par : Olivier ARNAL
Département Environnement Littoral
du CNEXO, Brest

et : M. OBATON
du Laboratoire Départemental et Régional
de Biologie et d'Hygiène de Caen

I. PRELEVEMENTS EN MER ET ANALYSES

- Les prélèvements ont été effectués à bord du chaland mis à disposition par la Centrale EDF. Quatre prélèvements successifs (replicats) ont été faits en subsurface, au point "côtier", à 500 m. au large du rejet de la Centrale et à l'étale de courant de Pleine Mer.

Cinq campagnes ont été effectuées aux dates suivantes :

1er juin 1983
 4 juillet 1983
 8 septembre 1983
 25 octobre 1983
 23 février 1984

Les mauvaises conditions météorologiques ont empêché la sortie (décembre 1983), qui a été faite en février, par mauvais temps (bouteille cassée).

- Les analyses ont porté sur les paramètres suivants :

- . nombre total de germes bactéries (Epifluorescence)
- . nombre total de germes viables sur milieu Zobell,
- . présence de germes viables Vibrions halophiles
- . nombre total de Coliformes et Streptocoques fécaux (pour les campagnes du 8 septembre et du 25 octobre).

II. NOMBRE TOTAL DE GERMES (COLORATION A L'ACRIDINE)

Les résultats présentés (Tableau III.1) ont été obtenus en utilisant des membranes Millipore. Cependant, en cours d'année, nous avons essayé les membranes Nucléopore, pour harmoniser la méthode avec celle pratiquée à l'Institut Pasteur de Lille.

III.2

Le nombre de germes observés sur Nuclépore est près de 20 fois supérieur à celui obtenu avec le Millipore ; ce résultat a été obtenu à partir des doubles des échantillons du 25 octobre.

Le nombre total de germes / ml observés, sous réserve de ces remarques, peut être résumé de la façon suivante :

1er juin	:	Minimum	127.000	Médiane	149.000	Maximum	200.000
4 juillet	:		41.000		70.000		89.000
8 septembre	:		49.000		52.500		55.500
25 octobre	:		28.500		35.500		40.500
23 février 84	:		116.000		117.500		144.000

On peut constater un écart extrême de 33,9 % au-dessus de la médiane de juin, et de 37,2 % en dessous de la médiane de juillet, les autres résultats étant sensiblement plus groupés.

Le pourcentage de germes colorés en vert est très différent d'une série à l'autre, relativement groupé à l'intérieur de chaque série, sans que l'on puisse se prononcer sur les significations écologiques de ces variations.

Les résultats obtenus par l'Institut Pasteur de Lille avec les membranes Nuclépore (analyses du 25 octobre), pour le nombre total de germes, sont les suivants :

650.000	
590.000	
	Médiane 620.000
400.000	
670.000	

L'écart extrême est de 35,5 %, du même ordre que dans nos analyses, mais les valeurs sont nettement supérieures.

III. GERMES AEROBIES EN MILIEU DE ZOBELL A L'EAU DE MER (dans 1 ml)

Le nombre de germes viables est peu élevé et présente une variabilité inférieure ou égale à un facteur 2, ce qui correspond aux résultats généralement observés.

1er juin	:	Minimum 132	Médiane 175	Maximum 224
4 juillet	:	306	336	378
8 septembre	:	76	90	148
25 octobre	:	544	1120	1210
23 février	:	92	138	180

Le nombre de germes viables sur gélose introduite en milieu salé n'excède pas 3 % du nombre total de germes bactéries colorés à l'acridine, ce qui est très faible. D'autre part, on ne peut établir de corrélation entre ces deux paramètres.

IV. RECHERCHE DE GERMES D'ORIGINE FECALE DES ORGANISMES A SANG CHAUD (dans 100 ml)

Cette recherche a été entièrement négative.

Bien que le nombre faible de contrôles ne permette pas d'en tirer des enseignements définitifs, cela n'a rien pour nous surprendre. Les prélèvements sont effectués loin des causes de pollution d'origine tellurique, dans une zone de courants venant du large. La côte Ouest du Cotentin, sauf en été aux abords immédiats de quelques grosses agglomérations, est habituellement très peu polluée.

V. RECHERCHE ET DENOMBREMENT DES VIBRIONS HALOPHILES

Il n'en a jamais été trouvé dans un isolement direct sur gelose AKIYAMA à 370 avec un peu de sédiment recueilli sur membrane de filtration d'un litre. (Porosité 0,45 micron)

Moyenne milieu salé	...	104 germes par ml
milieu non salé	...	67 germes par ml

L'examen microscopique et les cultures avaient permis de conclure à une forte proportion de bacillus halophiles plus ou moins stricts dont l'identification ne nous avait pas semblé utile.

. Dénombrement des germes en épifluorescence :

Le nombre total des germes que nous avons observés les premières années (addition des 2 types de fluorescence) est de quelques dizaines à quelques centaines de milliers par ml. En 1983, nous en avons trouvé de 28 000 à 200 000, ce qui correspond au même ordre de grandeur. (cf rapport précédent).

La proportion entre les germes "rouges" et les "verts", apparue comme tributaire de la lampe à U.V. utilisée, de l'acuité visuelle de l'observateur, de l'humidité de la membrane et du délai d'examen microscopique, voire de l'huile à immersion utilisée, ne permet pas actuellement de tirer des enseignements sérieux concernant l'activité métabolique de ces germes. Ce n'est cependant pas exclu pour l'avenir, moyennant établissement d'un mode opératoire rigoureux en relation avec le laboratoire d'hydrobiologie de l'institut Pasteur de Lille.

. Recherche des Vibrions halophiles :

Dans l'ensemble, la nouvelle méthodologie mise en place fait apparaître une assez bonne reproductibilité des résultats entre replicats, et confirme la faible charge bactérienne observée en mer devant FLAMANVILLE.

De 1976 à 1978, nous avons déjà trouvé sporadiquement des vibrions halophiles, qui ne s'étaient jamais révélés appartenir à l'espèce *Vibrio parahaemolyticus*.

La démarche entreprise pour l'harmonisation des protocoles analytiques devra être poursuivie.

Référence		1er Juin 1983 14h15 - 14h30				4 Juillet 1983 11 h - 11h15				8 Septembre 1983				25 Octobre 1983 11h30				23 Février 1984			
		A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D
Dénombrement dans 1 ml des :																					
Germes colorés à l'acridine, observés en épifluorescence	Colorés en vert	149175	189000	122850	131625	6412	0 *	12037	6637	32400	28687	28800	23175	14445	8707	16920	5625	93000	64000	72000	56000
	Colorés en rouge	6300	11025	3937	11587	82462	40950	59625	61650	16875	21262	27360	32175	19372	28710	23535	22680	51000	52000	44000	63000
	Nombre total	155475	200025	126787	143212	88874	40950	71662	68287	49275	49949	55160	55350	33817	37417	40455	28305	144000	116000	116000	119000
	% verts	95,9	94,5	96,9	91,9	7,2	0	16,8	9,7	65,75	57,45	52,2	41,85	42,7	23,3	41,8	19,9	64,5	55,1	62	47
Germes aérobies en milieu de Zobell à l'eau de mer		194	224	132	156	332	341	306	378	76	104	148	76	544	1210	1030	1270	180	138	92	/
Dénombrement dans 100 ml des :																					
Coliformes totaux										0	0	0	0	0	0	0	0				
Coliformes fécaux		non demandé				non demandé				0	0	0	0	0	0	0	0	non demandé			
Streptocoques fécaux										0	0	0	0	0	0	0	0				
Vibrions halophiles	Isolément direct à partir filtration	← absence →																absence →			
	Enrichissement 1 litre	← absence →				V.alginolyticus	V.alginolyticus	abs.	V.alginolyticus	V.alginolyticus	V.alginolyticus	V.alginolyticus	V.alginolyticus	V.alginolyticus	V.parahaemolyticus	V.parahaemolyticus	Vibrio non identifié	absence	absence	absence	absence

* différence non significative avec le témoin.

TABLEAU III.1 : ANALYSES BACTERIOLOGIQUES DE L'EAU DE MER SUR LE SITE DE FLAMANVILLE

CHAPITRE IV

ZOOPLANCTON

par:

J-Y. QUINTIN

avec la collaboration de

A. DERRIEN

(CNEOX/D.ELGMM)



I. INTRODUCTION ET METHODOLOGIE

Lors de cette première année de surveillance écologique du site de Flamanville, les points étudiés en zooplancton sont les suivants:

- B et H (10 mars 1983 - 9 juin 1983)
- E et H (30 juin 1983 - 8 novembre 1983).

La carte II.A (p. II.0) présente la position de ces points et leurs coordonnées géographiques.

1. Campagnes à la mer

a) Prélèvements des échantillons

Les prélèvements verticaux sont effectués au moyen d'un triple cercle équipé de filets de type WP2 à vide de maille de 200 μ (UNESCO, 1968). L'utilisation d'un débit-mètre de fabrication TSURUMI permet le calcul du volume d'eau filtrée.

b) Conservation des échantillons

Les échantillons formolés à 5% servent à la détermination, au comptage et à la biométrie d'espèces zooplanctoniques. La mesure de la biomasse et la composition chimique du zooplancton sont effectuées à partir d'échantillons congelés.

c) Etat d'avancement des travaux

Le tableau ci-dessous indique les dates des missions, les points étudiés dans l'ordre où les stations ont été réalisées, le nombre de prélèvements et le mode de conservation.

Dates	Points	Nombre de prélèvements/ conservation	
		formolés	congelés
10.03.83	B	3	2 + (1)
	H	3	2 + (1)
13.05.83	B	1	2
	H	1	2
09.06.83	B	1	2
	H	3	1
30.06.83	H	3	3
	E	3	3
24.07.83	E	3	3
	H	0	0
30.08.83	H	3	3
	E	3	3
08.11.83	H	3	3
	E	3	3

(1) : un échantillon utilisé pour la mesure enzymatique.

Choix de l'heure de prélèvements

Les courants sont très importants dans la région étudiée ; pour éliminer leur influence néfaste et permettre la comparaison des échantillons, il est nécessaire de les prélever dans des conditions identiques. C'est pourquoi les prélèvements au point B/E ont toujours été réalisés en fin de flot, le plus près possible de l'étale (*) de courant, conditions choisies comme étant supposées les plus stables.

2. Traitement au laboratoire des échantillons formolés

a) Détermination et comptage des principales espèces du cycle annuel

La méthode utilisée a été décrite dans le chapitre V.A.III 1 et 2 du rapport de 2ème année de projet; les difficultés relatives au comptage et à la détermination y sont précisées.

(*) En fait, il n'existe pas de véritable étale de courant sur le point Site, mais le moment où celui-ci est le moins fort se situe à pleine mer de Dielette +3h30.

La liste suivante indique les espèces sélectionnées pour l'étude de surveillance; les critères de sélection de ces espèces sont exposés dans le rapport de projet de 2ème année (p. 218).

<u>CNIDAIRES</u>	<u>CRUSTACES</u>	<u>Autres larves de Crustacés</u>
<i>Phialidium hemisphaericum</i> <i>Hydrocodon prolifer</i> Autres Cnidaires	<u>Copépodes</u> <i>Calanus helgolandicus</i> <i>Paracalanus parvus</i> <i>Pseudocalanus minutus</i> <i>Temora longicornis</i> <i>Metridia lucens</i> <i>Centropages typicus</i> <i>Centropages nanatus</i> <i>Isias clavipes</i> <i>Anomaloocera pattersoni</i> <i>Labidocera wollastoni</i> <i>Parapantalla brevicornis</i> <i>Acartia clausi</i> <i>Acartia discandata</i> <i>Oithona helgolandica</i> <i>Euterpina acutifrons</i> <i>Oncosa sp.</i> Autres copépodes	Larves de Thalassinidés Larves de Paguridés Larves de Galathéidés Larves de Porcellanidés Zoe de Brachyours Mégalopes de Brachyours Larves de Caridés
<u>CTENAIRES</u> <i>Pleurobrachia pileus</i> <i>Beroe cucumis</i>		<u>AUTRES LARVES</u> Larves de Bryozoaires Larves de Gastéropodes Larves de Bivalves
<u>CHAETOGNATHES</u> <i>Sagitta setosa</i> <i>Sagitta elegans</i> Juveniles de <i>Sagitta</i>		<u>APPENDICULAIRES</u> <i>Oikopleura dioica</i>
<u>ANNELIDES</u> <i>Nephtys sp.</i> <i>Spio sp.</i> <i>Lanice conchilega</i> <i>Polydora ciliata</i> Autres Annelides	<u>Larves de Cirripèdes</u> Larves nauplii de Cirripèdes Larves cypris de Cirripèdes	<u>TELEOSTEENS</u> Oeufs de Poissons Larves et alevins de Poissons
		<u>RESTE ZOOPLANCTON</u>

Cette liste diffère quelque peu de la liste type proposée lors du rapport de projet de 2ème année; en particulier, les larves de cirripèdes ont été ajoutées, compte-tenu de leur importance quantitative sur le site de Flamanville et des problèmes qu'elles sont susceptibles de poser à EDF après leur fixation sur un support au niveau des circuits de refroidissement par exemple. A cette liste quantitative d'espèces comptées s'ajoute une liste de taxons dont nous avons noté seulement la présence ou l'absence (annexe IV.1).

b) Etudes biométriques

Dans le chapitre E.3.3.1.III du premier rapport de projet, l'auteur fait remarquer qu'une maille temporelle de 15 jours est très intéressante et doit être retenue pour suivre les périodes de reproduction des espèces principales. Cette année, la maille temporelle (> 1 mois) est trop large pour préciser les périodes de reproduction des espèces, mais convient tout-à-fait pour connaître la gamme de tailles dans laquelle se situent les groupes étudiés; cela devrait permettre d'appréhender les relations proies - prédateurs. Les résultats seront exposés lors du prochain rapport.

3. Traitement au laboratoire des échantillons congelés

Pour le dosage à l'autoanalyseur CHN, l'étalon utilisé est la cystine et une électrobalance METTLER M 30 (précision 1 µg) a remplacé l'électrobalance CAHN. Les pesées qui permettent le calcul du pourcentage de matière organique sont effectuées au moyen d'une balance SARTORIUS 2004 MP (précision 0,01 mg).

Les mesures du poids sec (biomasse), de la composition chimique élémentaire (carbone et azote organiques) et de la matière organique sont réalisées sur chaque échantillon. Le poids sec (PS) est obtenu après passage de l'échantillon à l'étuve (60°C) pendant 48 heures. Une partie de cet échantillon est homogénéisée par broyage et sert au dosage du carbone et de l'azote organique au moyen de l'autoanalyseur CHN. Une autre partie, après brûlage de la matière organique (MO), lors d'un passage au four (environ 600°C, par paliers successifs), pendant 24 heures, donne le poids de cendre (PC). On en déduit le poids de matière organique (poids de MO = PS - PC).

II. RESULTATS

1. Evolution de la succession des espèces

a) Pourcentage de dominance - points confondus

a.1) Trois groupes dominants (fig. IV.1.a)

Trois groupes forment 85 à 95 % du zooplancton collecté sur le site de Flamanville en 1983. Ce sont les cirripèdes, au stade *nauplius*, dont la dominance maximale en mars (91 %) décroît jusqu'en juin au profit de celle des appendiculaires, représentées par *Oikopleura dioica* qui atteint son maximum en mai (26 %), et des copépodes, qui dominent de mai (40 %) à novembre (91 %).

Tableau IV.1.a:
Pourcentage de dominance
moyen par mission.

	Année 1983			
	10 mars	13 mai	30 juin	3 nov.
<u>Méropplancton</u>				
Cirripèdes (stade <i>nauplius</i>)	91 %	19 %	< 1 %	< 1 %
<u>Holoplancton</u>				
Appendiculaires (<i>Oikopleura dioica</i>)	< 1 %	26 %	8 %	4 %
Copépodes	5 %	40 %	80 %	91 %

Ce tableau montre l'importance du groupe des copépodes puisqu'à lui seul il représente 80 à 90 % du zooplancton durant toute la seconde moitié de l'année.

b) Le groupe des copépodes (fig. IV.1.b)

Parmi toutes les espèces étudiées, seules sept d'entre elles présentent un intérêt quantitatif notable ; elles se succèdent au cours du temps. Cette succession s'observe par son maximum de dominance exposé dans le tableau suivant par ordre décroissant (tableau IV.1.b).

ANNEE 1983	Les plus importantes espèces et leurs pourcentages moyens par mission	% de dominance des copépodes dans le zooplancton
mars	<i>P. minutus</i> (4,2) - <i>A. clausi</i> (0,5) - <i>P. parvus</i> (0,23) - <i>E. acutifrons</i> (0,22) - <i>T. longicornis</i> (0,02) - <i>C. hamatus</i> (0,01) -	5,5
mai	<i>A. clausi</i> (25,1) - <i>C. hamatus</i> (6,2) - <i>P. minutus</i> (5,2) - <i>T. longicornis</i> (2) - <i>P. parvus</i> (0,25)	39,9
juin (début)	<i>C. hamatus</i> (38,3) - <i>A. clausi</i> (31) - <i>T. longicornis</i> (4,8) - <i>P. minutus</i> (1,7) <i>P. parvus</i> (0,11) - <i>E. acutifrons</i> (0,04)	77,5
juin (fin)	<i>A. clausi</i> (33,5) - <i>P. minutus</i> (20,2) - <i>C. hamatus</i> (12,5) - <i>T. longicornis</i> (8,1) <i>P. parvus</i> (2,6)	80,1
juillet	<i>A. clausi</i> (47,4) - <i>P. minutus</i> (17,7) - <i>C. hamatus</i> (5,9) - <i>T. longicornis</i> (3,3) <i>P. parvus</i> (1,7) - <i>E. acutifrons</i> (0,07)	78,2
août	<i>A. clausi</i> (54,8) - <i>P. minutus</i> (13,8) - <i>T. longicornis</i> (4,3) - <i>P. parvus</i> (3,6) - <i>C. hamatus</i> (2,7) - <i>E. acutifrons</i> (2,2) -	83,6
novembre	<i>P. parvus</i> (26,8) - <i>P. minutus</i> (24,6) - <i>A. clausi</i> (13,1) - <i>E. acutifrons</i> (10,4) - <i>O. sp.</i> (7,7) - <i>C. hamatus</i> (3,7) - <i>T. longicornis</i> (1,2)	90,6

Légende : *P. minutus* = *Pseudocalanus minutus* *A. clausi* = *Acartia clausi*
C. hamatus = *Centropages hamatus* *T. longicornis* = *Temora longicornis*
E. acutifrons = *Euterpina acutifrons* *P. parvus* = *Paracalanus parvus*
O. sp. = *Oncaea sp.*

Tableau IV.1.b : Les copépodes.

Les trois espèces les plus remarquables tout au long de l'année sont *Acartia clausi*, *Pseudocalanus minutus* et *Centropages hamatus*. *Temora longicornis*, qui est très abondant à Gravelines, prend une place secondaire à Flamanville. *Paracalanus parvus*, *Euterpina acutifrons* et *Oncaea sp.* ne prennent de l'importance qu'en automne.

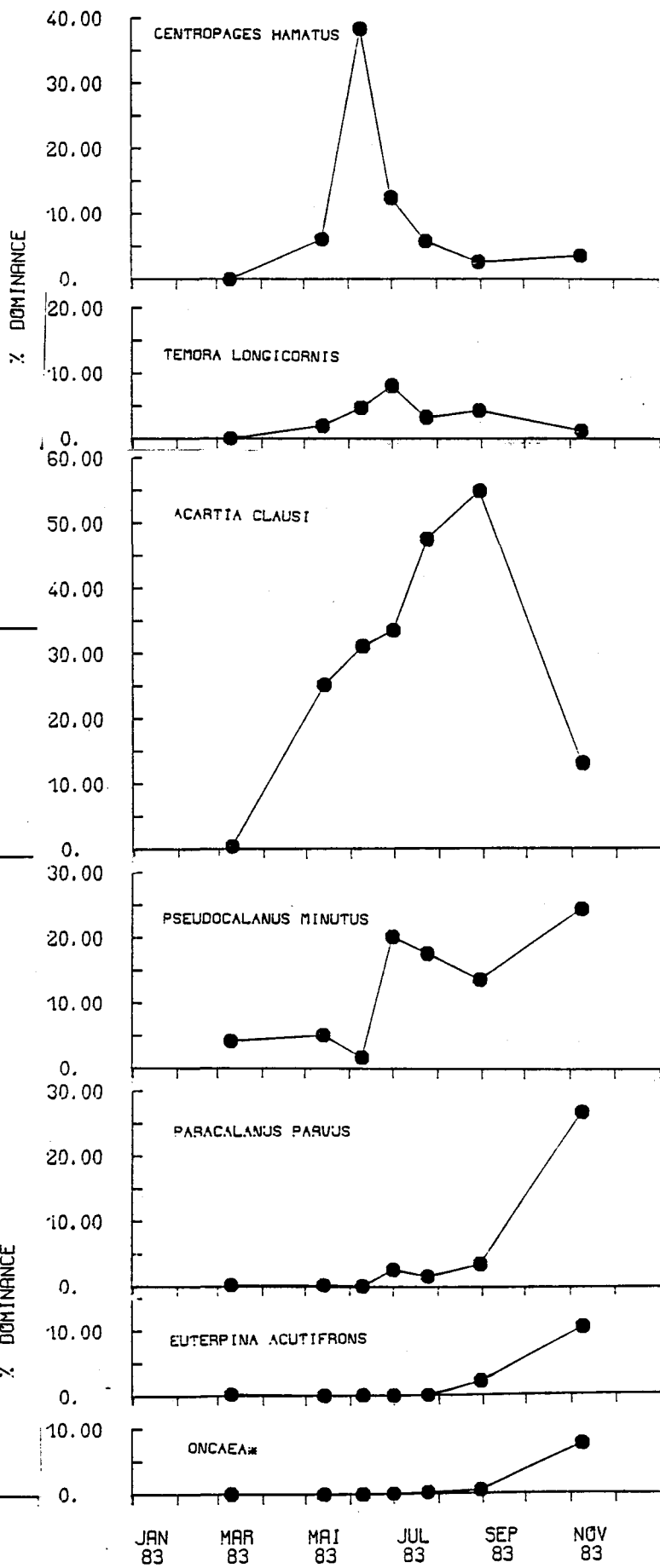
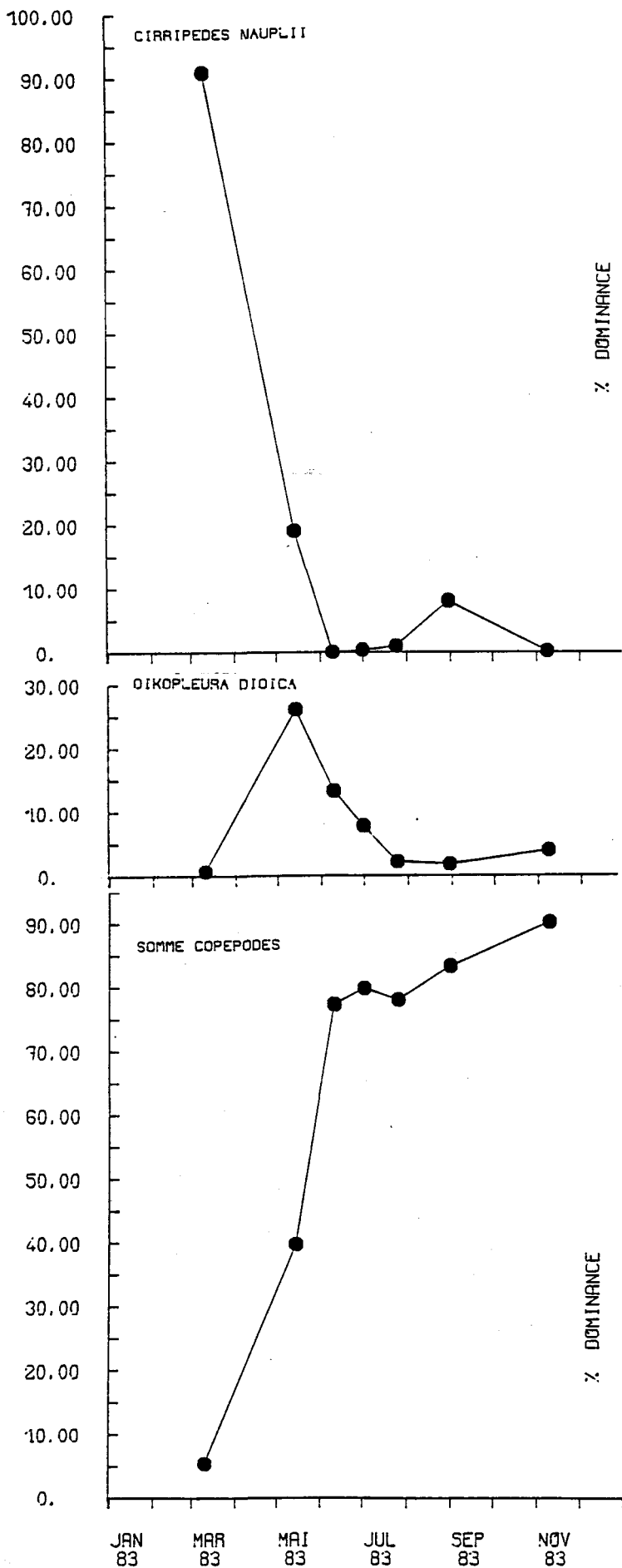
POURCENTAGE de DOMINANCE

FLAMANVILLE

Points confondus

(a) Trois groupes dominants

(b) Les Copepodes



b) Pourcentage de dominance - points séparés

Quelques espèces sont responsables de la diversité du zooplancton (fig.IV.2.a). L'étude de la diversité du zooplancton par l'intermédiaire du calcul des dominances a montré, dans le rapport de projet de 2ème année, que 75 % de l'effectif est atteint rapidement avec trois à cinq espèces. En 1983, c'est encore le cas puisque ce pourcentage de dominance cumulé est atteint avec un nombre d'espèces inférieur ou égal à six (tableau IV.2).

Mois \ Station	B (site)	H (hors-zone)
mars	<i>Nauplii</i> de cirripèdes	<i>Nauplii</i> de cirripèdes
mai	<i>Oikopleura dioica</i> <i>Acartia clausi</i> <i>Centropages hamatus</i>	<i>Nauplii</i> de cirripèdes <i>Oikopleura dioica</i> <i>Acartia clausi</i> Cnidaires n.d.
juin (début)	<i>Centropages hamatus</i> <i>Acartia clausi</i> <i>Temora longicornis</i>	<i>Centropages hamatus</i> <i>Acartia clausi</i> <i>Oikopleura dioica</i>
Mois \ Station	E (site)	H (hors-zone)
juin (fin)	<i>Temora longicornis</i> <i>Centropages hamatus</i> <i>Acartia clausi</i> Larves de porcellanes <i>Oikopleura dioica</i> <i>Pseudocalanus minutus</i>	<i>Acartia clausi</i> <i>Pseudocalanus minutus</i> <i>Centropages hamatus</i> <i>Oikopleura dioica</i>
juillet	<i>Acartia clausi</i> <i>Pseudocalanus minutus</i> <i>Centropages hamatus</i> Zoe de Brachyours	
août	<i>Acartia clausi</i> <i>Nauplii</i> de cirripèdes <i>Pseudocalanus minutus</i> <i>Temora longicornis</i>	<i>Acartia clausi</i> <i>Pseudocalanus minutus</i> <i>Nauplii</i> de cirripèdes
novembre	<i>Pseudocalanus minutus</i> <i>Paracalanus parvus</i> <i>Euterpina acutifrons</i> <i>Acartia clausi</i> <i>Oikopleura dioica</i>	<i>Paracalanus parvus</i> <i>Pseudocalanus minutus</i> <i>Acartia clausi</i> <i>Oncaea</i> sp.

Tableau IV.2 : Espèces permettant d'atteindre 75 % de l'effectif total (pourcentage cumulé) par station et par mois.

Trois groupes principaux sont dominants : les *nauplii* de cirripèdes, les appendiculaires représentés par *Oikopleura dioica*, les copépodes. La diversité à la côte semble supérieure à celle du large, ce qui serait dû à la présence d'espèces méroplanctoniques en période estivale essentiellement (fig. IV.2.b). Pour les copépodes qui constituent la majorité du zooplancton durant la seconde moitié de l'année, la dominance est plus faible à la côte.

Fig. IV-2

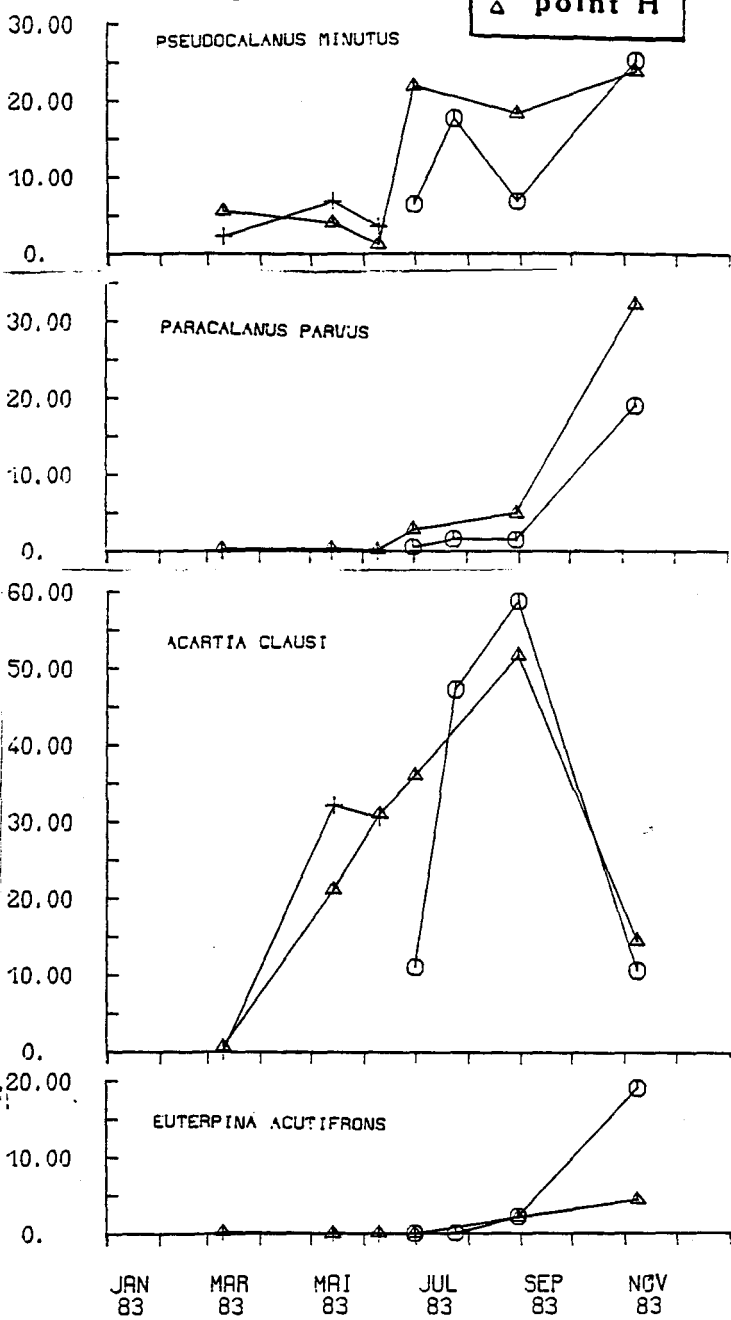
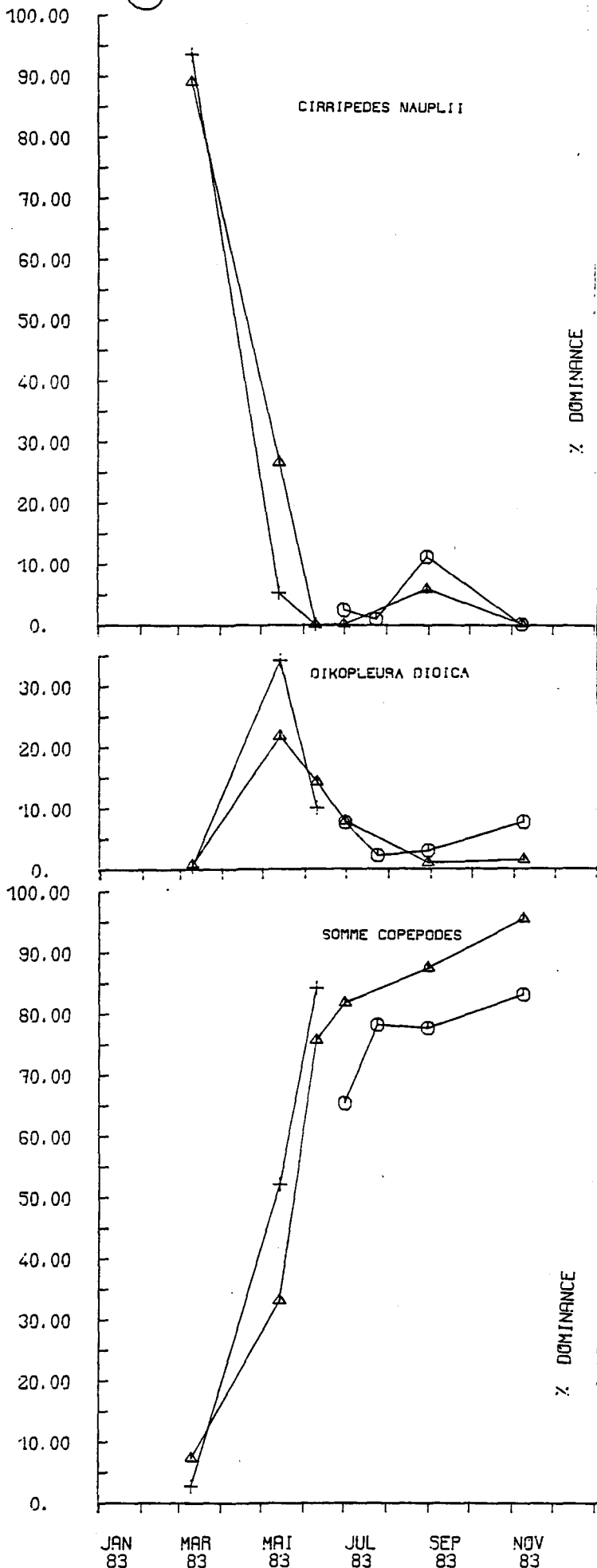
POURCENTAGE de DOMINANCE

Points separes

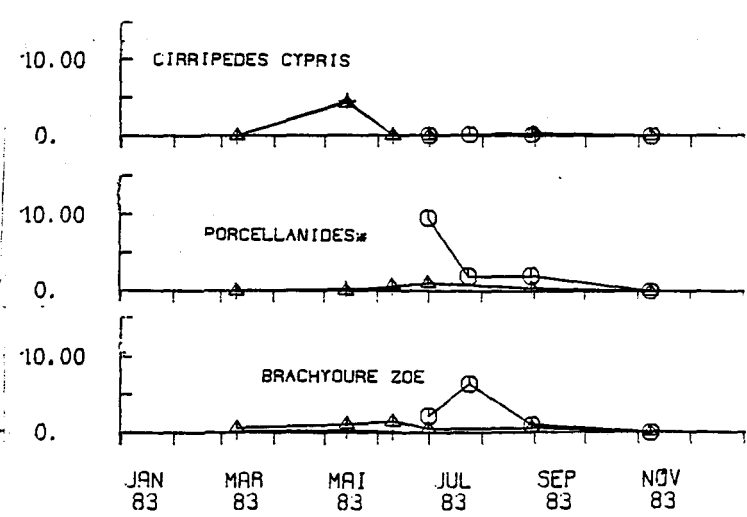
FLAMANVILLE

+ point B
 O point E
 Δ point H

(a) **Especies responsables de la diversite du zooplancton**



(b) **Quelques groupes meroplanktoniques**



2. Les variations saisonnières des espèces zooplanctoniques

a) Rappels des résultats de projets

Les études de projet de juillet 1976 à juin 1978 ont montré une bonne reproductibilité des cycles de variations saisonnières et se résumant ainsi :

On note une phase d'abondance du méroplancton de février à octobre : la plus grande émission de larves correspondant aux *Nauplii* de cirripèdes qui comptent, au début du printemps, environ 3000 individus/10 m³. En été, le maximum de larves de *Pisidia longicornis* (250 à 1000 individus/10 m³) est suivi de celui des larves d' *Upogebia deltaura* (150 individus/10 m³ environ), avec des effectifs plus forts en 1976. Trois annélides seulement présentent un intérêt sur ce site : *Lanice conchilega*, abondante toute l'année, *Nephtys sp.* et *Spio sp.* plus abondantes à Flamanville qu'en Manche orientale. Enfin, l'hydroméduse *Hybocodon prolifer*, du fait de ses relations avec la température, est à observer au mois de mai.

Dans l'holoplancton, les copépodes tiennent une place privilégiée avec, environ, 15000 à 20000 individus/10 m³ en septembre. Certaines espèces sont particulièrement intéressantes du fait de leur lien étroit avec l'hydrologie et l'hydrodynamisme : *Pseudocalanus minutus*, adaptée aux températures froides, présente une grande sensibilité aux écarts de température et disparaît aux températures élevées (à 20°C *in vitro* d'après ANKARU, 1964), alors que *Euterpina acutifrons* est thermophile (jusqu'à 30°C).

Les abondances d'*Isias clavipes* et *Acartia discaudata* sont liées aux eaux saumâtres alors qu' *Acartia clausi* est plus cosmopolite. Cette dernière atteint son maximum de juillet à septembre avec 10000 individus/10 m³ environ.

Centropages typicus, d'origine atlantique, est plus fréquente au large. *Paracalanus parvus* est une espèce côtière, contrairement à *Pseudocalanus minutus* qui présente un maximum de 2000 individus/10 m³ et se reproduit d'août à octobre.

Centropages hamatus a un cycle saisonnier parallèle à celui d'*Acartia clausi* et atteint 5000 à 6000 individus/10 m³ en septembre - octobre. Sa croissance et celle de *Temora longicornis* dépendent plus de la température que la croissance d'*Acartia clausi* qui semble mieux reliée à la disponibilité en nourriture phytoplanctonique.

On observe à Flamanville une très bonne corrélation positive entre l'abondance de la majorité des espèces et l'augmentation de la température. En particulier dans les conditions hydrologiques actuelles, le maximum thermique estival (17°C) favorise l'accroissement du nombre de copépodes : on note un seul maximum d'abondance annuel, sauf pour *Pseudocalanus minutus* qui est abondant toute l'année. Le moment d'apparition de ce maximum varie dans le temps selon l'espèce considérée. Les matières en suspension, ainsi que la chlorophylle du mois précédent, auraient également une action profitable à l'augmentation du nombre de copépodes.

Dans la première phase du cycle annuel, on rencontre essentiellement des herbivores et dans la seconde, des carnivores parmi lesquels les chaetognathes constituent, du fait de leur taille, une biomasse non négligeable.

L'amplitude plus grande des variations d'abondance au point A, par rapport au point C, et les inversions saisonnières d'abondance entre les points B et D n'ont pas permis de montrer que ces points étaient significativement différents les uns des autres.

L'appendiculaire *Oikopleura dioica* est une espèce abondante en mai très influencée par les facteurs du milieu tels que la température, la chlorophylle et les matières en suspension.

b) Surveillance 1983

Dans ce chapitre sur les variations saisonnières, toutes les espèces zooplanctoniques exprimées en nombre d'individus/10 m³ correspondront, sauf indication contraire, à des moyennes par mission. Les graphiques seront tracés à partir du logarithme (N+1) par 10 m³.

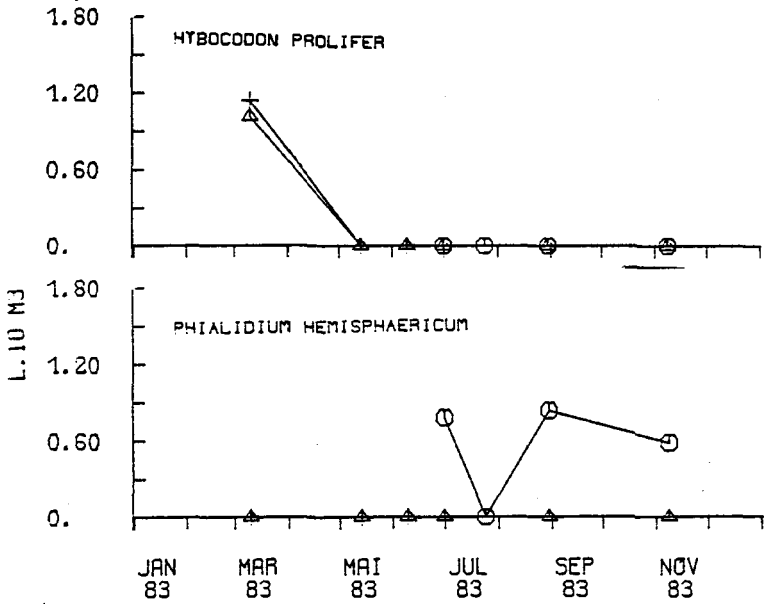
b.1) Les cnidaires (figures IV.3.a)

Hybocodon prolifer atteint son maximum annuel en mars (13 individus/10 m³ ; en mai, elle n'apparaît plus dans les échantillons

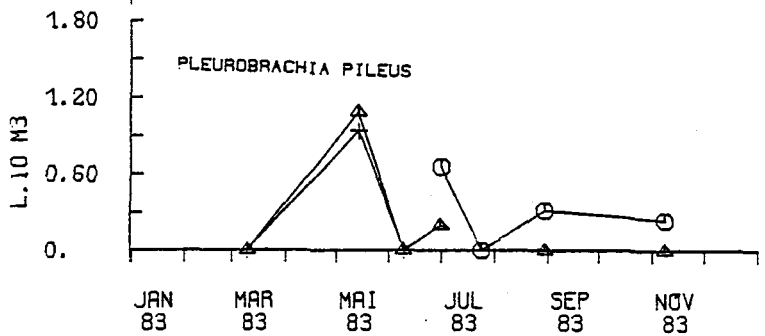
VARIATIONS SAISONNIERES des especes zooplantoniques

+ point B
 O point E
 Δ point H

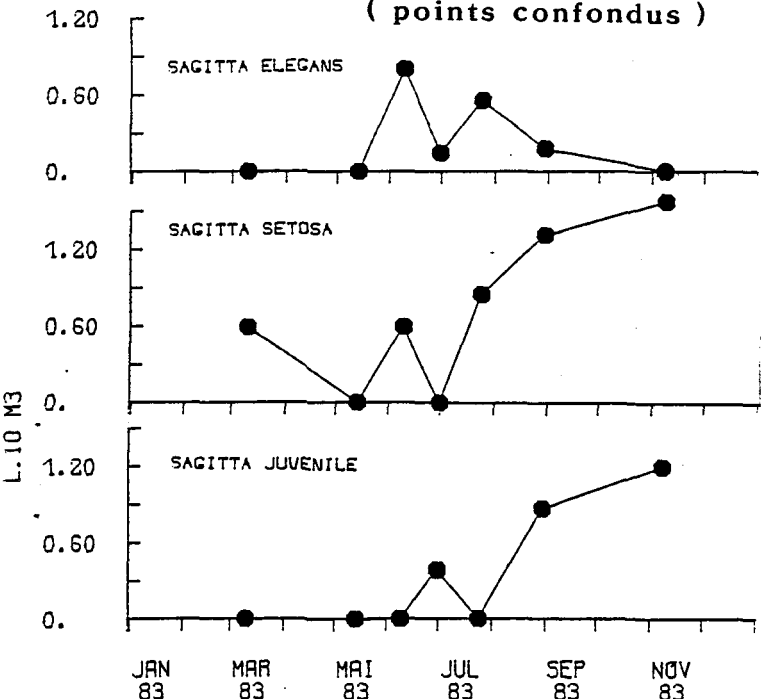
(a) Les CNIDAIRES (points separes)



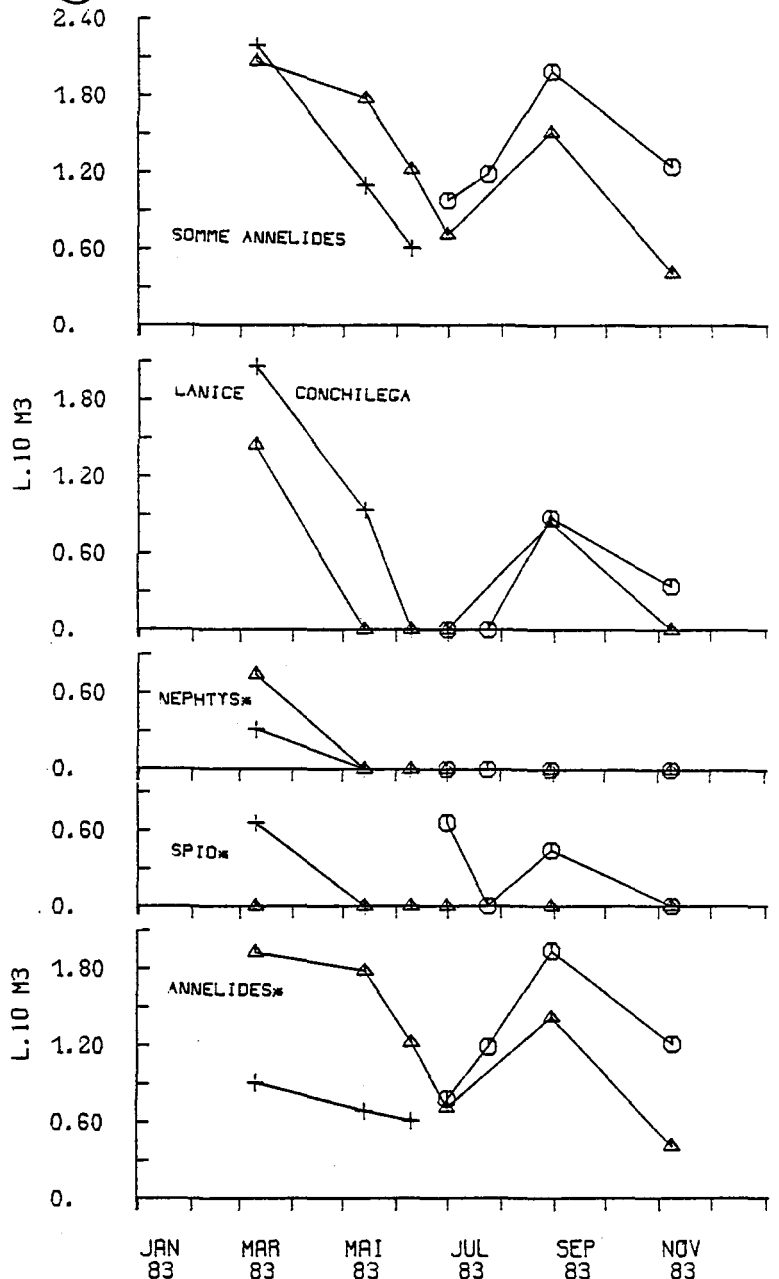
(b) Les CTENAIRES (points separes)



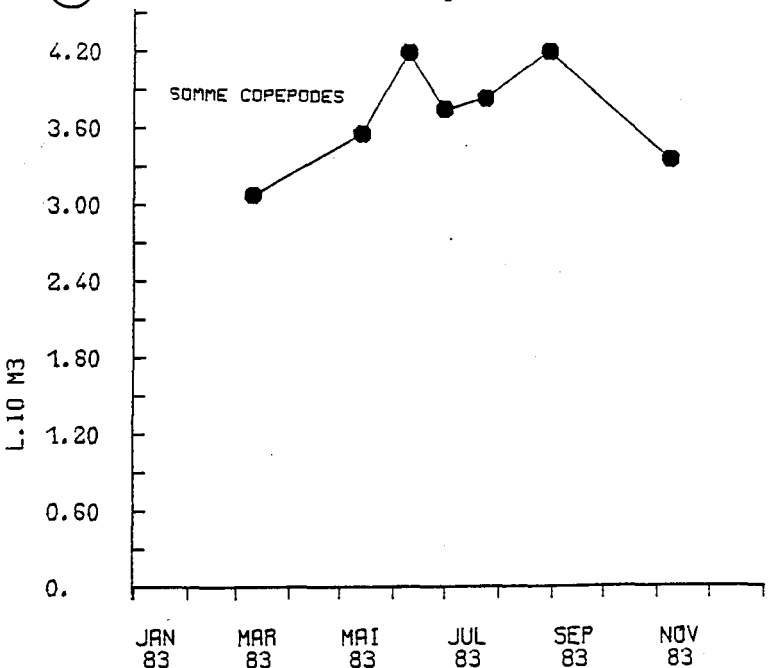
(c) Les CHAETOGNATHES (points confondus)



(d) Les ANNELIDES (points separes)



(e) Les COPEPODES (points confondus)



alors que la température du milieu n'est que de 11°C ; or, elle est signalée comme disparaissant dès que la température du milieu dépasse 13 à 14°C (TOULARASTEL-BODO, 1963-1979). Cette espèce ne présente pas de différence quantitative entre la côte et le large.

Phialidium hemisphericum n'apparaît pas au printemps et atteint son maximum en août (3 individus/10 m³). Elle n'a pas été observée au large.

b.2) Les cténaïres (figure IV.3.b)

Pleurobrachia pileus atteint son maximum annuel en mai (9 individus/10 m³) et n'apparaît qu'à la côte le reste de l'année sauf en juin, où un seul individu pour 10 m³ a été noté au large.

Beroe cucumis n'a pas été observé cette année.

b.3) Les chaetognathes (figure IV.3.c)

Sagitta elegans apparaît en juin-juillet (24/7/83 : 6 ind./10 m³), *Sagitta setosa* atteint son maximum en novembre (50 ind./10 m³). Ces deux espèces, peu représentées le reste de l'année, sont prédatrices d'autres espèces zooplanctoniques. Contrairement à *Sagitta elegans*, *Sagitta setosa* vit dans des eaux relativement chaudes ; elle est plus abondante que la précédente, ce qui a toujours été vérifié jusqu'à présent dans la région de Flamanville. Quand elles sont jeunes, ces espèces sont difficiles à identifier. Cependant, les juvéniles de *Sagitta sp.* permettent de connaître les périodes de reproduction de ces deux espèces qui sont les seules rencontrées sur ce site. Nous notons deux périodes de reproduction, l'une en juin (3 individus/10 m³) et l'autre en novembre (15 individus/10 m³).

b.4) Les annélides (figure IV.3.d)

Présents toute l'année, ils montrent deux pics d'abondance en mars (137 individus/10 m³) et en août (65 individus/10 m³). *Nephtys sp.* n'est présent qu'en mars, mois où *Lanice conchilega* atteint son maximum. *Polydora ciliata* n'a pas été observé dans nos échantillons. Quant à *Spio sp.* nous ne l'observons qu'à la côte.

Espèces	Date	Maxima (moyenne par mission) (nbre ind. /10 m ³)
<i>Lanice conchilega</i>	10/3/83	71
<i>Nephtys</i> sp.	10/3/83	3
<i>Spio</i> sp.	10/3/83	5
autres annélides	{ 10/3/83	58
	{ 30/8/83	57

b.5) Les copépodes (fig. IV.3.e)

Les copépodes présentent deux pics d'abondance, l'un au printemps (09/06/83 : 15881 individus/10 m³), l'autre à la fin de l'été (30/08/83 : 16392 individus/10 m³). L'apparition saisonnière des espèces qui constituent ce groupe en est la cause : quatre espèces principales : *Acartia clausi*, *Centropages hamatus*, *Pseudocalanus minutus*, *Temora longicornis* sont abondantes sur une grande partie de l'année ; les autres espèces présentent des pics saisonniers marqués, mais sont moins abondantes.

Les quatres espèces principales (fig. IV.3.e.1)

Acartia clausi, *Centropages hamatus*, *Pseudocalanus minutus* et *Temora longicornis* sont abondantes de juin à août ; seule *Pseudocalanus minutus* reste quantitativement importante en hiver (638 individus/10 m³ en novembre).

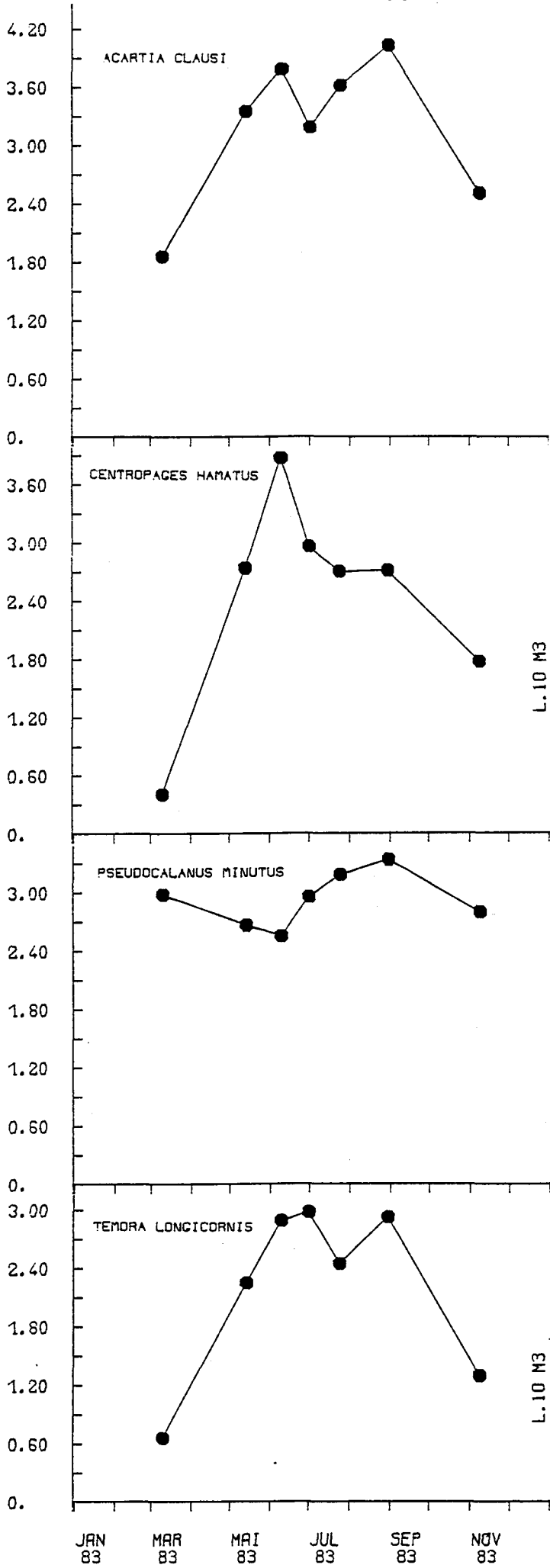
Espèce	Date	Maxima (moyenne par mission) (nbre d'individus/10 m ³)
<i>Centropages hamatus</i>	09/06/83	7.853
<i>Temora longicornis</i>	30/06/83	987
<i>Pseudocalanus minutus</i>	{ 30/06/83	2.470
	{ 30/08/83	2.700
<i>Acartia clausi</i>	30/08/83	10.736

La comparaison des effectifs à la côte et au large laisse apparaître une certaine pauvreté côtière. En fait, il faut être prudent et ne pas conclure trop hâtivement sur cette différence, car pour *Pseudocalanus minutus*, par exemple, sachant que \bar{X} = moyenne
 σ = écart-type
 n = nbre d'observations, nous avons :

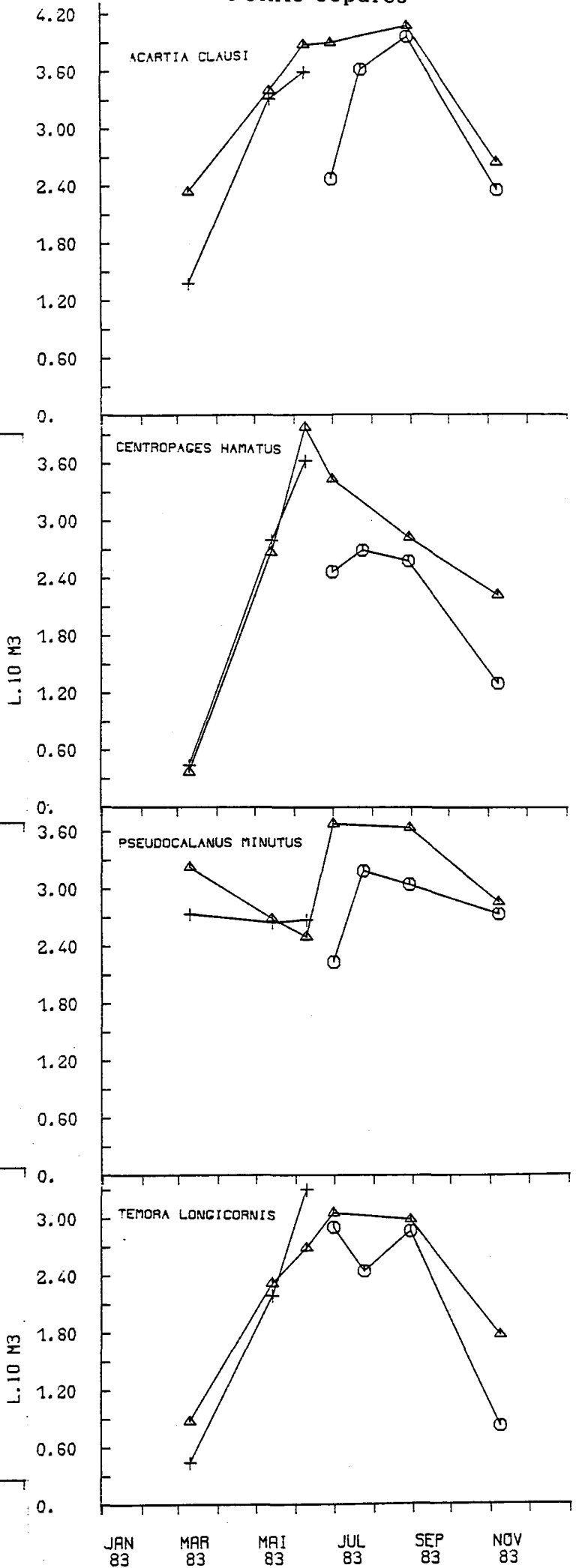
le 08/11/83 :

\bar{X} = 541 individus/10 m³ avec une erreur standard à la
moyenne de σ égale à 23 individus/10 m³ au point E
 \sqrt{n}

- 1. Quatre especes principales -
Points confondus



Points separes



et $\bar{X} = 734$ individus/10 m³ avec $\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 154$ individus/10 m³
au point H

Les effectifs aux deux points semblent peu différents compte tenu de la fourchette de variation.

le 30/06/83 :

$\bar{X} = 174$ individus/10 m³ $\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 37$ individus/10 m³ au point E

et $\bar{X} = 4766$ individus/10 m³ $\frac{\sigma}{\sqrt{n}} = 315$ individus/10 m³ au point H.

Les effectifs aux deux points semblent différents, mais on ne peut pas l'affirmer.

Espèces moins abondantes ou présentant des pics saisonniers marqués (figure IV.3.e.2.)

Calanus helgolandicus et *Centropages typicus* sont plus abondants au large qu'à la côte, ce qui est compatible avec les observations antérieures ; leur maximum d'abondance est estival et favorisé par les eaux océaniques d'origine atlantique.

Espèce	Date	Maxima (moyenne en nombre d'ind./10m ³)		
		Côte (B/E)	Large (H)	Mission
<i>Calanus helgolandicus</i>	09/06/83	68	332	244
	30/08/83	69	354	211
<i>Centropages typicus</i>	30/06/83	5	63	34

Oithona helgolandica, *Parapontella brevicornis* et *Isias clavipes* ne présentent pas de différence côte-large net mais leur pic d'abondance est également estival.

Espèce	Date	Maxima (moyenne par mission) (nbre d'individus/10m ³)
<i>Isias clavipes</i>	30/08/83	13
<i>Parapontella brevicornis</i>	24/07/83	79
<i>Oithona helgolandica</i>	30/06/83	84

D'autres espèces présentent une abondance automnale : *Paracalanus parvus* et *Oncaea* sp. dont la quantité d'individus est moindre à la côte, bien que ces espèces soient côtières.

Euterpina acutifrons ne présente pas de différence côte-large nette. Cette espèce se reproduit à la fin de l'été : les femelles ovigères abondent jusqu'en novembre (surtout à la côte : 139 femelles ovigères/10 m³).

Espèces très peu abondantes (figure IV.3.e.3)

Ces espèces sont absentes toute l'année sauf aux dates suivantes :

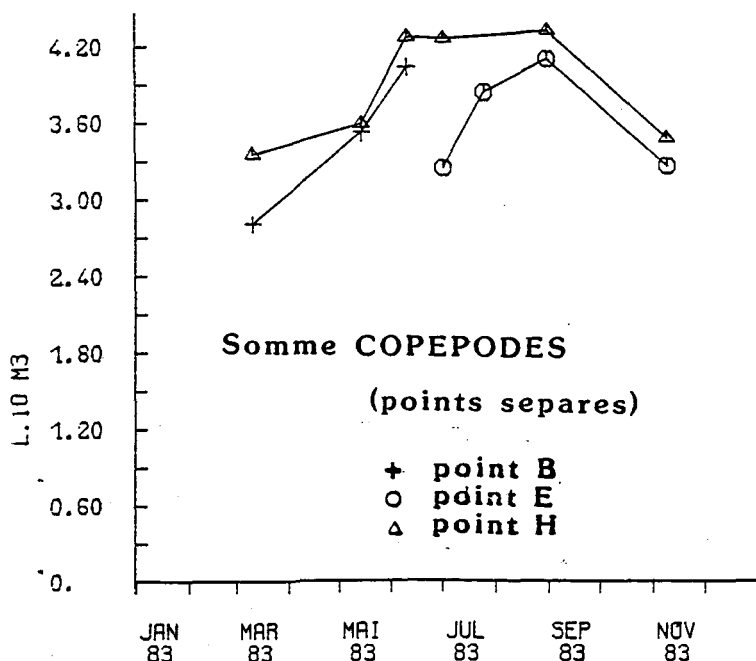
- . 10 mars 1983 : *Metridia lucens*
- . 9 juin 1983 : *Anomalocera patersoni*
- . 30 juin 1983 : *Acartia discaudata*

La première espèce est plus abondante au large qu'à la côte, les deux autres n'apparaissent qu'au large.

Labidocera wollastoni n'a pas été observée dans les échantillons cette année.

Les autres copépodes observés n'ont pas été dénombrés par espèce. Le nombre maximum observé est de 83 individus/10 m³ le 30/06/83 et la liste des espèces correspondantes est exposée en annexe IV.1).

Comparaison de l'effectif à la côte et au large pour l'ensemble des copépodes



Nous avons observé que deux pics apparaissent (figure IV.3.e), l'un au printemps, l'autre à l'automne, et qu'une chute de l'effectif, surtout des espèces abondantes, survenait le 30 juin 1983 à la côte (figure IV.3.e.1).

Cette chute d'effectif est une anomalie qui ne peut être expliquée pour l'instant. Nous pouvons cependant remarquer que l'effondrement de la chlorophylle en juin aurait pu entraîner une diminution des effectifs en ces deux points; or, cette réduction d'abondance (schéma ci-contre) ne se fait sentir

qu'au point côtier (E). Le point large (H) a peut-être bénéficié d'un apport extérieur par les eaux atlantiques (de caractère océanique).

b.6) Les cirripèdes (fig. IV.3.f)

Deux stades larvaires pélagiques précèdent le recrutement benthique de ces crustacés : le stade *nauplius* et le stade *cypris*. Nous distinguons deux contingents : l'un printanier (mars - mai) et l'autre estival (août). Le premier maximum de *nauplii* correspond au minimum thermique annuel enregistré (8°C) et le second au maximum thermique annuel (17°C) ; ce premier maximum de larves de cirripèdes est très supérieur au suivant, autant pour les *nauplii* que pour les *cypris*. Nous constatons aussi une augmentation de l'effectif des *nauplii* depuis les études de projet et une augmentation moindre, due à la mortalité et à la prédation, de celui des *cypris* ; elle se retrouve également dans l'étude du benthos intertidal.

	Stades larvaires	Date	Maxima (moyenne par mission) (nombre d'individus/10m ³)
Pic de printemps	<i>Nauplii</i>	03/03/77	3.968
		20/04/78	6.097
		10/03/83	23.923
	<i>Cypris</i>	10/05/77	117
	20/04/78	302	
	30/05/78	597*	
	13/05/83	392	
Pic d'été	<i>Nauplii</i>	04/09/76	296
		26/08/77	208
		06/09/77	416*
		30/08/83	1.588
<i>Cypris</i>	06/08/76	8	
	21/08/76	33*	
	26/08/77	51	
	30/08/83	56	

* Valeur correspondant à des échantillons prélevés lors des missions intermédiaires d'étude de projet.

Les effectifs de larves de cirripèdes à la côte et au large sont semblables (figure IV.3.f.) ; les seuls écarts sont dûs d'une part à l'émission à la côte en ce qui concerne le stade *nauplius*, d'autre part à une action des courants qui ont un effet de dispersion sur les larves, en particulier sur le stade *cypris* (plus âgé), ce qui explique leur abondance au large.

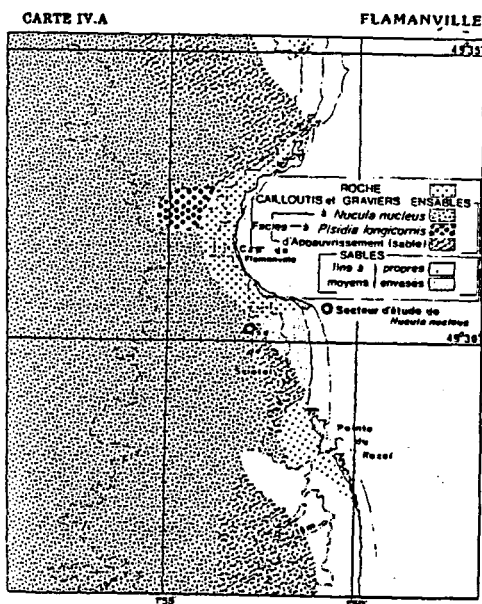
b.7) Autres larves de crustacés : les décapodes (figure IV.3.g)

Contrairement aux études précédentes (rapport de projet de 2ème année), les espèces n'ont pas été différenciées au sein de l'ordre des décapodes. Il est donc normal que le nombre des individus non différenciés (ou non déterminés) augmente en 1983. Le maximum de larves de décapodes apparaît en juin - juillet, comme pour les années précédentes.

		Larves de décapodes	Date	Maxima (moyenne par mission) (nbre d'individus/10m ³)	Espèces non différenciées
DEPTANTIA	ANOMOURES	Thalassinidés	24/07/83*	141	<i>Upogebia deltaura</i> <i>Callinassa</i> sp. <i>Azius</i> sp.
		Paguridés	30/06/83	159	<i>Pagurus</i> sp.
		Galathéidés	09/06/83	297	<i>Galathea</i> sp.
		Porcellanidés	30/06/83	239	<i>Pisidia longi-</i> <i>longicornis</i>
	BRACHYOURES	Zoe de Brachyours	24/07/83*	565	<i>Pinnotheres</i> sp.
		Mégaloopes de Brachyours	09/06/83	31	<i>Ebalia</i> sp.
MYTANTIA		Caridés	24/07/83*	197	Grangonidés (<i>Crangon crangon</i>) <i>Pandalina borealis</i>

* Seul le point côtier a été échantillonné à cette date.

Contrairement aux pagures et aux brachyours (mégaloopes) qui sont plus abondants au large, les thalassinidés et les porcellanes seraient plus côtiers.

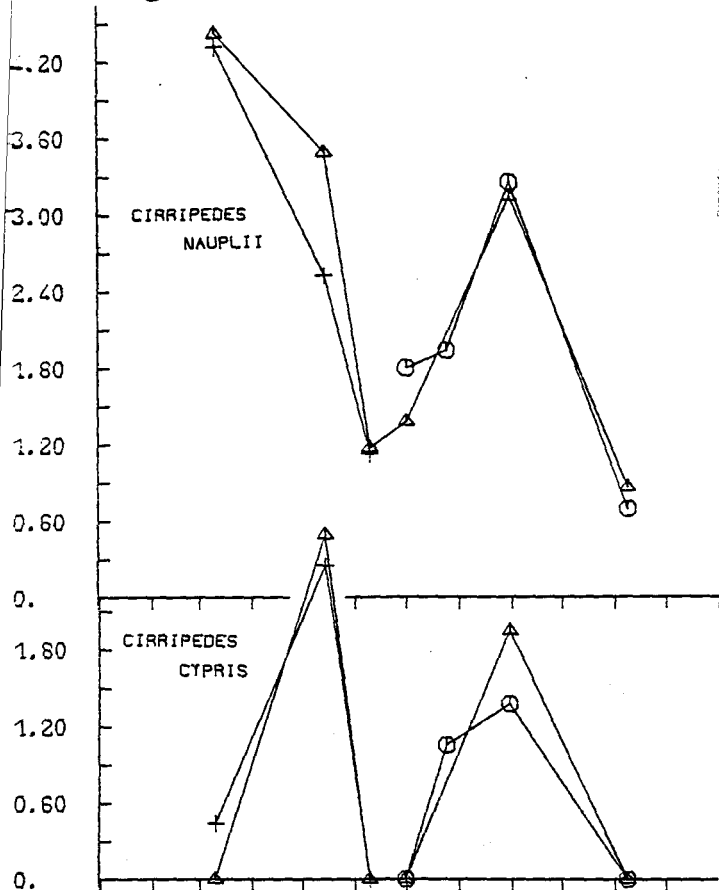


CARTE SCHEMATIQUE
DES PEUPEMENTS BENTHIQUES SUBLITTORAUX
(d'après GUILLAUMONT B. et HAMON D., 1981)

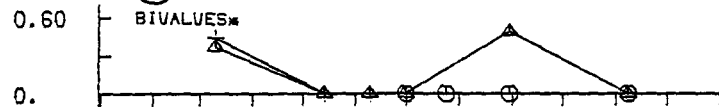
Le nombre plus important de porcellanidés à la côte semble dû au faciès de cailloutis et graviers ensablés favorable à *Pisidia longicornis* (carte IV.A), non différencié cette année, situé à proximité du point E (côtier). Les caridés, galathés et brachyours (zoe) sont plus nombreuses au large jusqu'à la fin juin.

Si on s'intéresse à l'ensemble des larves de décapodes, il est difficile de différencier le point côtier de celui du large et le cycle saisonnier reste reproductible dans le temps.

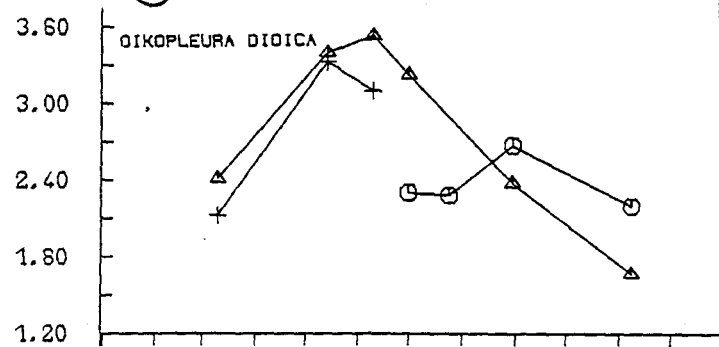
f) Les CIRRIPEDES



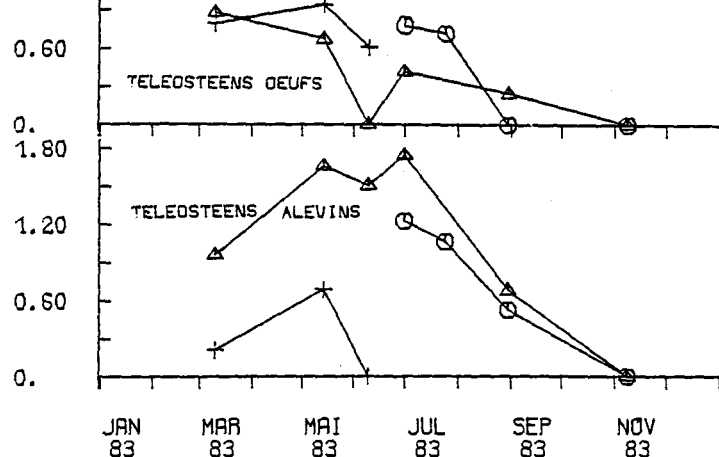
h) Les autres LARVES



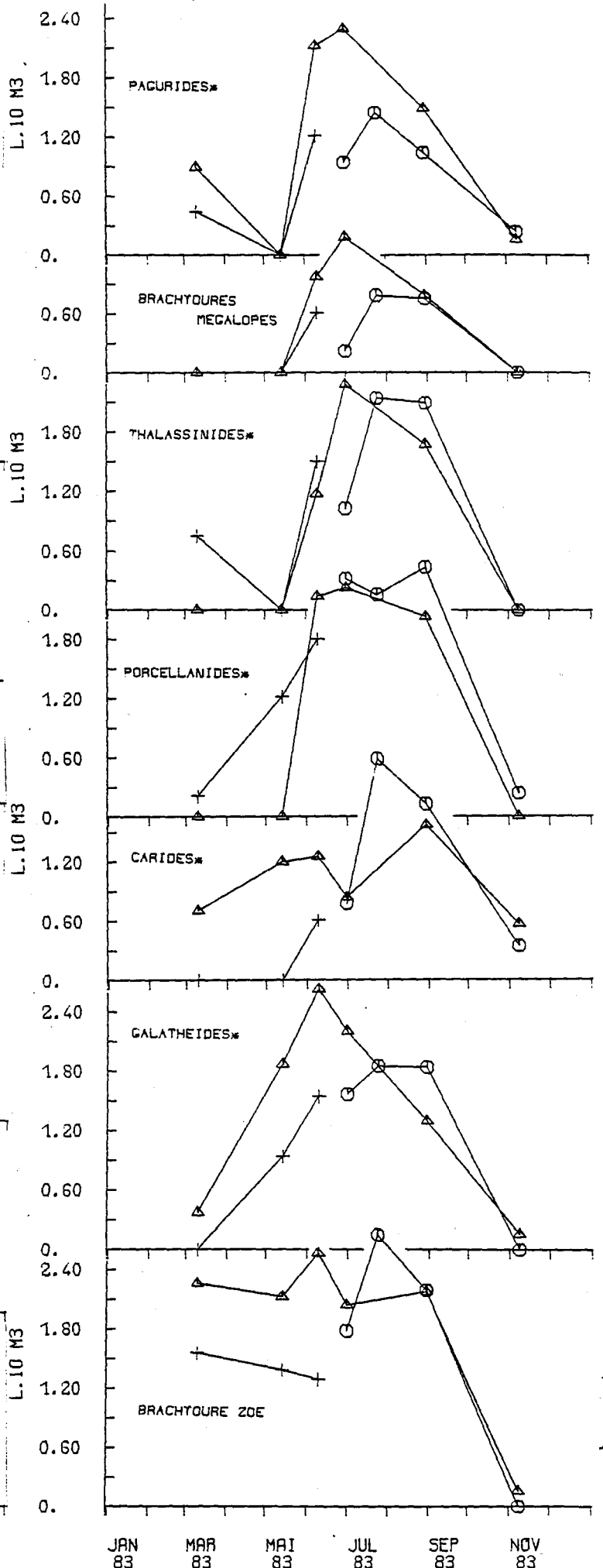
i) Les APPENDICULAIRES



j) Les OEUFs et ALEVINS de TELEOSTEENS



g) Les DECAPODES



b.8) Autres larves (fig. IV.3.h)

Les maxima apparaissent au printemps (mars) et en été (août). Les cyphonautes et les gastéropodes sont aussi abondants à la côte qu'au large; en ce qui concerne les larves de bivalves, elles sont très peu nombreuses et ne sont présentes qu'au large en été. Les espèces n'ont pas été différenciées dans le plancton.

Larves	Date	Maxima (moyenne par mission)(nb d'individus/10	
Cyphonautes (ou larves de Bryozoaires)	10/03/83	240	
	30/08/83	124	
Larves de mollusques	Gastéropodes	10/03/83	187
		30/08/83	217
	Bivalves	10/03/83	3
		20/08/83	2

b.9) Appendiculaires (fig. IV.3.i)

Seul *Oikopleura dioica* a été observé dans nos échantillons et présente son maximum annuel au début du mois de juin.

Certains auteurs s'accordent à penser que la température et la nutrition seraient responsables de la ponte (FENAUX, 1976 et LE FEVRE-LEHOEFF G., 1972-1979).

Minima (moyenne par mission)(nbre d'individus/10 m ³)	Date	Maxima (moyenne par mission)(nbre d'individus/10 m ³)
197	10/03/83	2.741
105	09/06/83	
	08/11/83	

b.10) Oeufs et alevins de téléostéens (fig. IV.3.j)

Le nombre d'oeufs observés à la côte est supérieur à celui du large, alors que c'est l'inverse pour les alevins. Ceci est dû au fait que certains poissons viennent pondre à la côte ; les alevins regagnent ensuite le large. On note deux maxima pour les oeufs (mars : 6 individus/10 m³ et juillet : 4 individus/10 m³) et un seul pour les alevins (juin : 35 individus/10 m³).

3. Biomasse - Composition chimique élémentaire du zooplancton (fig. IV.4)

Plusieurs méthodes permettent de déterminer la biomasse zooplanctonique (volumétrie, gravimétrie, calorimétrie ...). Parmi ces méthodes, la mesure du poids sec est un paramètre intéressant car, utilisée par de nombreux auteurs, elle permet d'établir des comparaisons entre différents lieux d'études. Le poids sec correspond à toutes les particules organiques, minérales ou détritiques contenues dans le milieu et supérieures à 200 μ (vide de maille du filet utilisé) ; on lui associe alors une mesure du poids de matière organique qui permet de distinguer l'organique (détruit par le feu) de l'inorganique (cendre).

a) Points confondus (fig. IV.4.a)

a.1) Poids sec et matière organique

Les évolutions du poids sec (biomasse) et du poids de matière organique au cours du temps suivent des tracés parallèles sauf en novembre, au moment où les matières en suspension semblent être la cause d'un accroissement erroné de la biomasse : en effet, tout au long de l'année, les échantillons sont constitués de 63 % à 80 % de matière organique, sauf en novembre (38 %).

	MINIMUM (moyenne mission) Mars 83	MAXIMUM (moyenne mission) 09/06/83
Poids sec	8 mg/m ³	43 mg/m ³
Pourcentage de matières organiques (par rapport au poids sec)	65 %	72 %
Poids de matières organiques	5 mg/m ³	31 mg/m ³

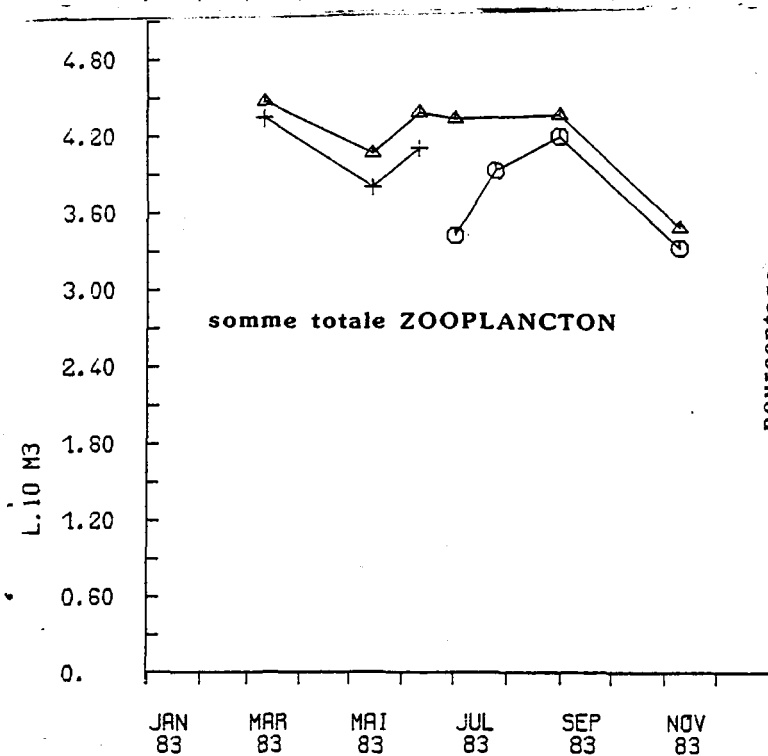
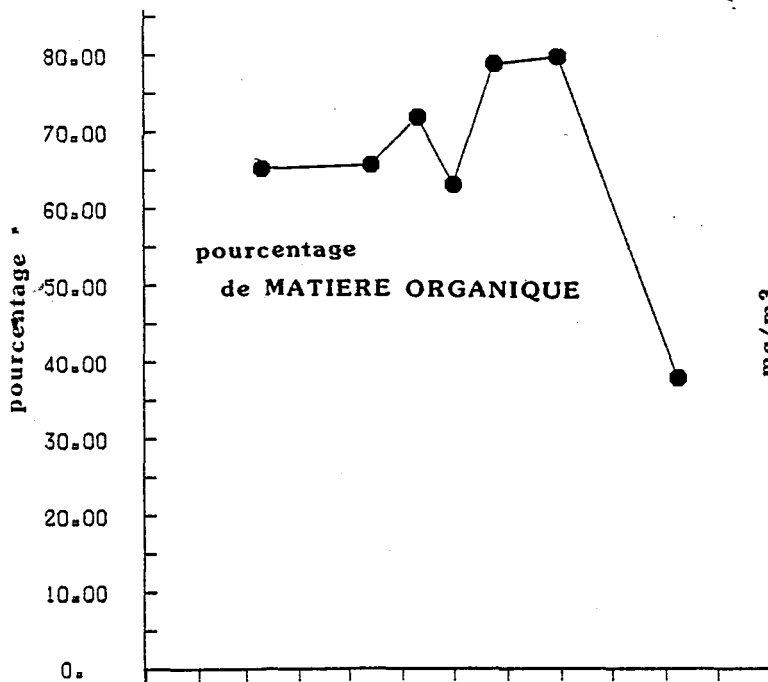
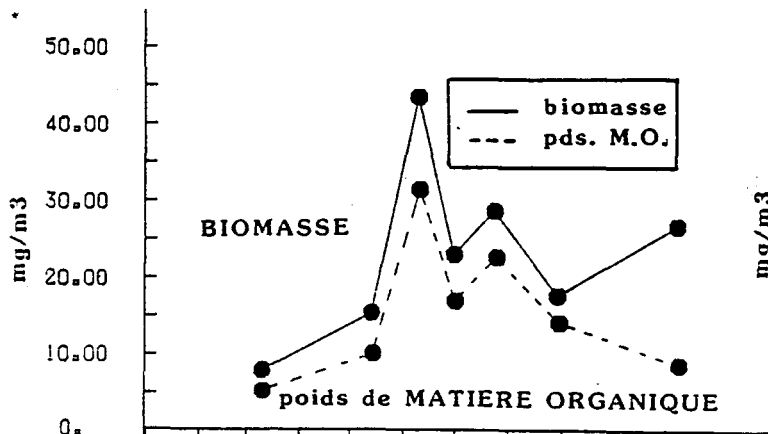
En général, un pourcentage élevé de matière organique correspond à un échantillon propre.

a.2) Le carbone et l'azote organiques

Les tracés concernant le carbone et l'azote organiques ne sont pas présentés car leurs structures sont très semblables à celles des tracés de poids et de pourcentage de matière organique.

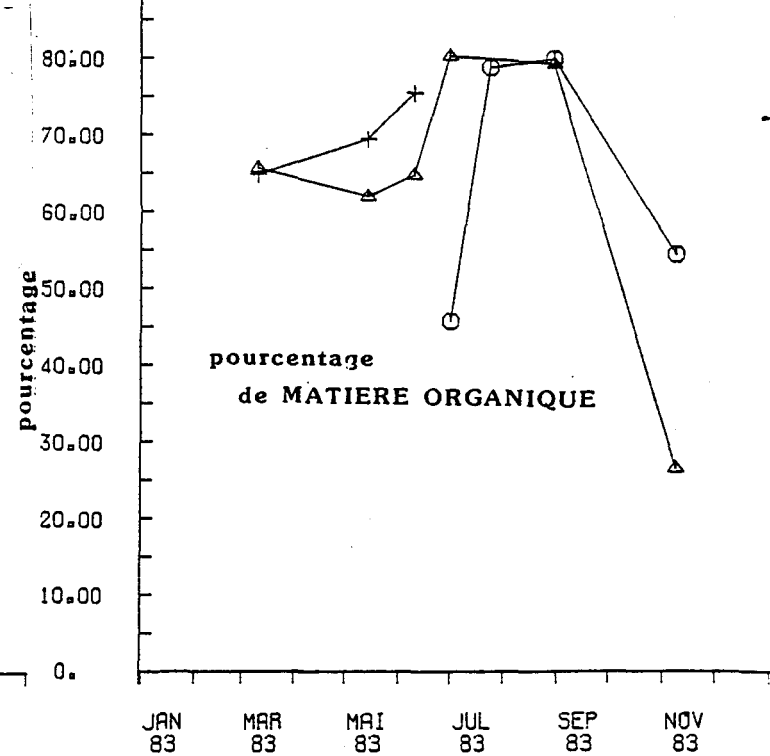
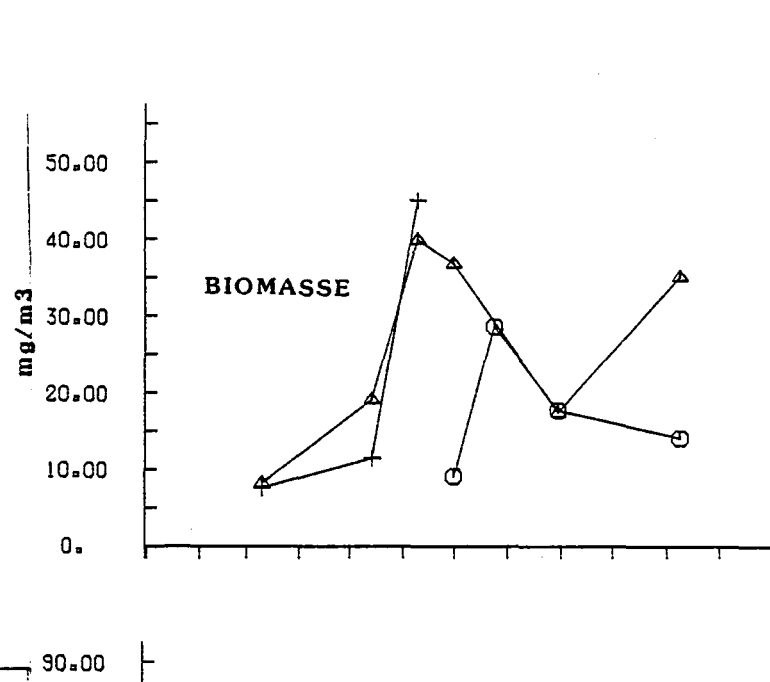
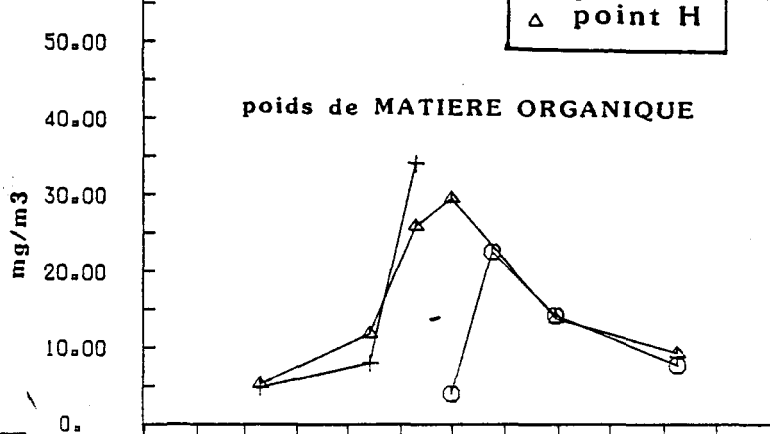
BIOMASSE

(a) points confondus



(b) points separes

- + point B
- point E
- △ point H



		MINIMUM (moyenne mission) Mars 83	MAXIMUM (moyenne mission) 09/06/83
Poids sec	C	2.71 mg/m ³	16 mg/m ³
	N	0.56 mg/m ³	4 mg/m ³
Pourcentage (par rapport au poids sec)	C	34 %	36 %
	N	7 %	9 %

A Flamanville, en 1983, pour 100 % de poids sec, nous observons les résultats suivants :

Mois	Azote	Carbone	Pourcentage d'individus par rapport au zooplancton total	Matières organiques
Mars	7 %	34 %	91 % de cirripèdes	65 %
Juillet	11 %	46 %	78 % de copépodes 6 % de Zoe de brachyours 2 % d'appendiculaires	79 %
Novembre	4 %	22 %	91 % de copépodes	38 %

Les pourcentages d'azote et de carbone contenus dans le poids sec en juillet concernent essentiellement les copépodes (78 %) ; ils sont supérieurs à ceux du mois de mars qui correspondent aux cirripèdes (91 %).

Remarque : nous supposons que le taux de carbone total mesuré au CHN analyseur correspond à du carbone organique. Cependant, il est possible qu'une fraction de carbone minérale (sous forme de carbonate) soit également prise en compte dans ce dosage.

Les teneurs en carbone et azote, exprimées en pourcentages par rapport aux poids secs, sont fonction des organismes constituant ce poids sec : faibles chez les cténares, cnidaires et tuniciers, elle est forte chez les chaetognathes et les crustacés, (BOUGIS P., 1974). Ceci explique un accroissement de ces pourcentages en été lorsque les crustacés, et surtout les copépodes, abondent.

Cependant, si cette règle est souvent vérifiée, il existe des exceptions ; c'est le cas en novembre où les teneurs faibles en carbone et azote sont dues à la présence de matières en suspension.

a.3) Relation entre carbone et azote

Le rapport C/N varie de 3,8 (minimum) en août à 5,0 (1er maximum) en mars et 5,6 en novembre (dernier maximum). Ces valeurs sont dans la gamme de celles correspondant au projet (3,5 à 6, d'après ARNAL O., 1979).

b) Points séparés et comparaison avec le zooplancton total (N/10m³)
(fig. IV.4.b)

Nous ne notons pas de différence caractéristique entre les points étudiés, sauf pour les échantillons prélevés le 30 juin et le 8 novembre 83

Au point E

Date	Poids sec	Pourcentage de matières organiques
30/06/83	9 mg/m ³	46 %
	Faible + Fort	
08/11/83	14 mg/m ³	55 %
	Faible + Fort	

ZONE PAUVRE en zooplancton : en effet, elle correspond à 2658 ind./10 m³.

ZONE PAUVRE en zooplancton : en effet, elle correspond à 2123 ind./10 m³.

Le poids de matière organique suit l'évolution du poids sec aux points B et E ; il en est de même en ce qui concerne le point H, sauf au mois de novembre.

Au point H

Date	Poids sec	Pourcentage de matières organiques
08/11/83	35 mg/m ³	27 %
	Fort + Faible	

= MATIERE MINERALE dans les échantillons

Les matières en suspension importantes au point H en novembre doivent en être la cause.

Le nombre total d'individus du zooplancton laisse apparaître une légère pauvreté des points B/E par rapport au point H. Cette pauvreté est toute relative (comme le montre le tableau ci-après) et n'apparaît ni en poids sec, ni en poids de matière organique (sauf exceptions signalées précédemment).

Date	Point	Poids sec (mg/m ³)		Pourcentage de matières organiques	Poids de matières organiques (mg/m ³)		Somme totale zooplancton (N/10 m ³)	
		\bar{x}	σ/\sqrt{n}		\bar{x}	σ/\sqrt{n}	\bar{x}	σ/\sqrt{n}
Mars 1983	H	8,30	0,92	65,65	5,39	0,34	29.878	3.203
	B	7,65	0,11	64,90	4,97	0,42	22.702	5.241
Août 1983	H	17,43	1,44	79,27	13,88	1,48	23.330	1.039
	E	17,80	0,31	79,97	14,24	0,36	15.885	1.124

Légende : \bar{x} = moyenne

σ/\sqrt{n} = erreur standard à la moyenne

III. DISCUSSION - CONCLUSION

. Trois groupes dominant dans le zooplancton et se succèdent au cours de l'année 1983 :

- les cirripèdes au stade *nauplius* (maximum en mars),
- les appendiculaires représentés par une seule espèce, *Oikopleura dioica* (maximum en mai),
- les copépodes de mai à novembre.

. D'un point de vue quantitatif, les copépodes prennent une place importante à Flamanville et comportent quatre espèces principales : *Acartia clausi*, *Centropages hamatus*, *Pseudocalanus minutus* et *Temora longicornis*.

L'effectif global semble plus faible à la côte qu'au large. Deux pics d'abondance apparaissent, mais sont dus à une anomalie dans les prélèvements à la fin du mois de juin ; cette remarque est également valable en ce qui concerne la somme totale du zooplancton, ainsi que la biomasse.

Nous avons noté une augmentation du nombre de cirripèdes totaux ; celle-ci présente un facteur 4, par rapport à l'année 1978, pour le stade *nauplius*.

Il est difficile de différencier le point côtier (B/E) de celui du large (H), si ce n'est par une certaine pauvreté du point côtier. Les cycles saisonniers comparés à ceux des années de projet sont reproductibles.

. Les variations saisonnières de la biomasse et la composition chimique élémentaire du zooplancton ne se distinguent pas de celles des études de projet : le maximum se retrouve au printemps-été.

Deux anomalies ont cependant été notées cette année, l'une est due à une pauvreté du milieu au point E, au moment de l'échantillonnage (30/06/1983), l'autre est la conséquence d'une contamination des échantillons par les matières en suspension, surtout au point H (novembre 1983). En dehors de ces deux anomalies, les résultats concernant les points B/E et H sont proches.

CHAPITRE IV - ZOOPLANCTON

BIBLIOGRAPHIE

- ANRAKU M., 1964, Influence of the Cap cod canal on the hydrography and the copepods. In buzzards bay and cap bay, Massachussetts. II. Respiration and feeding. *Limnol. Océanogr.* 9 (2) : pp. 195-206.
- ARNAL O., 1979, Zooplancton de Flamanville : Biomasse et composition chimique élémentaire. in: "Etude écologique de projet de Flamanville, 2ème cycle" (contrat CNEEXO pour EDF) pp. 124-135.
- BODO F., 1963, Variations saisonnières du zooplancton de la région de Roscoff. *Thèse 3ème cycle*, Univ. Paris.
- BOUGIS P., 1974, Le zooplancton. *Masson et Cie Edit.* Tome II, 200 p.
- FENAUX R., 1976, Cycle vital d'un appendiculaire *Oikopleura dioica* Fol 1982, description et chronologie. *Ann. Inst. Océanogr.* Paris, 52 (1) : pp. 89-101.
- GUILLAUMONT B., HAMON D., 1981, Les études de populations zoobenthiques dans le cadre d'un état de référence sur un site de centrale thermo-nucléaire : problème de choix. Exemples de réalisation. in: "Influence des rejets thermiques sur le milieu vivant en mer et en estuaire". 2èmes journées de la Thermoécologie, Nantes (France), 14-15 novembre 1979. EDF ed., 141-155.
- LE FEVRE-LEHOERFF G., 1972, Populations planctoniques d'un estuaire à marée ; la rivière de Morlaix - leurs relations avec les conditions hydrologiques. *Thèse de spécialité*, Univ. Paris VI : 212 p.
- LE FEVRE-LEHOERFF G., 1977, Zooplancton de Flamanville : Copépodes. Mysidacés. Appendiculaires. in: "Etude écologique de projet de Flamanville, 1er cycle" (contrat CNEEXO pour EDF) pp. 111-153.
- LE FEVRE-LEHOERFF G., 1979, Zooplancton de Flamanville : Faunistique. Diversité. Copépodes. Mysidacés et Appendiculaires. in: "Etude écologique de projet de Flamanville, 2ème cycle" (contrat CNEEXO pour EDF) pp. 136-146 et 164-219.
- TOULARASTEL F., 1979, Zooplancton de Flamanville : Le méroplancton et les chaetognathes. in: "Etude écologique de projet de Flamanville, 2ème cycle" (contrat CNEEXO pour EDF) pp. 146-163.
- UNESCO, 1968, Zooplancton sampling. Monograph on oceanographic methodology. *Unesco press.* 174 p.

ANNEXE

Annexe IV.1 : Liste qualitative complémentaire des espèces observées.

Date	Site (point B/E)	Hors-zone (point H)
10/03/83	Aphroditidés - Spionidés - Amphipodes gammariens - Zoe d'Ebalia - Peltidiidés -	
10/03/83	Cyclopoides - Harpacticoides - Podon sp. - Ostracodes - Upogebia deltaura - Têtards d'Ascidies.	Obelia sp. - Autolytus prolifera (♀ ovigères) - Scolelepis fuliginosa - Evadne sp. - Candacia armata - Larves Epicarides - Calyptopsis d'Euphausiacés - Anchialina agilis.
13/05/83	Obelia sp. - Harpacticoides - Autolytus prolifera (♀ ovigères) -	
	Amphipodes gammariens - Cténaïres - Peltidiidés.	Spionidés - Zoe d'Ebalia - Oithona sp. -
9/06/83	Obelia sp. - Leptoméduses juvéniles - Upogebia deltaura - Autolytus prolifera - Zoe d'Ebalia -	
		Amphipodes gammariens - Podon sp. - Evadne sp.
30/06/83	Obelia sp. - Autolytus prolifera - Evadne sp. - Podon sp. - Ostracodes - Amphipodes gammariens - Corycaeus sp. - Upogebia deltaura - Calyptopsis d'Euphausiacés - Zoe d'Ebalia.	
	Sarsia eximia - Sarsia gemmifera - Leptoméduses juvéniles - Agastra mira - Amphipodes caprelliens - Harpacticoides - Cyclopoides - Monstrillidés - Peltidiidés - Têtards d'Ascidies.	Muggaeia atlantica - Sarsia sp. - Ectopleura dumortieri - Larves Epicarides.
24/07/83	Obelia sp. - Sarsia sp. Sarsia eximia - Autolytus prolifera - Podon sp. - Larves Epicarides - Zoe d'Ebalia - Upogebia deltaura - Zoe de Pinnothères - Amphipodes gammariens - Ostracodes - Harpacticoides - Cyclopoides - Peltidiidés - Alevins de Syngnathes.	
30/08/83	Obelia sp. - Leptoméduses juvéniles - Muggaeia atlantica - Sarsia sp. - Ostracodes - Podon sp. - Upogebia deltaura - Larves Epicarides - Amphipodes gammariens - Zoe de Pinnothères - Zoe d'Ebalia.	
	Agastra mira - Ectopleura dumortieri - Dipurena ophiogaster - Autolytus prolifera (♀ ovigères) - Spionidés - Scolelepis girardi - Cyclopoides - Clytemnestra sp. - Harpacticoides - Amphipodes caprelliens.	Evadne sp. - Corycaeus sp. - Ostracodes - Squilla mantis - Autolytus prolifera - Eucalanus sp. (jeune stade).
8/11/83	Peltidiidés - Cumacés - Amphipodes gammariens - Corycaeus sp. - Calyptopsis d'Euphausiacés -	
	Aphroditidés - Ostracodes - Harpacticoides - Pigeospio sp. - Scolelepis girardi - Candacia armata - Larve de Céphalopodes - Amphipodes caprelliens.	Muggaeia atlantica - Autolytus prolifera - Larves d'Epicarides - Candacia sp. - Anchialina agilis - Mysidacés n.d.

CHAPITRE V

PHYTOBENTHOS

par T. BELSHER
avec la participation de J.Y. PIRIOU
et J.M. RUDELLE (Densitométrie optique).

Le Phytobenthos

Fluctuations naturelles et évaluation de stock de la population de Fucus serratus L. du platier de Diélette.

Introduction

Une population relativement dense de Fucus serratus Linné est présente sur le platier de Diélette en zone intertidale, en un site voisin de celui de la centrale thermo-nucléaire de Flamanville. Par ailleurs, cette espèce réfléchit de façon particulièrement intense la lumière dans le proche infra-rouge et constitue, à ce titre, une "cible" facilement identifiable en télédétection. (Figure 1, page V.2).

Aussi, cette population de Fucus serratus L. a-t-elle été sélectionnée, à l'issue de l'étude de projet, en tant qu'indicatrice possible des perturbations éventuelles dues aux rejets émis par la centrale.

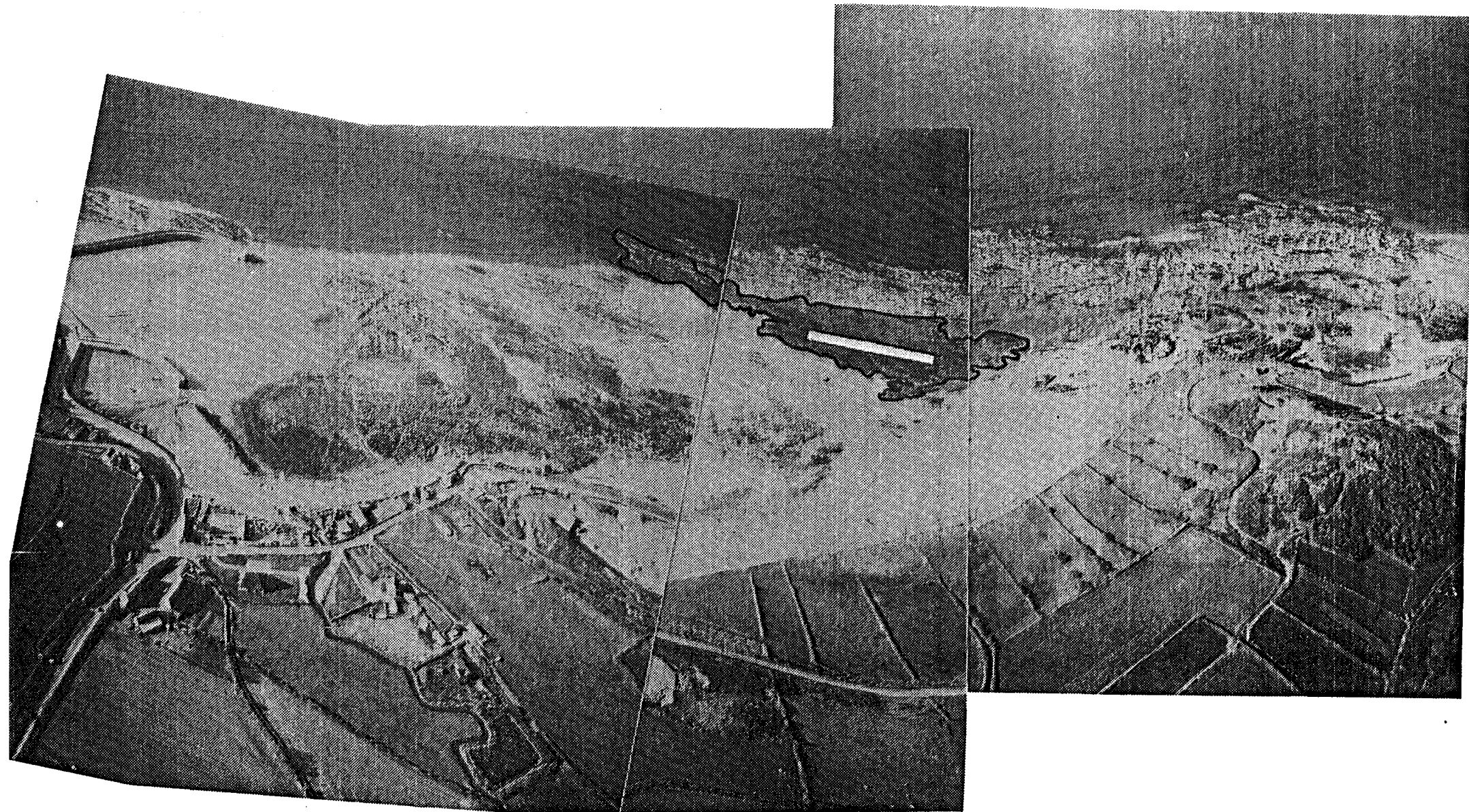


Figure 1 : FLAMANVILLE, platier de Diélette,
L'emplacement de la population de Fucus serratus L. est délimité ainsi que celui du secteur
de baguage (en blanc). Photomontage IR,A. LE VERGE (nov. 1983).

1. METHODOLOGIE

A l'intérieur de la population de Fucus serratus L., plusieurs opérations sont menées parallèlement.

1.1. Comptages et prélèvements

Seule la population de Fucus serratus est ici prise en compte. Aussi les comptages et les prélèvements sont-ils effectués sur des superficies de 50 x 50 cm, les secteurs d'étude concernent le début (S. 1), le milieu (S. 2) et la fin (S. 3) du platier occupé par cette population végétale. (Figure 2, p. V.4).

Cette technique permet d'obtenir des données de densité et de biomasse. A l'intérieur des quadrats, les individus sont comptés, mesurés, prélevés puis pesés. La biomasse (poids sec) est obtenue par l'intermédiaire d'une courbe de corrélation poids frais/poids sec établie au préalable.

Par ailleurs, ces données visent à renseigner des couvertures photographiques aériennes successives du platier de Diélette afin de parvenir à une évaluation de stock.

1.2. Baguages

Un collier "Cetaire green", muni d'une plaquette en PVC, numérotée, est placé pour chaque individu, entre le disque basal et la première dichotomie. Près de quatre cent individus, répartis en trois lignes parallèles entre elles et perpendiculaires à la ligne de rivage, sont ainsi bagués. (Figure 1, page V.2).

1.3. Paramètres mesurés

Les paramètres suivants sont mesurés sur chaque individu bagué. (Figure 3, page

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.

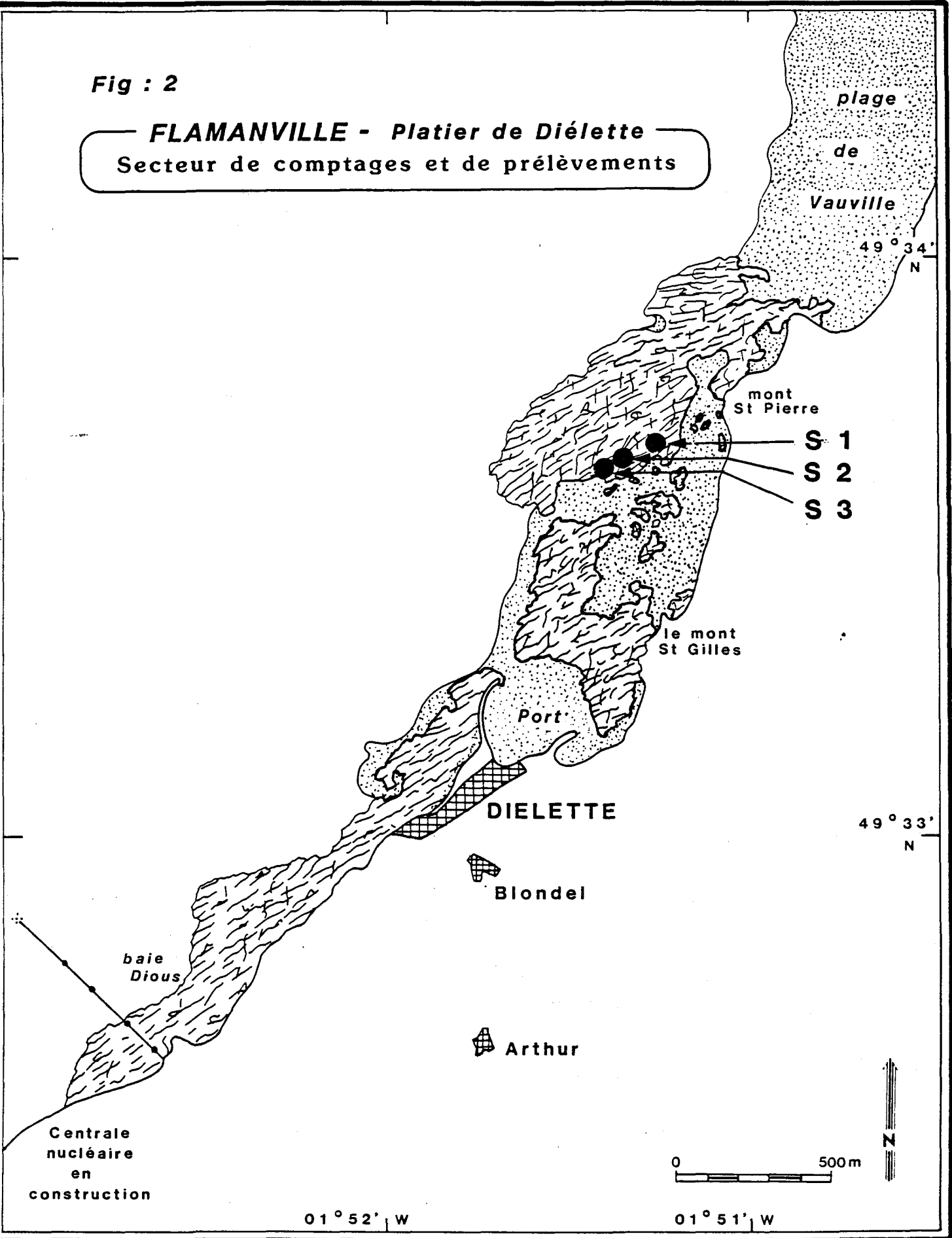
Fertilité : Présence ou non de conceptacles.

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.

Fig : 2

FLAMANVILLE - Platier de Diélette
Secteur de comptages et de prélèvements



1.4.1. Tableau de conversion (QUEHEN, 1977, modifié)

0	à	3	=	1	} L (Longueur) (en cm)
4	à	15	=	2	
16	à	30	=	3	
31	à	40	=	4	
41	à	50	=	5	
51	à	60	=	6	
61	et	>	=	7	
0			=	1	} D (Nombre de dichotomies)
1	à	4	=	2	
5	à	7	=	3	
8	à	10	=	4	
11	à	13	=	5	
14	à	16	=	6	
17	et	>	=	7	
<	à	0,6	=	1	} Ø (Diamètre) (en mm)
0,7	à	2,0	=	2	
2,1	à	3,5	=	3	
3,6	à	5,5	=	4	
5,6	à	7,0	=	5	
7,1	à	8,4	=	6	
8,5	à	9,4	=	7	
9,5	à	10,2	=	8	
10,3	et	>	=	9	

1.4.2. Indice synthétique $Y = L + D + \emptyset$ 1.4.3. 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 et >	7

Tableau 1. - Création de classes à partir de l'indice synthétique Y.

2. RESULTATS

2.1. Comptages et prélèvements

2.1.1. Les valeurs de biomasse les plus élevées concernent les secteurs 2 et 3.

De façon générale, les valeurs estivales (septembre 1983) sont nettement plus fortes que les valeurs hivernales (Novembre et décembre 1983) (Tableau 2, page).

2.1.2. Evaluation de stock par exploitation de photographies aériennes

Les conditions atmosphériques défavorables n'ont pas permis d'effectuer des couvertures aériennes de façon simultanée aux périodes de prélèvements. Sur les cinq campagnes successivement programmées, deux ont été réalisées : (novembre 1983, avril 1984) la qualité des documents obtenus n'est pas pleinement satisfaisante ; en particulier, le laboratoire de traitement Kodak a complètement manqué le développement des pellicules IR impressionnées en avril 1984.

Aussi l'évaluation de stock n'est-elle pas possible, en l'état actuel des traitements et des données disponibles. Cependant, un résultat semi-quantitatif intéressant a pu être obtenu, par le traitement en densitométrie optique (système ARISTIDE, Université de Picardie, M.J.M. RUDELLE) des clichés de novembre 1983. A cette date, la population de Fucus serratus L. du platier de Diélette occupait 24800 m².

2.2. Données issues des algues baguées

Sur le platier de Diélette, 400 individus ont été bagués en mars 1983. La mesure des différents paramètres définis (L, Φ , D paragraphe 1.3. p. V.3) ainsi que la notation de la présence ou de l'absence d'organes reproducteurs, ont eu lieu à cette date puis en septembre 1983 et enfin en mars 1984.

2.2.1. Histogrammes de fréquence

L'histogramme de fréquence de mars 1983, témoin du début des marquages, montre que les classes 2 à 7 sont représentées (Figure 3, page V.8 et tableau 3, page V.9). L'absence d'individus de la classe 1 s'explique par l'impossibilité technique de baguer des individus de très petite taille.

La période estivale (septembre 1983) comprenant la majorité des individus fertiles est bien celle de la maturité sexuelle de cette population.

Les classes 2 et 3 disparaissent en septembre et mars 1984, ce qui est tout à fait normal ; les individus plus jeunes de la classe 2 de mars 1983 croissent et passent dans les autres classes.

Dans le même ordre d'idée, les classes 3,4 et 5 perdent de leur importance de mars à septembre au profit des classes 6 et 7, témoignant ainsi de la croissance de la population.

Secteur Date	SECTEUR 1		SECTEUR 2		SECTEUR 3	
	B	\bar{B}	B	\bar{B}	B	\bar{B}
Septembre 1983	230 270 325 540	341.25 $\sigma : 138.10$	420 630 230 850	532.50 $\sigma : 267.38$	120 850 175 1050	648.75 $\sigma : 470.99$
Octobre 1983	140 550 230 340	315.00 $\sigma : 176.73$	620 300 100 420	360.00 $\sigma : 217.87$	140 360 440 175	278.75 $\sigma : 144.47$
Novembre 1983	80 250 70 100	125.00 $\sigma : 84.26$	280 280 125 400	271.25 $\sigma : 112.72$	125 240 175 600	285.00 $\sigma : 215.21$
Décembre 1983	180 350 150 70	187.50 $\sigma : 117.86$	703 300 260 450	428.25 $\sigma : 200.60$	400 300 210 230	285.00 $\sigma : 85.83$
Mars 1984	(9) 200 (13) 150 (8) 170 (9) 150 (6) 160 (9) 150 (11) 110 (11) 150	155.00 $\sigma : 25.07$	(9) 180 (19) 225 (10) 160 (10) 150 (21) 280 (11) 240 (12) 260 (19) 260	219.38 $\sigma : 49.74$	(14) 210 (12) 300 (4) 150 (4) 120 (3) 230 (16) 150 (23) 300 (12) 160	202.50 $\sigma : 69.64$

Tableau 2 - Biomasses (poids sec, g/m²) par secteur (\bar{B} = Biomasse moyenne)

1 et 2 mars 1983	394 <i>Fucus serratus</i> bagués	Classes	1	2	3	4	5	6	7
		Nombre d'individus	0	1	8	71	105	129	80
		Pourcentage d'individus	0	0,3	2,0	18,0	26,6	32,8	20,3
		Nombre d'individus fertiles	0	0	0	7	15	14	12
		Pourcentage d'individus fertiles	-	-	-	1,7	3,8	3,5	3,0
10 septembre 1983	218 <i>Fucus serratus</i> bagués retrouvés	Classes	1	2	3	4	5	6	7
		Nombre d'individus	0	0	3	13	39	71	92
		Pourcentage d'individus (par rapport à mars 83)	0	0	0,8	3,3	9,9	18,0	23,3
		Pourcentage d'individus par rapport aux individus retrouvés (218)	0	0	1,4	5,9	17,9	32,6	42,2
		Nombre d'individus fertiles	0	0	0	6	30	68	88
		Pourcentage d'individus fertiles (par rapport à mars 83)	0	0	0	1,5	7,5	17,3	22,3
		Pourcentage d'individus fertiles par rapport aux individus retrouvés)	0	0	0	2,8	13,8	31,2	40,4
19 mars 1983	98 <i>Fucus serratus</i> bagués retrouvés	Classes	1	2	3	4	5	6	7
		Nombre d'individus	0	0	0	8	26	26	38
		Pourcentage d'individus (par rapport à mars 83)	0	0	0	2,0	6,6	6,6	9,6
		Pourcentage d'individus (par rapport aux individus retrouvés (98))	0	0	0	8,2	26,5	26,5	38,8
		Nombre d'individus fertiles	0	0	0	1	6	5	15
		Pourcentage d'individus fertiles par rapport à mars 83	-	-	-	0,3	1,5	1,3	3,8
		Pourcentage d'individus fertiles par rapport aux individus retrouvés)	-	-	-	1,0	6,1	5,1	15,3

Tableau 3 : Données sur Fucus serratus bagués.

- De septembre 1983 à mars 1984, toutes les classes voient leur fertilité diminuer.

- la scission, à la fin de la période de reproduction, des parties de la fronde porteuses de réceptacles provoque la diminution générale des classes. Un autre facteur est, bien sûr, l'élimination des individus arrivés en fin de cycle et des moins résistants.

2.2.2 Fertilité

Les pourcentages obtenus calculés en fonction des individus retrouvés confirment la diminution de la fertilité en hiver.

Tableau 4
Pourcentages de fertilité

Date	Mars 1983	Septembre 1983	Mars 1984
F %	12.18	88.07	27.55

D'une année sur l'autre (mars 1983 à mars 1984), le pourcentage de fertilité a plus que doublé.

2.2.3. Représentation des valeurs moyennes des paramètres L, D et ϕ .

Les valeurs sont celles concernant les 3 périodes de mesures : mars et septembre 1983, mars 1984. Les lignes représentatives des diverses campagnes sont décalées. (Figure 4 p. V.11). Les causes des fluctuations peuvent être décelées par l'examen du tableau de données (tableau 5 A, p. V.12).

La longueur croit de mars à septembre 1983 pour décliner jusqu'à mars 1984. Les valeurs obtenues sont nettement supérieures à celles de l'année précédente.

Les mêmes remarques sont valables pour le nombre de dichotomies et le diamètre.

Une comparaison à des saisons identiques, avec les données obtenues de 1977 à 1978, dans le cadre de l'étude de projet, peut, à ce stade être tentée. (Tableau 5 B, figure 5 p. V.13).

Périodes estivales (août 1977 - Septembre 1983)

Toutes les valeurs, pour les paramètres étudiés, sont supérieures, en septembre 1983 à celles d'août 1977.

Périodes estivales (août 1978 - septembre 1983)

A l'exception de la longueur, toutes les autres valeurs sont supérieures, en septembre 1983, à celles d'août 1978.

Fig : 4

FLAMANVILLE
Plateau de Diélette

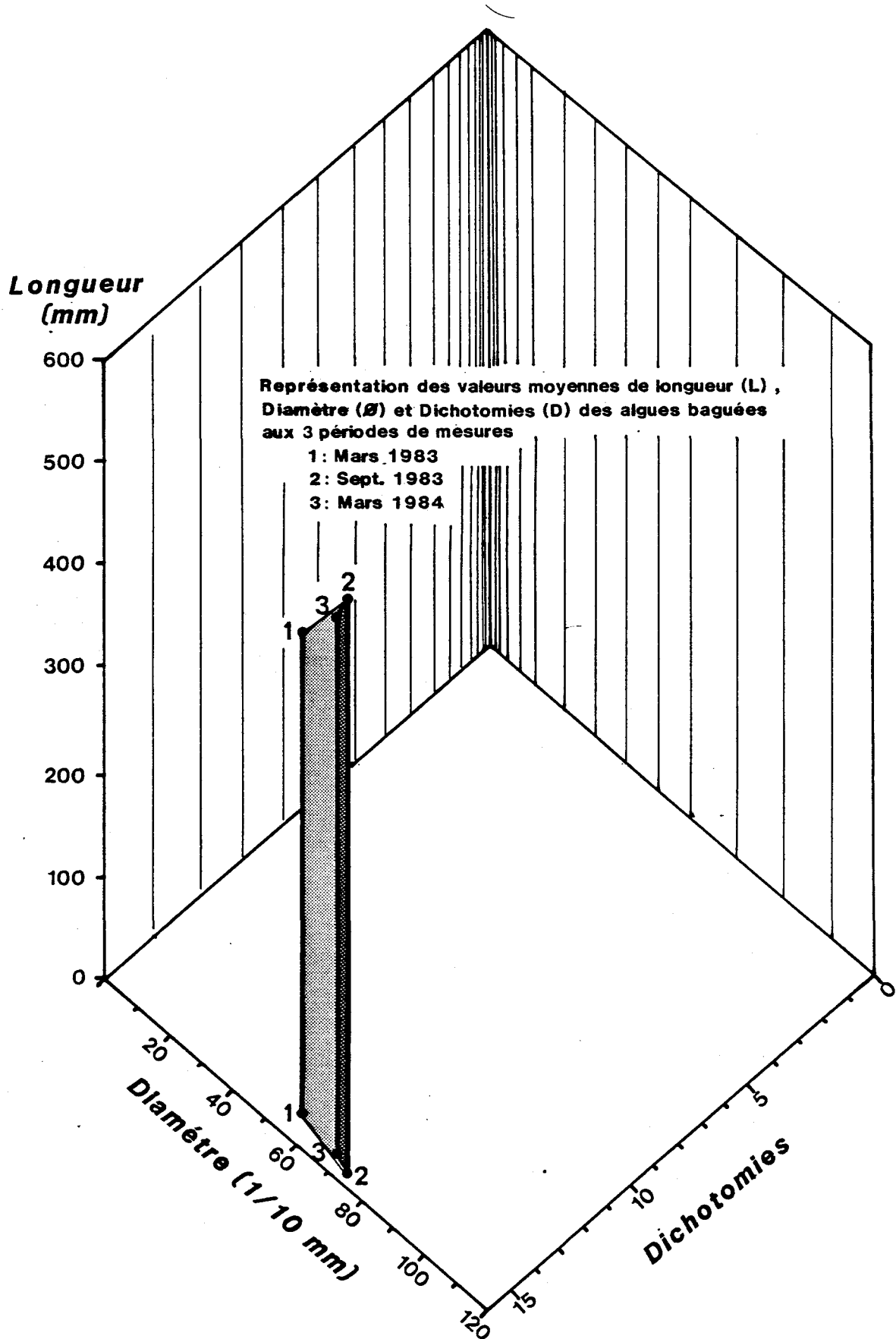


Tableau 5

A. Valeurs moyennes (\bar{X}), et écarts-types (σ) des paramètres mesurés sur Fucus serratus bagués, de 1983 à 1984.

Dates	Para- mètres	Longueur (L) (mm)	Nombre de dichotomies (D)	Diamètre (ϕ) (1/10 mm)
Mars 83	\bar{X}	471,85	15,20	55,48
	σ	150,74	4,65	17,64
Septemb. 1983	\bar{X}	560,11	15,79	73,88
	σ	173,40	5,09	19,42
Mars 84	\bar{X}	526,33	15,51	71,88
	σ	167,20	4,38	18,92

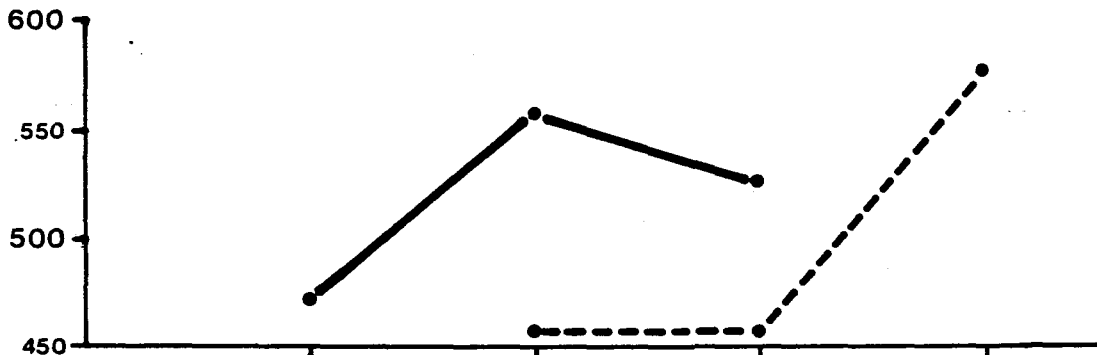
B. Valeurs moyennes (\bar{X}) et écart-types (σ) des paramètres mesurés sur Fucus serratus bagués de 1977 à 1978.

Dates	Para- mètres	Longueur (L) (mm)	Nombre de dichotomies (D)	Diamètre (ϕ) (1/10 mm)
Août 77	\bar{X}	458,10	15,20	60,60
	σ	175,75	6,47	19,28
Février 1978	\bar{X}	457,40	13,90	60,70
	σ	163,83	4,89	15,82
Août 78	\bar{X}	578,60	15,60	71,80
	σ	205,41	6,12	20,21

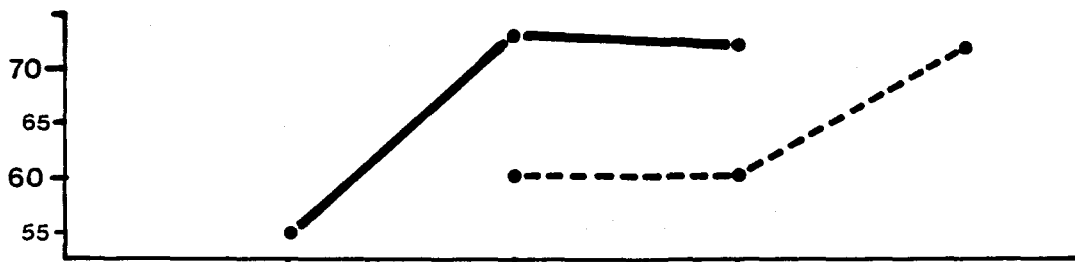
Fig : 5

FLAMANVILLE - Plateau de Diélette
Comparaison de l'évolution saisonnière
des paramètres mesurés .

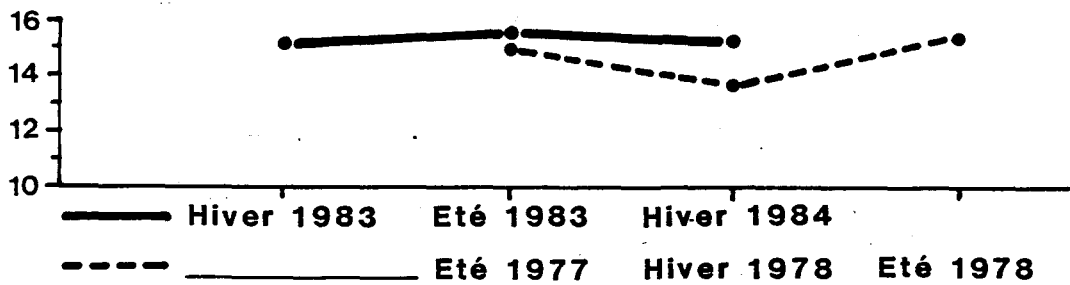
Longueur (L)
 (mm)



Diamètre (Ø)
 (1/10 mm)



nombre de Dichotomies (D)
 (valeurs moyennes)



Périodes hivernales (février 1978 - mars 1983)

A l'exception du diamètre, toutes les valeurs sont supérieures, en mars 1983, à celles de février 1978.

Périodes hivernales (février 1978 - mars 1984)

Toutes les valeurs sont supérieures, en mars 1984, à celles de février 1978.

Un test du χ^2 montre que, pour ces deux périodes hivernales, les différences sont significatives ; par contre, ce n'est pas le cas pour les périodes août 78 et sept. 83.

Il apparaît à ce stade de la surveillance de la population de Fucus serratus du platier de Diélette, que les individus ont atteint un développement supérieur depuis bl'étude de projet. Mais s'agit-il, en 1984, d'individus appartenant à une population identique à celle de la période 1977-1978 ? Vraisemblablement non, compte tenu de la durée de vie d'un pied de Fucus serratus, qui varie, d'après REES (1932) de 3 à 5 ans. Cette durée de vie, ainsi que le développement général de la population, sont en relation étroite avec le mode hydrodynamique (REES, 1932, KNIGHT & PARKE, 1950) et de manière générale avec la qualité des eaux et les conditions météorologiques (lumière ...).

Aussi peut-on penser à tout le moins que la fin des grands travaux de déroctage et de terrassement, qui accroissaient de façon significative la turbidité des eaux, a joué favorablement pour le développement de la nouvelle population. L'hypothèse d'une variation positive de la population, à l'échelle pluri-annuelle, n'est pas, non plus, à écarter.

2.2.4. Devenir des algues baguées.

La dépopulation a atteint, en un an, le pourcentage de 75,13 %. Ce chiffre est inférieur, bien que du même ordre de grandeur (82,50 %) à celui établi pour la même durée, de 1977 à 1978. Il apporte donc une confirmation quant à la meilleure "stabilité" de la population en 1984, par rapport à 1978, compte tenu du fait qu'une algue baguée attire davantage l'attention de l'observateur.

Tableau 6
Dépopulation

Date	Nombre d'individus restant	Dépopulation (%) par rapport à la population initiale	Population restante (%)
03-1983	394	0.00	100.00
09-1983	218	44.67	55.33
03.1984	98	75.13	24.87

L'histogramme de fréquence permet, par ailleurs, de suivre les variations de fertilité, par classes, au sein de la population (figure 6, p. V.15).

2.2.5. Bilan fonctionnel

Quatre vingt dix huit individus sur 394 bagués en mars 1983, ont donc pu être suivis de mars 1983 à mars 1984.

Le bilan fonctionnel global a été établi pour la population restante. Il s'avère positif et témoigne donc de son développement (Annexe 1 p. V.19).

Le bilan fonctionnel global a également été établi pour chacune des classes créées (tableau 7, p. V.16). Les individus les plus jeunes sont passés dans les classes supérieures. L'examen détaillé des fluctuations des divers paramètres, établi pour chaque classe, montre que les progressions les plus importantes concernent (à l'exclusion de la classe 3 qui, avec 1 individu, n'est plus représentative) :

- la classe 4, pour la longueur et le nombre de dichotomies (L et D) ;
- la classe 5 pour le diamètre.

Par contre, le nombre de dichotomies reste stable à partir de la classe 5.

Tableau 7

Evolution de la population d'algues baguées de mars 1983 à mars 1984

Conclusion

En novembre 1983, la population de Fucus serratus L. du platier de Diélette, à Flamanville, occupait 24800 m². L'analyse de divers paramètres, suivis aux périodes hivernales et estivales, permet de cerner la structure de la population et de dégager le sens de son évolution.

De façon générale, les valeurs de biomasse sont plus fortes en été qu'en hiver. La fertilité est permanente avec des valeurs maximales en été et concerne alors une forte proportion d'individus parmi les plus développés.

Le bilan fonctionnel établi montre que cette population de Fucus serratus L. est, en 1984, en développement. En particulier, la très grande majorité des valeurs, pour les paramètres étudiés, sont supérieures à cette date, à celles concernant, d'une part l'année 1983, d'autre part la période 1977-1978, couvrant l'étude de projet.

Le taux de dépopulation (75,13 %) inférieur à celui enregistré lors de l'étude de projet (82,50 %) confirme une meilleure implantation de la population en 1984. Enfin, il apparait que, si les valeurs moyennes hivernales sont plus élevées en 83 et 84 qu'en 78, les valeurs moyennes estivales, par contre, ne peuvent être différenciées. La population semble évoluer vers une meilleure stabilité en période hivernale.

BIBLIOGRAPHIE

- BELSHER, T., 1979 - Etude de population végétale : la dynamique d'une population Fucus serratus in Etude écologique de projet. Site de Flamanville - 2ème cycle - Rapport général CNEXO, D. ELGMM : 374-403. Contrat EDF-CNEXO.
- BELSHER, T. et M. QUEHEN, 1978 - Etude d'une population végétale. In : Etude écologique. Site de Paluel - 2ème cycle - Rapport général CNEXO, Unité littoral : 277-335, annexes 230-392. Contrat EDF-CNEXO.
- BOUDOURESQUE, C.F., 1971 b - Méthodes d'études qualitative et quantitative du benthos (en particulier du phytobenthos). Tethys, 3 (1) : 79 - 104
- BRAUD, J.P. et R. PEREZ, 1976 - Les grandes populations d'algues brunes de la Bretagne méridionale. Sciences et Pêches, Bull. Inst. Pêches marit., 255 : 1 p + 1 carte.
- BRETON-PROVENCHER, M., 1976 - Aspects écologiques de la production des algues benthiques médiolittorales de la région du Bic, estuaire maritime du Saint-Laurent. Thèse Univ. Laval, Québec : 194 p.
- FELDMANN, J., 1954 - Inventaire de la flore marine de Roscoff. Trav. St. Biol. Roscoff, Suppl. 6 : 152 p.
- HAMEL, G., 1939. Phéophycées de France. Paris : 431 p.
- KNIGHT, M. and M. PARKE, 1950. A biological study of Fucus vesiculosus and Fucus serratus. J. mar. biol. Ass. U.K., 29 : 439-514.
- QUEHEN, M., 1977. Recensement et fonctionnement d'une population de Fucus serratus Linne - Aspects du peuplement. Site de Paluel. Mémoire de fin d'études, ENITA, Dijon, 74 p.
- REES, T.K., 1932. A note on the longevity of certain species of the Fucaceae. Ann. Bot. , 46 : 1063-1064.

ANNEXES

Annexe 1 : Bilan fonctionnel de mars 1983 à mars 1984.

Fluctuations Numéro bague	Longueur $\Delta L(\text{mm})$	Diamètre $\Delta\phi(1/10\text{mm})$	Dichotomie ΔD
8	+ 175	+ 8	+ 4
9	+ 170	- 12	+ 6
10	+ 100	- 6	+ 3
11	+ 55	0	+ 2
12	+ 160	0	+ 6
17	0	0	+ 3
18	- 100	+ 44	- 9
21	+ 210	+ 15	+ 4
22	+ 110	- 16	+ 8
23	- 200	- 8	- 8
24	+ 190	+ 2	+ 8
25	- 175	- 10	- 5
26	- 5	+ 4	- 2
27	+ 50	+ 17	+ 1
38	+ 20	+ 18	+ 2
39	+ 190	+ 9	+ 1
40	- 105	+ 18	- 8
44	- 80	+ 23	- 3
45	- 50	+ 20	+ 2
46	- 10	- 20	- 6
58	+ 70	+ 2	+ 3
59	+ 80	+ 4	+ 1
60	- 170	- 28	- 6
61	+ 65	+ 22	+ 6
63	+ 140	+ 20	+ 1
64	+ 35	+ 22	- 1
68	+ 130	+ 8	+ 5
69	+ 180	+ 21	+ 5
71	+ 170	+ 21	+ 6
79	+ 345	- 8	+ 5
80	- 100	+ 38	- 1
81	+ 30	+ 16	+ 2
82	+ 120	+ 41	+ 6
83	- 120	+ 30	- 4
86	+ 130	+ 23	- 2
89	- 75	+ 52	0
90	+ 90	+ 33	+ 7
95	+ 275	+ 29	+ 8
109	+ 25	+ 19	0
110	+ 220	+ 37	+ 11
120	+ 90	+ 28	0
121	- 90	+ 27	- 4
124	+ 300	+ 37	+ 7
143	+ 120	+ 7	- 6
144	+ 75	+ 24	- 5
155	+ 20	+ 17	- 1
159	+ 75	+ 21	- 1
161	+ 95	+ 33	- 8
166	+ 140	- 5	+ 2

Annexe 1 (suite).

Fluctuations Numéro bague	Longueur	Diamètre	Dichotomie
	$\Delta L(\text{mm})$	$\Delta\phi(1/10\text{mm})$	ΔD
170	+ 195	+ 65	+ 1
174	+ 150	+ 30	0
190	+ 110	+ 58	0
192	- 40	+ 17	- 5
193	+ 260	+ 27	+ 5
197	- 50	+ 16	- 1
198	+ 220	+ 35	+ 1
214	+ 15	+ 18	0
217	- 15	+ 18	0
226	- 105	+ 14	- 2
234	+ 5	+ 22	- 2
247	+ 15	+ 20	+ 1
250	+ 120	+ 9	+ 1
252	+ 110	+ 15	+ 2
253	+ 220	+ 15	+ 6
255	+ 10	+ 8	0
256	+ 20	+ 18	- 1
260	+ 180	+ 15	+ 10
263	- 170	- 7	- 5
264	- 150	+ 53	- 2
275	+ 5	+ 20	- 1
276	+ 75	+ 17	+ 6
277	+ 105	+ 52	- 3
278	- 15	+ 14	0
291	+ 15	+ 67	0
292	- 65	+ 10	- 4
293	+ 205	+ 16	+ 6
298	- 100	- 8	- 4
303	- 90	+ 21	0
304	- 40	- 1	- 3
305	+ 90	+ 11	+ 1
307	+ 80	+ 11	- 4
308	+ 10	+ 22	- 6
309	+ 65	+ 14	+ 2
310	- 35	+ 10	- 2
327	+ 65	+ 51	+ 7
328	+ 25	+ 28	+ 2
331	+ 175	+ 15	+ 3
345	0	- 6	+ 5
352	+ 65	+ 27	+ 3
354	+ 170	+ 26	+ 2
376	+ 20	+ 5	- 2
380	+ 130	+ 52	+ 6
383	+ 220	+ 12	+ 4
389	+ 190	- 3	+ 3
395	- 120	+ 37	0
396	+ 90	- 11	+ 9
Δ	$\overline{\Delta L} = +58,39$	$\overline{\Delta\phi} = +17,35$	$\overline{\Delta D} = +0,88$
σ	$\sigma = 116,12$	$\sigma = 18,26$	$\sigma = 4,40$

Annexe 2 : Fluctuations par mission : Longueur (cm).

(Δ = fluctuations)

Dates et N°bague Δ	A mars 83	B Sept. 83	$\Delta(B-A)$	C mars 84	$\Delta(C-B)$	$\Delta(C-A)$
8	14,0	22,0	+ 8,0	31,5	+ 9,5	+ 17,5
9	51,0	68,5	+ 17,5	68,0	- 0,5	+ 17,0
10	60,0	85,0	+ 25,0	70,0	- 15,0	+ 10,0
11	44,5	61,0	+ 16,5	50,0	- 11,0	+ 5,5
12	19,0	30,0	+ 11,0	35,0	+ 5,0	+ 16,0
17	28,0	34,0	+ 6,0	28,0	- 6,0	0
18	60,0	54,0	- 0,6	50,0	- 4,0	- 10,0
21	13,0	24,0	+ 11,0	34,0	+ 10,0	+ 21,0
22	23,0	23,0	0	34,0	+ 11,0	+ 11,0
23	38,5	36,0	- 1,5	17,5	- 18,5	- 20,0
24	20,0	55,0	+ 35,0	39,0	- 16,0	+ 19,0
25	35,5	53,0	+ 17,5	18,0	- 35,0	- 17,5
26	18,5	26,0	+ 7,5	18,0	- 8,0	- 0,5
27	26,0	31,0	+ 5,0	30,0	0	+ 5,0
38	57,0	75,0	+ 18,0	59,0	- 16,0	+ 2,0
39	31,0	45,5	+ 14,5	50,0	+ 4,5	+ 19,0
40	31,5	21,0	- 10,5	21,0	0	- 10,5
44	41,0	54,5	+ 13,5	33,0	- 21,5	- 8,0
45	37,0	45,0	- 8,0	48,0	+ 3,0	- 5,0
46	44,0	60,0	+ 16,0	43,0	- 17,0	- 1,0
58	41,0	60,0	+ 19,0	48,0	- 12,0	+ 7,0
59	69,0			77,0		+ 8,0
60	68,0	77,0	+ 9,0	51,0	- 26,0	- 17,0
61	48,0	57,0	+ 9,0	54,5	- 2,5	+ 6,5
63	54,0	61,0	+ 7,0	68,0	+ 7,0	+ 14,0
64	35,5	41,0	+ 5,5	39,0	- 2,0	+ 3,5
68	27,0	40,0	+ 13,0	40,0	0	+ 13,0
69	42,0	60,0	+ 18,0	60,0	0	+ 18,0
71	33,0	68,0	+ 35,0	50,0	- 18,0	+ 17,0
79	35,5	90,0	+ 54,5	70,0	- 20,0	+ 34,5
80	35,0	49,0	+ 14,0	25,0	- 24,0	- 10,0
81	29,0	41,0	+ 12,0	32,0	- 9,0	+ 3,0
82	40,0	56,5	+ 16,5	52,0	- 4,5	+ 12,0
83	71,0	60,0	- 9,0	57,0	- 3,0	- 12,0
86	59,0	82,0	+ 23,0	72,0	- 10,0	+ 13,0
89	52,5	63,0	+ 10,5	45,0	- 18,0	- 7,5
90	36,0	48,0	+ 12,0	45,0	- 3,0	+ 9,0
95	48,5	72,0	+ 23,5	76,0	+ 4,0	+ 27,5
109	39,0	57,0	+ 18,0	42,5	- 15,5	+ 2,5
110	32,0	52,5	+ 20,5	53,5	+ 1,5	+ 22,0
120	45,0	63,0	+ 18,0	54,0	- 9,0	+ 9,0
121	72,0	78,0	+ 6,0	63,0	- 15,0	- 9,0
124	28,0	46,5	+ 18,5	58,0	+ 11,5	+ 30,0
143	58,0	71,0	+ 13,0	70,0	- 1,0	+ 12,0
144	66,5	79,0	+ 12,5	74,0	- 5,0	+ 7,5
155	46,0	61,0	+ 15,0	48,0	- 13,0	+ 2,0
159	82,5	98,0	+ 15,5	90,0	- 8,0	+ 7,5
161	37,5	53,0	+ 15,5	47,0	- 6,0	+ 9,5
166	47,0	54,0	+ 7,0	61,0	+ 7,0	+ 14,0
170	55,5	72,0	+ 16,5	75,0	+ 3,0	+ 19,5
174	50,0	70,0	+ 20,5	65,0	- 5,5	+ 15,0
190	40,0	57,0	+ 17,0	51,0	- 6,0	+ 11,0

Annexe 2 (suite).

Dates et N°bague Δ	A mars 83	B Sept. 83	$\Delta(B-A)$	C mars 84	$\Delta(C-B)$	$\Delta(C-A)$
192	60,0	58,0	- 2,0	56,0	- 2,0	- 4,0
193	59,0			85,0		+ 26,0
197	75,0	82,0	+ 7,0	70,0	- 12,0	- 5,0
198	51,0			73,0		+ 22,0
214	48,5	56,5	+ 8,0	50,0	- 6,5	+ 1,5
217	66,5	47,0	- 18,5	63,0	+ 16,0	- 1,5
226	51,5	59,0	- 7,5	56,0	- 3,0	- 10,5
234	42,5	44,0	+ 1,5	43,0	- 1,0	+ 0,5
247	64,5	75,5	+ 11,0	65,0	- 9,5	+ 1,5
250	32,0	70,0	+ 38,0	44,0	- 26,0	+ 12,0
252	45,0	68,0	+ 23,0	56,0	- 12,0	+ 11,0
253	30,0	47,0	+ 17,0	52,0	+ 5,0	+ 22,0
255	69,0	78,0	+ 9,0	70,0	- 8,0	+ 1,0
256	48,0	47,0	- 1,0	50,0	+ 3,0	+ 2,0
260	33,0	40,0	+ 7,0	51,0	+ 11,0	+ 18,0
263	59,0	71,0	+ 12,0	40,0	- 29,0	- 17,0
264	75,0	105,0	+ 30,0	60,0	- 45,0	- 15,0
275	35,5	51,0	+ 15,5	36,0	- 15,0	+ 0,5
276	65,5	70,0	+ 4,5	73,0	+ 3,0	+ 7,5
277	45,5			56,0		+ 10,5
278	53,5	52,0	- 1,5	52,0	0	- 1,5
291	39,5	45,0	+ 5,5	41,0	- 4,0	+ 1,5
292	84,5			78,0		- 6,5
293	65,5	87,0	+ 21,5	86,0	- 1,0	+ 20,5
298	54,0	50,0	- 4,0	44,0	- 6,0	- 10,0
303	48,0	51,0	+ 3,0	39,0	- 12,0	- 9,0
304	30,0	36,5	+ 6,5	26,0	- 10,5	- 4,0
305	52,0	71,0	+ 19,0	61,0	- 10,0	+ 9,0
307	35,0	44,5	+ 9,5	43,0	- 1,5	+ 8,0
308	43,0	57,0	+ 14,0	44,0	- 13,0	+ 1,0
309	66,5	78,0	+ 11,5	73,0	- 5,0	+ 6,5
310	64,5	72,5	+ 8,0	61,0	- 11,5	- 3,5
327	30,0			36,5		+ 6,5
328	54,5	70,0	+ 5,5	67,0	- 3,0	+ 2,5
331	31,0	42,0	+ 11,0	48,5	+ 6,5	+ 17,5
345	23,0	32,0	+ 9,0	23,0	- 9,0	0
352	42,5	56,5	+ 14,0	49,0	- 7,5	+ 6,5
354	29,5	47,0	+ 17,5	46,5	- 0,5	+ 17,0
376	33,0	49,5	+ 16,5	35,0	- 14,5	+ 2,0
380	20,0	25,5	+ 5,5	33,0	+ 7,5	+ 13,0
383	44,0	56,0	+ 12,0	66,0	+ 10,0	+ 22,0
389	57,0	78,0	+ 21,0	76,0	- 2,0	+ 19,0
395	64,0	75,0	+ 11,0	52,0	- 23,0	- 12,0
396	43,0	46,0	+ 3,0	52,0	+ 6,0	+ 9,0
$\bar{\Delta}$			$\bar{\Delta}=+11,468$		$\bar{\Delta}=-5,844$	$\bar{\Delta}=+5,839$
σ			$\sigma=10,724$		$\sigma=11,017$	$\sigma=11,612$

Annexe 3 : Fluctuations par mission : Dichotomies.

(Δ = fluctuations)

Dates et N°bague Δ	A mars 83	B Sept. 83	$\Delta(B-A)$	C mars 84	$\Delta(C-B)$	$\Delta(C-A)$
8	8	12	+ 4	12	0	+ 4
9	18	23	+ 5	24	+ 1	+ 6
10	19	28	+ 9	22	- 6	+ 3
11	12	15	+ 3	14	- 1	+ 2
12	8	10	+ 2	14	+ 4	+ 6
17	10	14	+ 4	13	- 1	+ 3
18	24	18	- 6	15	- 3	- 9
21	5	7	+ 2	9	+ 2	+ 4
22	8	8	0	16	+ 8	+ 8
23	16	7	- 9	8	+ 1	- 8
24	5	16	+ 11	13	- 3	+ 8
25	12	14	+ 2	7	- 7	- 5
26	8	11	+ 3	6	- 5	- 2
27	8	8	0	9	+ 1	+ 1
38	21	22	+ 1	23	+ 1	+ 2
39	15	13	- 2	16	+ 3	+ 1
40	15	8	- 7	7	- 1	- 8
44	13	16	+ 3	10	- 6	- 3
45	11	12	+ 1	13	+ 1	+ 2
46	16	21	+ 5	10	- 11	- 6
58	13	18	+ 5	16	- 2	+ 3
59	21			22		+ 1
60	21	21	0	15	- 6	- 6
61	11	17	+ 6	17	0	+ 6
63	19	16	- 3	20	+ 4	+ 1
64	13	10	- 3	12	+ 2	- 1
68	7	10	+ 3	12	+ 2	+ 5
69	10	14	+ 4	15	+ 1	+ 5
71	11	23	+ 12	17	- 6	+ 6
79	13	22	+ 9	18	- 4	+ 5
80	9	12	+ 3	8	- 4	- 1
81	13	18	+ 5	15	- 3	+ 2
82	11	17	+ 6	17	0	+ 6
83	16	16	0	12	- 4	- 4
86	21	30	+ 9	19	- 11	- 2
89	17	21	+ 4	17	- 4	0
90	10	15	+ 5	17	+ 2	+ 7
95	14	20	+ 6	22	+ 2	+ 8
109	15	19	+ 4	15	- 4	0
110	5	11	+ 6	16	+ 5	+ 11
120	13	16	+ 3	13	- 3	0
121	21	19	- 2	17	- 2	- 4
124	7	10	+ 3	14	+ 4	+ 7
143	16	10	- 6	10	0	- 6
144	20	22	+ 2	15	- 7	- 5
155	14	16	+ 2	13	- 3	- 1
159	24	20	- 4	23	+ 3	- 1
161	16	17	+ 1	8	- 9	- 8
166	14	16	+ 2	16	0	+ 2
170	18	22	+ 4	19	- 3	+ 1
174	18	20	+ 2	18	- 2	0
190	18	17	- 1	18	+ 1	0
192	15	14	- 1	10	- 4	- 5

Annexe 3 (suite).

Dates et N°bague Δ	A mars 83	B Sept. 83	$\Delta(B-A)$	C mars 84	$\Delta(C-B)$	$\Delta(C-A)$
193	14			19		+ 5
197	22	19	- 3	21	+ 2	- 1
198	17			16		- 1
214	16	15	- 1	16	+ 1	0
217	15	15	0	15	0	0
226	19	14	- 5	17	+ 3	- 2
234	15	14	- 1	13	- 1	- 2
247	20	19	- 1	21	+ 2	+ 1
250	15	22	+ 7	16	- 6	+ 1
252	16	17	+ 1	18	+ 1	+ 2
253	10	12	+ 2	16	+ 4	+ 6
255	21	20	- 1	21	+ 1	0
256	19	16	- 3	18	+ 2	- 1
260	8	12	+ 4	18	+ 6	+ 10
263	21	20	- 1	16	- 4	- 5
264	27	38	+ 11	25	- 13	- 2
275	16	15	- 1	15	0	- 1
276	21	22	+ 1	27	+ 5	+ 6
277	15			12		- 3
278	15	16	+ 1	15	- 1	0
291	14	13	- 1	14	+ 1	0
292	23			19		- 4
293	13	17	+ 4	19	+ 2	+ 6
298	20	16	- 4	16	0	- 4
303	13	15	+ 2	13	- 2	0
304	13	11	- 2	10	- 1	- 3
305	18	23	+ 5	19	- 4	+ 1
307	14	14	0	10	- 4	- 4
308	14	16	+ 2	8	- 8	- 6
309	19	20	+ 1	21	+ 1	+ 2
310	17	17	0	15	- 2	- 2
327	8			15		+ 7
328	22	23	+ 1	24	+ 1	+ 2
331	8	8	0	11	+ 3	+ 3
345	8	13	+ 5	13	0	+ 5
352	14	14	0	17	+ 3	+ 3
354	9	13	+ 4	11	- 2	+ 2
376	12	12	0	10	- 2	- 2
380	7	8	+ 1	13	+ 5	+ 6
383	15	17	+ 2	19	+ 2	+ 4
389	16	17	+ 1	19	+ 2	+ 3
395	18	18	0	18	0	0
396	14	15	+ 1	23	+ 8	+ 9
$\bar{\Delta}$			$\bar{\Delta}=+1,66$	Δ	$\bar{\Delta}=-0,80$	$\bar{\Delta}=+0,88$
σ			$\sigma= 3,86$		$\sigma= 4,02$	$\sigma= 4,40$

Annexe 4 : Fluctuations par mission : Diamètre (mm).

(Δ = fluctuations)

Dates et N°bague Δ	A mars 83	B Sept. 83	$\Delta(B-A)$	C mars 84	$\Delta(C-B)$	$\Delta(C-A)$
8	3,8	5,0	+ 1,2	4,6	- 0,4	+ 0,8
9	7,6	5,5	- 2,1	6,4	+ 0,9	- 1,2
10	6,1	7,6	+ 1,5	5,5	- 2,1	- 0,6
11	5,0	6,5	+ 1,5	5,0	- 1,5	0
12	3,5	3,9	+ 0,4	3,5	- 0,4	0
17	5,0	6,0	+ 1,0	5,0	- 1,0	0
18	5,6	7,2	+ 1,6	10,0	+ 2,8	+ 4,4
21	2,5	3,4	+ 0,9	4,0	+ 0,6	+ 1,5
22	7,6	7,5	- 0,1	6,0	- 1,5	- 1,6
23	5,8	4,5	- 1,3	5,0	+ 0,5	- 0,8
24	3,8	5,5	+ 1,7	4,0	- 1,5	+ 0,2
25	5,0	5,6	+ 0,6	4,0	- 1,6	- 1,0
26	4,6	5,5	+ 0,9	5,0	- 0,5	+ 0,4
27	3,1	5,6	+ 2,5	5,0	- 0,6	+ 1,7
38	6,2	9,4	+ 3,2	8,0	- 1,4	+ 1,8
39	4,1	5,1	+ 1,0	5,0	- 0,1	+ 0,9
40	5,8	8,1	+ 2,3	7,6	- 0,5	+ 1,8
44	3,7	4,4	+ 0,7	6,0	+ 2,4	+ 2,3
45	4,5	6,6	+ 2,1	6,5	- 0,1	+ 2,0
46	6,6	10,2	+ 3,6	4,6	- 5,6	- 2,0
58	8,8	7,9	- 0,9	9,0	+ 1,1	+ 0,2
59	7,6			8,0		+ 0,4
60	8,4	11,7	+ 3,3	5,6	- 6,1	- 2,8
61	6,8	9,0	+ 2,2	9,0	0	+ 2,2
63	5,0	5,9	+ 0,9	7,0	+ 1,1	+ 2,0
64	6,8	8,0	+ 1,2	9,0	+ 1,0	+ 2,2
68	5,2	5,8	+ 0,6	6,0	+ 0,2	+ 0,8
69	3,2	4,7	+ 1,5	5,3	+ 0,6	+ 2,1
71	4,7	6,1	+ 1,4	6,8	+ 0,7	+ 2,1
79	8,6	7,8	- 0,8	7,8	0	- 0,8
80	3,7	7,6	+ 4,1	7,5	- 0,1	+ 3,8
81	3,9	7,3	+ 3,4	5,5	- 1,8	+ 1,6
82	7,2	9,7	+ 2,5	11,3	+ 1,6	+ 4,1
83	8,0	11,1	+ 3,1	11,0	- 0,1	+ 3,0
86	4,9	9,3	+ 4,4	7,2	- 2,1	+ 2,3
89	4,2	8,3	+ 4,1	9,4	+ 1,1	+ 5,2
90	3,1	6,8	+ 3,7	6,4	- 0,4	+ 3,3
95	6,1	8,8	+ 2,7	9,0	+ 0,2	+ 2,9
109	5,7	6,4	+ 0,7	7,6	+ 1,2	+ 1,9
110	2,3	4,5	+ 2,2	6,0	+ 1,5	+ 3,7
120	4,6	5,2	+ 0,6	7,4	+ 2,2	+ 2,8
121	6,7	8,8	+ 1,1	9,4	+ 0,6	+ 2,7
124	3,7	5,8	+ 2,1	7,3	+ 1,5	+ 3,7
143	4,8	5,9	+ 1,1	5,5	- 0,4	+ 0,7
144	6,0	7,7	+ 1,7	8,4	+ 0,7	+ 2,4
155	3,6	6,5	+ 2,9	5,3	- 1,2	+ 1,7
159	8,4	12,9	+ 4,5	10,5	- 2,4	+ 2,1
161	5,4	9,1	+ 3,7	8,7	- 0,4	+ 3,3
166	6,0	6,6	+ 0,6	5,5	- 1,1	- 0,5
170	3,7	9,5	+ 5,8	10,2	+ 0,7	+ 6,5
174	6,0	7,0	+ 1,0	9,0	+ 2,0	+ 3,0
190	5,2	12,2	+ 7,8	11,0	- 1,2	+ 5,8
192	6,7	8,5	+ 1,8	8,4	- 0,1	+ 1,7

Dates et N°bague Δ	A mars 83	B Sept. 83	$\Delta(B-A)$	C mars 84	$\Delta(C-B)$	$\Delta(C-A)$
193	5,3			8,0		+ 2,7
197	7,0	8,7	+ 1,7	8,6	- 0,1	+ 1,6
198	6,0			9,5		+ 3,5
214	5,2	7,7	+ 2,5	7,0	- 0,7	+ 1,8
217	5,7	6,9	+ 1,2	7,5	+ 0,6	+ 1,8
226	6,6	8,3	+ 1,7	8,0	- 0,3	+ 1,4
234	4,8	7,9	+ 3,1	7,0	- 0,9	+ 2,2
247	8,0	11,3	+ 2,3	10,0	- 1,3	+ 2,0
250	5,1	9,0	+ 3,9	6,0	- 3,0	+ 0,9
252	4,5	5,8	+ 1,3	6,0	+ 0,2	+ 1,5
253	4,3	4,9	+ 0,6	5,8	+ 0,9	+ 1,5
255	7,3	9,0	+ 1,7	8,1	- 0,9	+ 0,8
256	6,2	7,7	+ 1,5	8,0	+ 0,3	+ 1,8
260	3,8	5,9	+ 2,1	5,3	- 0,6	+ 1,5
263	6,2	7,0	+ 0,8	5,5	- 1,5	- 0,7
264	5,7	11,1	+ 5,4	11,0	- 0,1	+ 5,3
275	5,0	7,3	+ 2,3	7,0	- 0,3	+ 2,0
276	8,0	9,9	+ 1,9	9,7	- 0,2	+ 1,7
277	4,0			9,2		+ 5,2
278	6,4	10,6	+ 4,2	8,0	- 2,6	+ 1,4
291	3,5	8,2	+ 4,7	10,2	+ 2,0	+ 6,7
292	5,1			6,1		+ 1,0
293	5,2	7,5	+ 2,3	6,8	- 0,7	+ 1,6
298	6,0	7,4	+ 1,4	5,2	- 2,2	- 0,8
303	6,0	7,2	+ 1,2	8,1	+ 0,9	+ 2,1
304	6,7	6,4	- 0,3	6,6	+ 0,2	- 0,1
305	7,8	7,8	0	6,9	+ 1,1	+ 1,1
307	5,3	6,1	+ 0,8	6,4	+ 0,3	+ 1,1
308	6,1	7,9	+ 1,8	8,3	+ 0,4	+ 2,2
309	7,2	9,6	+ 2,4	8,6	- 1,0	+ 1,4
310	7,2	8,5	+ 1,3	8,2	- 0,3	+ 1,0
327	3,1			8,2		+ 5,1
328	5,5	8,9	+ 3,4	8,3	- 0,6	+ 2,8
331	4,0	5,0	+ 1,0	5,5	+ 0,5	+ 1,5
345	4,7	7,0	+ 2,3	4,1	- 2,9	- 0,6
352	6,6	8,2	+ 1,6	9,3	+ 1,1	+ 2,7
354	4,0	5,9	+ 1,9	6,6	+ 0,7	+ 2,6
376	5,3	6,2	+ 0,9	5,8	- 0,4	+ 0,5
380	3,9	5,0	+ 1,1	9,1	+ 4,1	+ 5,2
383	6,4	7,4	+ 1,0	7,6	+ 0,2	+ 1,2
389	5,0	5,6	+ 0,6	4,7	- 0,9	- 0,3
395	5,9	10,5	+ 4,6	9,6	- 0,9	+ 3,7
396	6,5	6,2	- 0,3	5,4	- 0,8	- 1,1
	$\bar{\Delta}$		$\bar{\Delta}=+1,881$		$\bar{\Delta}=-0,088$	$\bar{\Delta}=+1,735$
	σ		$\sigma= 1,556$		$\sigma= 1,534$	$\sigma=1,826$

CHAPITRE VI

ZOOBENTHOS

Auteurs : C. CHEVALIER - Biologiste - CNEXO
L. DREVES " "
B. GUILLAUMONT " "
D. HAMON " "
R. LOARER - Sédimentologue - CNEXO
P. WALKER - Géologue - UER CAEN
F. GRESSELIN - Géologue - UER CAEN

Avec la collaboration de :
D. COIC et E. DESBRUYERES (CNEXO)

CHAPITRE VI - ZOOBENTHOS

A. INTRODUCTION.....	VI. 1
B. INTERTIDAL.....	VI. 5
I. Substrats meubles.....	VI. 5
1. Introduction.....	VI. 5
2. Suivi de l'endofaune.....	VI. 5
a) Rappel des études de projet.....	VI. 5
b) Etude de surveillance.....	VI. 6
b.1) Matériel et méthodes.....	VI. 6
b.1.1) Modalités d'échantillonnage.....	VI. 6
b.1.2) Analyse des échantillons.....	VI. 6
b.2) Résultats.....	VI. 7
b.2.1) Profil topographique.....	VI. 7
b.2.2) Etude granulométrique.....	VI. 8
b.2.3) Etude faunistique.....	VI.12
3. Etude d' <i>Urothoë brevicornis</i>	VI.15
a) Matériel et méthodes.....	VI.17
a.1) Modalités d'échantillonnage.....	VI.17
a.2) Analyse des échantillons.....	VI.17
b) Résultats.....	VI.18
b.1) Densités - Répartition spatiale.....	VI.18
b.2) Sex-ratio - Etat de reproduction.....	VI.18
b.3) Structures démographiques.....	VI.20
4. Conclusion.....	VI.23
II. Substrats durs.....	VI.24
1. Introduction.....	VI.24
2. Suivi de la ceinture à <i>Balanus balanoides</i>	VI.24
a) Matériel et méthodes.....	VI.24
b) Résultats.....	VI.26
b.1) Evaluation des densités de cirripèdes.....	VI.26
b.2) Pourcentage des différentes espèces de cirripèdes.....	VI.26
b.3) Etude de recolonisation par les cirripèdes.....	VI.27
b.4) Evaluation des densités des principales espèces ac-	
compagnatrices.....	VI.27
3. Conclusion.....	VI.30

C. SUBLITTORAL.....	VI.31
I. Introduction.....	VI.31
II. Prospection des fonds par sonar latéral et photographie sous-marine.....	VI.32
1. La carte structurale.....	VI.33
a) Le cadre géologique régional.....	VI.32
b) Approche structurale.....	VI.32
b.1) Les structures plicatives.....	VI.32
b.2) La fracturation.....	VI.34
2. La couverture sédimentaire.....	VI.34
a) Nature et répartition des sédiments.....	VI.36
b) La dynamique sédimentaire.....	VI.36
3. Conclusion.....	VI.37
III. Analyse quantitative du macrobenthos du faciès à <i>Nucula nucleus</i> ..	VI.39
1. Matériel et méthodes.....	VI.39
2. Résultats.....	VI.39
IV. Etude de <i>Nucula nucleus</i>	VI.43
1. Matériel et méthodes.....	VI.43
a) Modalités d'échantillonnage.....	VI.43
b) Analyse des échantillons.....	VI.43
b.1) Analyse des stries de croissance.....	VI.43
b.2) Choix du paramètre de mesure.....	VI.44
b.3) Etat de reproduction.....	VI.44
b.4) Calcul du poids sec de matière organique.....	VI.45
2. Résultats.....	VI.45
a) Densité.....	VI.45
b) Structure démographique.....	VI.46
b.1) Analyse des stries de croissance.....	VI.46
b.2) Histogrammes de fréquences de tailles.....	VI.47
c) Etat de reproduction - Sex-ratio.....	VI.50
d) Poids sec de matière organique.....	VI.53
3. Conclusion.....	VI.54
BIBLIOGRAPHIE.....	VI.55

A. INTRODUCTION.

Cette première année de surveillance a pour objectif de contribuer à l'étude des fluctuations naturelles survenues depuis les études de projet et avant la mise en service de la centrale.

Les résultats des deux années de projet ont permis de sélectionner pour les différents peuplements mis en évidence et dans la limite du temps imparti, les principaux paramètres à suivre. Le secteur géographique a été limité à la zone située à proximité immédiate du site d'implantation de la centrale.

Par ailleurs, le développement entre temps de la technique du sonar latéral (associée à la télévision et photographie sous-marines) et son intérêt en particulier sur ce type de fond, a permis de susciter un programme complémentaire à l'étude de projet ; programme étalé sur deux ans.

Enfin, l'intérêt scientifique de certains thèmes et l'importance des délais écoulés depuis les études de projet ont amené à dépasser exceptionnellement les études prévues dans le cadre de la surveillance (tableau 1) ; les résultats font toutefois l'objet d'une présentation dans ce rapport.

Le calendrier des missions effectuées est présenté dans le tableau 2 ; les zones d'études sont reportées sur la figure 1.

	Contrat	Programme réalisé	Etude réalisée hors contrat
Substrats meubles	<p>Objectif : contrôler les variations pluriannuelles de l'endofaune et plus particulièrement de l'amphipode <i>Urothoe brevicornis</i>.</p> <p>Echantillonnage : une radiale sera échantillonnée deux fois au cours de l'année (fin d'hiver, fin d'été) pour l'ensemble de l'endofaune.</p> <p>Un échantillonnage supplémentaire concernant uniquement l'amphipode <i>Urothoe brevicornis</i> sera réalisé au début de l'été.</p> <p>Un profil topographique et des analyses granulométriques seront réalisées une fois dans l'année.</p>	<p>Radiale retenue : R 14. Anse de Sciotor (7 stations). Etude de l'endofaune : mars et septembre 1983.</p> <p>Complément <i>Urothoe brevicornis</i> : juin 1983.</p> <p>Profil, granulométrie : septembre 1983.</p> <p>NB : les modifications de contrats intervenues en cours d'année se sont soldées par des échantillonnages supplémentaires en mars (R 12 abandonnée par la suite).</p>	<p>Etude de l'endofaune : juin 1983.</p> <p>Observation de l'état de reproduction, structure démographique d'<i>Urothoe brevicornis</i> (mars, juin et septembre 1983).</p>
Substrats durs	<p>Objectif : contrôler l'évolution des principales espèces de cirripèdes.</p> <p>Echantillonnage : une radiale une fois par an à la pointe du Rozel (densités et pourcentages).</p> <p>Une station une fois par an au droit du sémaphore - cap de Flamanville (pourcentages).</p>	<p>Radiale retenue : R 4. Pointe du Rozel (4 stations). Densités et pourcentages des différentes espèces de cirripèdes : septembre 1983.</p> <p>Station du sémaphore : densités et pourcentages des différentes espèces de cirripèdes : septembre 1983.</p>	<p>Etude de recolonisation par les cirripèdes (station 2, pointe du Rozel). Evaluation des densités des principales espèces accompagnatrices au Rozel et au sémaphore : septembre 1983.</p>
Etude de <i>N. nucleus</i>	<p>Densité, structure démographique. Echantillonnage sur une station.</p>	<p>Station retenue : G 658 (sud du cap de Flamanville). Echantillonnage à la benne : septembre 1983. Evaluation des densités, structure démographique.</p>	<p>Etat ponctuel de la reproduction de <i>Nucula nucleus</i> (état de maturité des gonades par classe d'âge). Analyse quantitative du macrobenthos (densités, biomasses).</p>
Etude des fonds sublittoraux par sonar latéral et photographie sous-marine.	<p>Objectif : contrôler l'évolution générale des fonds dans le secteur proche du cap de Flamanville. L'utilisation de deux techniques (le sonar latéral et la photographie sous-marine) devrait permettre de cerner et suivre l'évolution des caractéristiques du substrat ainsi que des peuplements identifiables à partir des images de surface ainsi obtenues.</p> <p>Echantillonnage : le secteur concerné est limité au nord par 49°35', au sud par 49°23' et à l'ouest par 1°55'. Différentes radiales seront réalisées au sonar latéral et de manière plus ponctuelle par photographie sous-marine. Un positionnement extrêmement précis est nécessaire pour pouvoir revenir régulièrement sur ces mêmes radiales.</p>	<p>Modification tardive du contrat ayant pour conséquence une réalisation prévue sur deux ans.</p> <p>Présentation des premiers résultats obtenus sur une mosaïque réalisée dans l'anse de Vauville.</p>	

Tableau 1 : Surveillance Flamanville - Programme d'étude zoobenthos 1983.

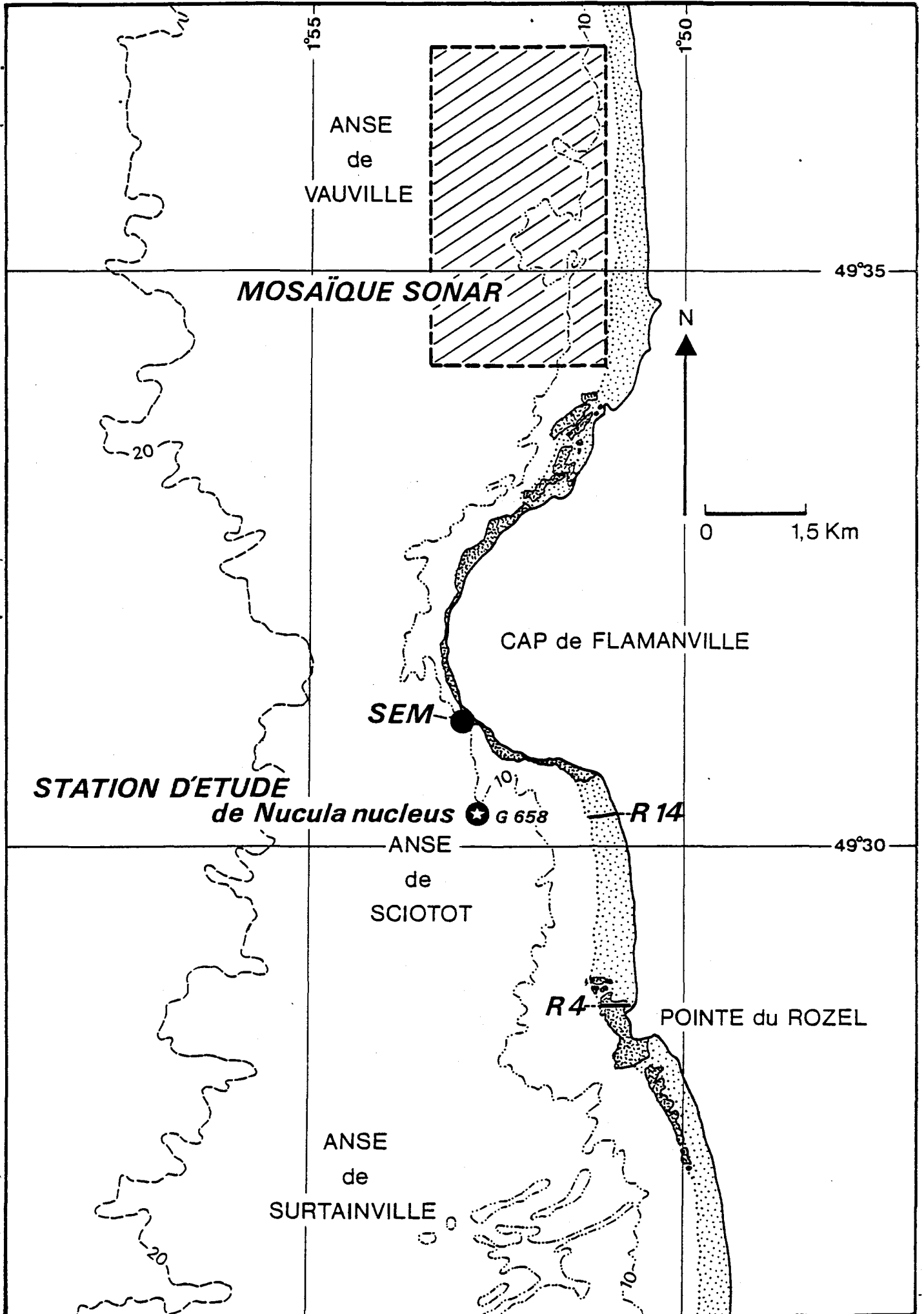


Fig.1 Carte de Positionnement des Stations échantillonnées

Objet		Date	28.02 au 01.03.83	28.03 au 30.03.83	11.06 au 13.06.83	juin -juillet 1983	30.08.83	06.09 au 09.09.83	
		Intertidal	Mission préliminaire		+				
Substrats meubles	Etude de l'ensemble de la macrofaune			+	+			+	
	Etude d' <i>Urothoë brevicornis</i>			+	+			+	
	Profil topographique. Etude granulométrique							+	
Substrats durs	Etude des densités et pour- centages de Cirripèdes							+	
	Etude de la faune associée							+	
	Etude de recolonisation			+	+	+		+	
Sublittoral	Etude de <i>Nucula nucleus</i>							+	
	Etude du macrobenthos							+	
	Etude des fonds par sonar latéral					+			

Tableau 2 : Surveillance Flamanville - Calendrier des missions zoobenthos.

B. INTERTIDAL.

I. SUBSTRATS MEUBLES.

1. Introduction.

Les études d'avant-projet et de projet ont révélé que l'Anse de Sciottot située à proximité immédiate du site, à l'intérieur du périmètre concerné par la tache thermique, pouvait être considérée comme représentative de l'ensemble des plages comprises entre le Nez de Jobourg et le Cap de Carteret.

La radiale R 14 qui avait fait l'objet d'une étude détaillée lors du 2ème cycle a été retenue pour l'étude des variations pluriannuelles de l'endofaune et plus particulièrement de l'amphipode *Urothoë brevicornis*.

2. Suivi de l'endofaune.

a) Rappels des études de projet.

- Du point de vue granulométrique.

En R 14, de manière générale, les éléments sont fins et bien classés, le gradient vertical est faible et tend même à s'inverser, les éléments grossiers occupant les niveaux inférieurs. En période estivale, il y a enrichissement en éléments fins qui disparaissent au cours des tempêtes hivernales.

En septembre 1977, une augmentation de la teneur en éléments fins avait été observée par rapport à septembre 1976.

- Du point de vue faunistique.

La fréquente remise en suspension du sédiment constitue un facteur sélectif et limitant du peuplement, d'où une faible diversité faunistique : les crustacés peracarides (notamment les amphipodes Haustoriidae) constituent l'essentiel de la macrofaune endogée.

Cependant dans l'Anse de Sciottot et plus particulièrement dans le nord de l'anse, où l'hydrodynamisme est légèrement atténué, l'enrichissement du sédiment en éléments fins permet un développement un peu plus important des annélides polychètes.

On observe d'une manière générale une stabilité au cours du cycle annuel, tant en ce qui concerne la composition faunistique que les densités. La répartition des espèces reste stable tout au long de l'année ; seules les espèces de bas niveaux peuvent présenter des phénomènes relativement importants de migration.

b) Etude de surveillance.

b.1) Matériels et méthode.

Le peuplement a été suivi en mars et septembre 1983 ainsi qu'en juin lors de l'échantillonnage supplémentaire concernant *Urothoë brevicornis*.

b.1.1) Modalité d'échantillonnage.

Par basse mer de vive-eau, un prélèvement est effectué tous les 50 m à partir de la laisse de haute mer, à l'aide d'un carottier carré (section : $1/32 \text{ m}^2$). La surface échantillonnée est de $1/4 \text{ m}^2$ par station.

Le tamisage 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 25 cm de profondeur permet une analyse granulométrique du sédiment à chaque station. Un profil topographique de la radiale est réalisé au système AGA.

b.1.2) Analyse des échantillons.

- Analyse faunistique.

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

- Analyse granulométrique.

1. Ouverture des carottes et photographie.
2. Description détaillée.
3. Echantillonnage dans les différents faciès.
4. Granulométrie par tamisage de chaque échantillon.
5. Calcul des différentes fractions sédimentaires, paramètres et indices à partir des courbes granulométriques cumulatives :

+ Fractions sédimentaires : la classification adoptée est la suivante (selon l'échelle de C.K. WENTWORTH).

- 20 mm > Ø > 2 mm : graviers et cailloutis
- 2 mm > Ø > 500 µ : sables grossiers à très grossiers
- 500 µ > Ø > 200 µ : sables moyens
- 200 µ > Ø > 50 µ : sables fins à très fins
- 50 µ > Ø : silts.

+ Paramètres.

A partir des courbes cumulatives, il est possible de déduire les paramètres suivants :

- Q 1 : diamètre correspondant à 25 % du poids total de l'échantillon.
- Q 2 ou Md : médiane ou diamètre correspondant à 50 % du poids total, donne une estimation du diamètre moyen du sédiment.
- Q 3 : diamètre correspondant à 75 % du poids total.

+ Indices de classement : pour P.D. TRASK, un sédiment est bien classé si $So = \sqrt{\frac{Q1}{Q3}} < 2,5$; mal classé si $So > 4$; normal si $So \# 3$.

+ Indice d'asymétrie (SKEWNESS) : exprimé par $Sk = \frac{Q1 \times Q3}{Md^2}$
Il permet d'évaluer la forme de la distribution de part et d'autre de la médiane.

- 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.

6. La teneur en carbonate de calcium a été mesurée pour chaque prélèvement à l'aide d'un calcimètre Bernard avec lequel les valeurs obtenues ont une précision de l'ordre de 1 %.

b.2) Résultats.

b.2.1) Profil topographique.

Le profil de la radiale R 14 a été établi en septembre 1983. Il correspond donc à une situation de fin de période estivale (fig. 2).

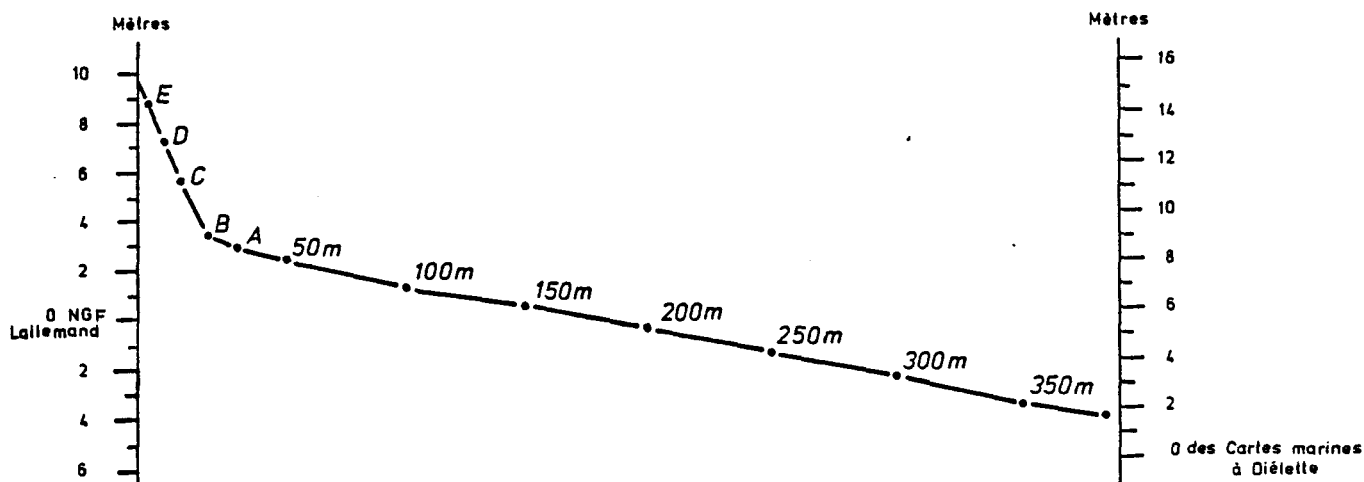


Fig. 2 : Profil schématique de la radiale R 14.

Le haut de plage est constitué d'un cordon de galets d'une largeur d'environ 30 m. La laisse de P.M. (point 0 de la radiale R 14) était située le 06.09.83 au point D. L'estran meuble d'une largeur de 350 à 400 m a une pente faible et régulière ($\approx 2\%$).

b.2.2) Etude granulométrique.

L'analyse des prélèvements granulométriques (tableau 3 et fig. 3) révèle une relative homogénéité : six d'entre eux se classent dans les sables fins ; seule, la station 250 m avec 18 % de graviers est répertoriée comme sable-graveleux.

Les sédiments sont tous très bien classés : l'indice de Trask (S_o) varie de 1,14 (St 150 m) à 1,48 (St 250 m), et les courbes granulométriques sont proches de la symétrie avec un meilleur triage de la fraction grossière (indice de Skewness (S_k) compris entre 0,94 et 1,00). Seule la station 250 m avec un indice de 1,53 est nettement mieux triée dans la fraction fine.

Cette relative homogénéité sur la radiale est caractéristique d'une situation estivale sans action importante de la houle à la côte. En effet, exception faite de 2 jours de gros temps début septembre, la mer est restée belle à peu agitée les mois précédents.

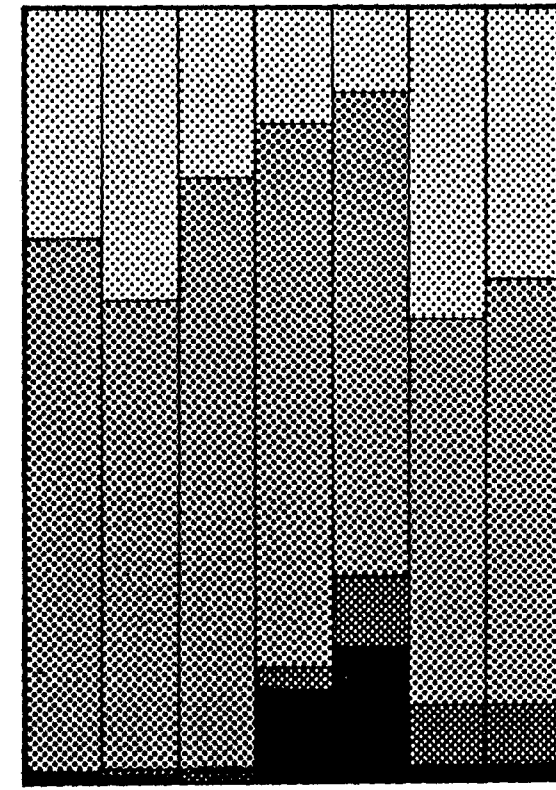
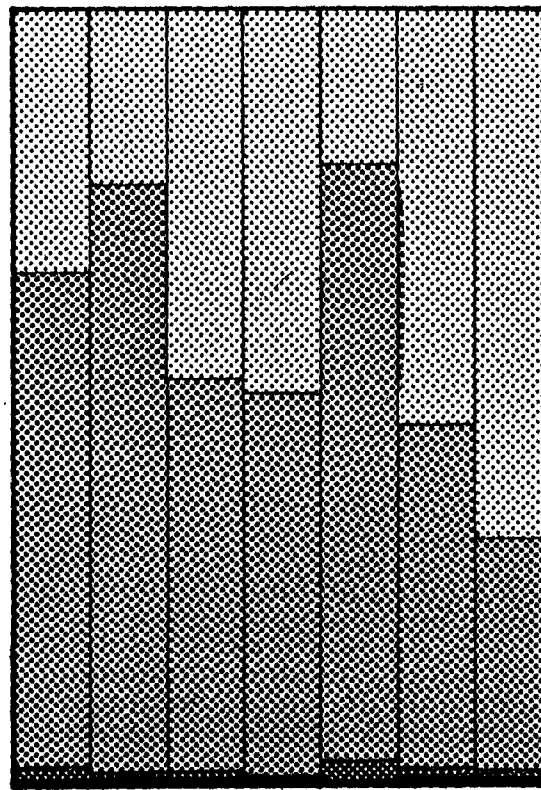
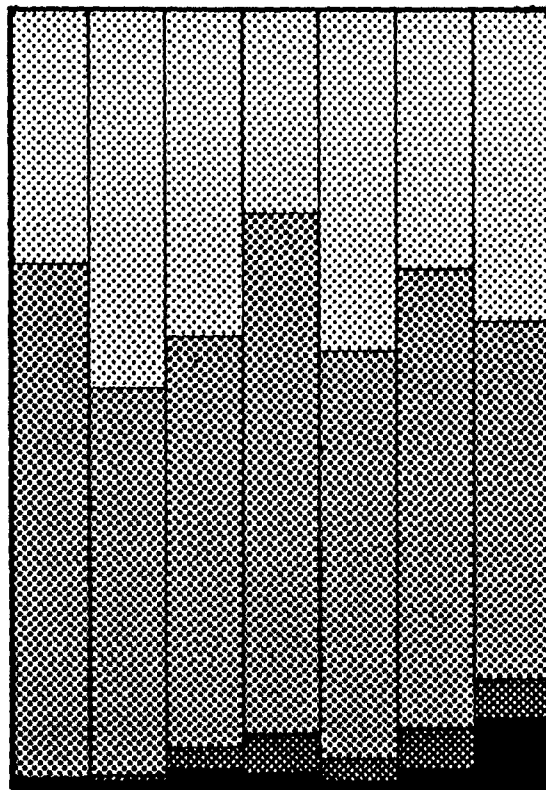
Fig.3- COMPARAISON DES RESULTATS GRANULOMETRIQUES EN R14

(Situation estivale)

Sept. 1976

Sept. 1977

Sept. 1983



50 100 150 200 250 300 350

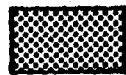
50 100 150 200 250 300 350

50 100 150 200 250 300 350



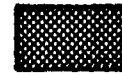
Sn : Sablons

$x < 200 \mu$



Sf : Sables fins

$200 < x < 500 \mu$



Sg : Sables grossiers

$500 < x < 2000 \mu$



Gr : Graviers

$x > 2000 \mu$

VI.10

Stations		Gr	Sg	Sf	Sn	Q1	Md	Q3	So	Sk	CaCO ₃
50 m	Sept. 76	0.70 0.70	1.30 0.60	67.50 66.2	100 32.5	360	250	170	1.46	0.98	15.3
	Sept. 77	0.76 0.76	2.75 1.99	66.42 63.67	100 33.58	365	255	170	1.47	0.95	14.5
	Sept. 83	0 0	1 1	70 69	100 30	295	240	190	1.25	0.97	13.6
100 m	Sept. 76	0.90 0.90	1.80 0.90	51.9 50.1	100 48.1	325	205	145	1.50	1.12	16.8
	Sept. 77	1.06 1.06	1.31 0.25	77.27 75.96	100 22.73	330	270	212	1.247	0.959	18
	Sept. 83	0.3 0.3	1.3 1	62 60.70	100 38	280	225	170	1.28	0.94	14.4
150 m	Sept. 76	2.60 2.60	5.10 2.50	68.20 63.10	100 31.8	370	260	170	1.48	0.93	17.7
	Sept. 77	0.49 0.49	1.48 0.99	52.44 50.96	100 47.56	265	215	170	1.248	0.974	18.4
	Sept. 83	0 0	1.5 1.5	78 76.5	100 22	280	245	215	1.14	1.00	13.4
200 m	Sept. 76	2.0 2	7 5	73.90 66.9	100 26.1	390	275	195	1.41	1.01	16.9
	Sept. 77	0.37 0.37	1.25 0.88	51.04 49.79	100 48.96	272	210	160	1.303	0.986	20.3
	Sept. 83	12.4 12.4	15 2.6	85 75	100 10	340	280	230	1.21	1.00	12.6
250 m	Sept. 76	0.5 0.5	3.7 3.2	56.60 52.9	100 43.4	345	225	150	1.52	1.02	17.7
	Sept. 77	0.64 0.64	3.20 2.56	80.09 76.89	100 19.91	347	285	235	1.215	1.003	18.8
	Sept. 83	18 18	27 9	89 62	100 11	560	305	255	1.48	1.53	14.5
300 m	Sept. 76	2.5 2.5	7.9 5.4	67 59.1	100 33	375	260	170	1.49	0.94	19.4
	Sept. 77	0.33 0.33	2.33 2	46.78 44.45	100 53.22	245	195	125	1.400	0.805	20.8
	Sept. 83	2.3 2.3	10 7.7	60 50	100 40	290	230	175	1.29	0.96	14.5
350 m	Sept. 76	9.1 9.1	14.10 5	60.3 46.2	100 39.7	405	250	155	1.62	1.00	18.9
	Sept. 77	0.22 0.22	1.67 1.45	32.01 30.34	100 67.99	235	167	145	1.273	1.221	21.9
	Sept. 83	2.5 2.5	10 7.5	65 55	100 35	315	245	180	1.32	0.94	16.8

Tableau 3 : Comparaison des résultats granulométriques en R 14 (situation estivale).

La radiale peut se subdiviser en trois parties :

- Partie supérieure : St 50, 100 et 150 m, le sédiment est presque exclusivement composé de sédiments fins (sables fins et sablons > 98 %).
- Partie médiane : St 200 et 250 m, la fraction graveleuse est relativement importante (18 % pour la station 250 m) et la part de sable grossier augmente notablement.
- Partie inférieure : St 300 et 350 m, elle est caractérisée à la fois par une forte proportion de sablons (35 à 40 %) et par un taux de sédiments grossiers non négligeable (10 % de sables grossiers et graviers).

Par ailleurs la calcimétrie, relativement faible, varie de 12,6 % (station 200 m) à 16,2 % (station 350 m).

D'un point de vue dynamique, la répartition des différentes fractions sédimentaires peut s'expliquer ainsi :

Dans la partie supérieure, les apports dunaires sont dominants comme l'indique une plus grande proportion de grains à l'émoussé rond mat en haut de plage.

Au milieu de plage, l'hydrodynamisme plus efficace à cet endroit met en transit les sablons et accroît, par là-même, la proportion de la fraction grossière provenant du stock en place (arène granitique).

Au bas de plage, les sablons se déposent dans un milieu moins agité.

La comparaison de ces résultats avec ceux de sept. 76 et sept. 77 ne confirme pas l'enrichissement en éléments fins de septembre 1977 par rapport à septembre 1976.

La situation granulométrique de la radiale est plus proche de celle de 1976 que de celle de 1977.

b.2.3) Etude faunistique (tableaux 4 à 11).

La répartition verticale (fig. 4) ne présente pas de modification importante au cours de l'année, on note seulement l'apparition saisonnière de certaines espèces au niveau inférieur de l'estran : *Ammodytes lancea* en mars, *Cumopsis fagei* en juin et surtout septembre, phénomène déjà constaté lors de l'étude de projet.

Les densités totales sont de l'ordre de 180 à 200 individus par m², elles restent stables depuis 1977 ; les valeurs maximales ont été obtenues en août - septembre.

La proportion des différents groupes faunistiques a, par contre, été modifiée : on assiste à une progression très régulière des annélides polychètes, qui passent de 10 % en 1977 à plus de 40 % en 1983, et plus particulièrement de l'espèce *Paraonis fulgens* qui atteint 28 % en 1983 (alors qu'elle ne composait que 3 à 4 % de la faune en 1977). Cette évolution se fait exclusivement aux dépens des amphipodes Haustoriidae dont les densités chutent de moitié. (Ils représentaient 80 % de la faune en 1977 et seulement 40 à 50 % en 1983).

	St. 50 m	St. 100 m	St. 150 m	St. 200 m	St. 250 m	St. 300 m	St. 350 m	\bar{N} / m^2
Nemertes			+	+	+	+	+	+
<i>Lumbriconereis</i> sp.			3.3					0.5
<i>Paraonis fulgens</i>			3.3		6.7	6.7	36.7	7.6
Spionidae	+	3.3	6.7	3.3		+	30.0	6.2
Ariciidae							3.3	0.5
<i>Arenicola marina</i>	3.3	10.0	6.7	3.3				3.3
<i>Ophelia rathkei</i>		3.3		3.3				1.0
<i>Gastrosaccus spinifer</i>						6.7	6.7	1.9
<i>Cumopsis fagei</i>							33.3	4.8
<i>Eurydice</i> sp.					3.3			0.5
<i>Bathyporeia</i> sp.	20.0	36.7	50.0	40.0	33.3	50.0	296.7	75.2
<i>Haustorius arenarius</i>				6.7	6.7			1.9
<i>Urothoë brevicornis</i>	6.7	43.3	130.0	146.7	110.0	83.3	63.3	83.3
<i>Urothoë poseidonis</i>			26.7					3.8
<i>Urothoë</i> sp.			6.7	13.3				2.9
<i>Pontocrates</i> sp.			13.3	13.3	33.3	13.3		10.5
<i>Ammodytes lancea</i>							6.7	1.0
Total	30.0	96.7	246.7	230.0	193.3	160.0	476.7	204.8

Tableau 4 : Résultats faunistiques en R14 (nb. d'individus / m²). Septembre 1977.

(+ = fragment)

VI.13

	St. 50 m	St. 100 m	St. 150 m	St. 200 m	St. 250 m	St. 300 m	St. 350 m	\bar{N} / m^2
Nemertes	+	+	+	+	+	+	+	+
Phyllodocidae						1.7	1.7	0.5
<i>Nephtys</i> sp.					1.7	1.7		0.5
<i>Paraonis fulgens</i>		1.7		1.7	1.7	8.3	6.7	2.9
Spionidae			3.3	1.7	13.3	11.7	28.3	8.3
<i>Arenicola marina</i>	8.3	11.7	15.0					5.0
<i>Ophelia rathkei</i>	5.0	23.3	3.3					4.5
Bivalve ind.						1.7		0.2
<i>Gastrosaccus spinifer</i>					1.7			0.2
<i>Eurydice</i> sp.	18.3	8.3		5.0	1.7			4.8
<i>Bathyporeia</i> sp.	198.3	128.3	26.7	76.7	30.0	41.7	18.3	74.3
<i>Haustorius arenarius</i>	3.3	58.3	5.0	5.0	6.7	5.0	3.3	12.4
<i>Urothoë brevicornis</i>	21.7	31.7	125.0	163.3	100.0	20.0	38.3	71.4
<i>Urothoë poseidonis</i>			36.7				1.7	5.5
<i>Pontocrates</i> sp.				3.3	1.7	8.3	11.7	3.6
<i>Portunus latipes</i>			1.7		+			0.2
<i>Ammodytes lancea</i>				6.7		5.0	5.0	2.4
<i>Trachinus vipera</i>							1.7	0.2
Total	255.	263.3	216.7	263.3	158.3	105.0	116.7	196.9

Tableau 5 : Résultats faunistiques en R14 (nb. d'individus / m²). Mars 1978.

(+ = fragment)

	St. 50 m	St. 100 m	St. 150 m	St. 200 m	St. 250 m	St. 300 m	St. 350 m	\bar{N} / m^2
Nemertes	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Nephtys</i> sp.				1.7	1.7	1.7		0.7
<i>Paraonis fulgens</i>	3.3	5.0	3.3	18.3	21.7	5.0	15.0	10.2
Spionidae				5.0	3.3	5.0	41.7	7.9
Capitellidae								0.2
<i>Arenicola marina</i>	1.7	15.0	13.3	16.7				6.7
<i>Ophelia rathkei</i>	8.3	38.3						6.7
<i>Gastrosaccus spinifer</i>				11.7		1.7		1.9
<i>Cumopsis fagei</i>					5.0	5.0	16.7	3.8
<i>Eurydice</i> sp.	10.0	6.7	6.7	3.3				3.8
<i>Bathyporeia</i> sp.	20.0	80.0	10.0	38.3	13.3	65.0	210.0	62.4
<i>Haustorius arenarius</i>	3.3	35.0		3.3	13.3			7.9
<i>Urothoë brevicornis</i>	18.3	11.7	40.0	113.3	68.3	30.0	15.0	42.4
<i>Urothoë poseidonis</i>		1.7	28.3	6.7				5.2
<i>Pontocrates</i> sp.		3.3	16.7	21.7	28.3	13.3	51.7	19.3
<i>Portunus latipes</i>					1.7			0.2
Total	65.	196.7	118.3	241.7	156.7	126.7	350.	179.3

Tableau 6 : Résultats faunistiques en R14 (nb. d'individus / m²). Juin 1978.

(+ = fragment)

	St. 50 m	St. 100 m	St. 150 m	St. 200 m	St. 250 m	St. 300 m	St. 350 m	\bar{N} / m^2
Nemertes	+	+	+	+		+	+	+
<i>Nephtys</i> sp.					+		1.7	0.2
<i>Lumbriconereis</i> sp.						1.7		0.2
<i>Paraonis fulgens</i>			10.0	16.7	5.0	5.0	26.7	9.0
Spionidae	1.7	1.7	3.3	15.0	6.7	13.3	36.7	11.2
Capitellidae		1.7	1.7					0.5
<i>Arenicola marina</i>	13.3	36.7	13.3	40.0				14.8
<i>Ophelia rathkei</i>		31.7		1.7				4.8
Annelide ind.		+						
Pycnogonide ind.					1.7			0.2
<i>Gastrosaccus spinifer</i>			5.0		3.3	15.0	11.7	5.0
<i>Cumopsis fagei</i>		30.0	45.0		3.3	31.7	18.3	18.6
<i>Eurydice</i> sp.	6.7				1.7			1.2
<i>Bathyporeia</i> sp.	5.0	56.7	21.7	26.7	21.7	61.7	155.0	49.8
<i>Haustorius arenarius</i>	3.3	11.7	5.0	8.3	3.3			4.5
<i>Urothoë brevicornis</i>	61.7	35.0	116.7	128.3	95.0	41.7	23.3	71.7
<i>Urothoë poseidonis</i>		1.7	6.7	5.0				1.9
<i>Pontocrates</i> sp.			16.7	15.0	26.7	16.7	3.3	11.2
Amphipode ind.			3.3	1.7				0.7
<i>Portunus latipes</i>							1.7	0.2
<i>Ammodytes lancea</i>							1.7	0.2
Total	93.3	206.7	248.3	258.3	168.3	186.7	280.	206.0

Tableau 7 : Résultats faunistiques en R14 (nb. d'individus / m²). Août 1978.

(+ = fragment)

	St. 50 m	St. 100 m	St. 150 m	St. 200 m	St. 250 m	St. 300 m	St. 350 m	\bar{N} / m^2
Nemertes	+	+	+	+	+	+	+	+
Phyllodocidae		8.0						1.1
<i>Nephtys</i> sp.							4.0	0.6
<i>Paraonis fulgens</i>	16.0	44.0	4.0	20.0	24.0	28.0	12.0	21.1
Spionidae	4.0	24.0	8.0	8.0	4.0	24.0	36.0	15.4
<i>Arenicola marina</i>	12.0	28.0	32.0	20.0	4.0			13.7
<i>Ophelia rathkei</i>		24.0	24.0					6.9
<i>Eurydice</i> sp.	52.0	16.0		4.0				10.3
<i>Bathyporeia</i> sp.	40.0	56.0	8.0	16.0	20.0	12.0	12.0	23.4
<i>Haustorius arenarius</i>					4.0			0.6
<i>Urothoë brevicornis</i>	1.3	6.7	78.7	64.0	149.3	110.7	24.0	62.1
<i>Urothoë poseidonis</i>		24.0	4.0					4.
<i>Pontocrates</i> sp.	12.0	4.0	4.0	16.0	12.0	20.0		9.7
<i>Ammodytes lancea</i>					8.0	12.0	12.0	4.6
Total	137.3	234.7	162.7	148.	225.3	206.7	100.	173.5

Tableau 8 : Résultats faunistiques en R14 (nb. d'individus / m²). Mars 1983.

(+ = fragment)

	St. 50 m	St. 100 m	St. 150 m	St. 200 m	St. 250 m	St. 300 m	St. 350 m	\bar{N} / m^2
Nemertes	+	+	+	+	+	+		+
<i>Nephtys</i> sp.							4.	0.6
<i>Paraonis fulgens</i>		80.	152.	12.	56.	28.	24.	50.3
Spionidae				24.	4.	4.	16.	6.9
<i>Arenicola marina</i>	20.	64.	36.	16.	8.			20.6
<i>Ophelia rathkei</i>		20.	4.					3.4
<i>Cumopsis fagei</i>						4.	4.	1.1
<i>Eurydice</i> sp.	52.	32.	12.					13.7
<i>Talorchestia</i> sp.				4.				0.6
<i>Bathyporeia</i> sp.	68.	60.	8.	44.	16.	16.	56.	38.3
<i>Haustorius arenarius</i>		8.		4.	8.			2.9
<i>Urothoë brevicornis</i>		4.	20.	45.3	82.7	48.	17.3	31.0
<i>Urothoë poseidonis</i>		12.	12.	8.				4.6
<i>Pontocrates</i> sp.			4.	12.	16.	16.	4.	7.4
Larve de crustacé				4.				0.6
Total	140.	280.	248.	173.3	190.7	116.0	125.3	181.9

Tableau 9 : Résultats faunistiques en R14 (nb. d'individus / m²). Juin 1983.

(+ = fragment)

	St. 50 m	St. 100 m	St. 150 m	St. 200 m	St. 250 m	St. 300 m	St. 350 m	\bar{N} / m^2
Nemertes		+	+	+	+	+	+	+
Phyllodocidae		4.	8.					1.7
<i>Nephtys</i> sp.						4.	4.	1.1
<i>Paraonis fulgens</i>		8.	16.	152.	52.	88.	56.	53.1
Spionidae			8.	32.	4.	8.	16.	9.7
<i>Arenicola marina</i>	8.	24.	20.	20.	28.			14.3
<i>Ophelia rathkei</i>		8.		4.	4.			2.3
<i>Gastrosaccus spinifer</i>							16.	2.3
<i>Cumopsis fagei</i>						36.	60.	13.7
<i>Eurydice</i> sp.		4.						0.6
<i>Bathyporeia</i> sp.	52.	108.	24.	12.	8.	32.	20.	36.6
<i>Haustorius arenarius</i>		4.			8.			1.7
<i>Urothoë brevicornis</i>		17.3	54.7	128.	96.	76.	32.	57.7
<i>Urothoë poseidonis</i>		8.	4.	12.				3.4
<i>Pontocrates</i> sp.	4.	4.		4.	24.	16.	16.	9.7
Total	64.	189.3	134.7	364.	224.	260.	220.	208.

Tableau 10 : Résultats faunistiques en R14 (nb. d'individus / m²). Septembre 1983.

(+ = fragment)

Date Groupe d'espèces	Septembre 77		Mars 78		Juin 78		Août 78		Mars 83		Juin 83		Septembre 83	
	\bar{N}/m^2	Z	\bar{N}/m^2	Z	\bar{N}/m^2	Z	\bar{N}/m^2	Z	\bar{N}/m^2	Z	\bar{N}/m^2	Z	\bar{N}/m^2	Z
Annelides	19.0	9.3	21.7	11.0	32.4	18.1	40.7	19.9	58.9	33.9	81.7	44.9	82.3	39.6
Peracarides sauf Haustoriidae	17.6	8.6	8.6	4.4	28.8	16.1	36.7	17.8	20.0	11.5	22.9	12.6	26.3	12.6
Haustoriidae	167.1	81.6	163.6	83.1	117.9	65.7	127.9	62.1	90.1	51.9	76.7	42.2	99.4	47.8
Divers (sans nemertes)	1.0	0.5	3.1	1.6	0.2	0.1	0.7	0.3	4.6	2.7	0.6	0.3	-	-
Total	204.8	100	196.9	100	179.3	100	206.0	100	173.6	100	181.9	100	208.	100

Tableau 11 : Comparaison des densités (nombre moyen d'individus / m²) et des pourcentages des principaux groupes faunistiques sur l'ensemble de R14 (0 à 350 m).

3. Etude d'*Urothoë brevicornis*.

L'étude réalisée sur *Urothoë brevicornis* (Amphipode Haustoriidae) dans l'anse de Sciottot de septembre 1977 à août 1978 avait permis de mettre en évidence :

- l'existence d'un cycle univoltin (la période de reproduction s'étend de mai à septembre). Le maximum de densité est observé en fin d'été.
- une croissance importante en été ; les femelles ont une croissance plus rapide et atteignent une taille supérieure à celle des mâles. La durée de vie est de l'ordre d'un an.

Dans le cadre des études de surveillance, conjointement à l'étude des variations de densités à trois périodes de l'année (mars, juin et septembre), il s'est avéré intéressant, pour cette année, de contrôler la structure démographique et l'état de reproduction de la population.

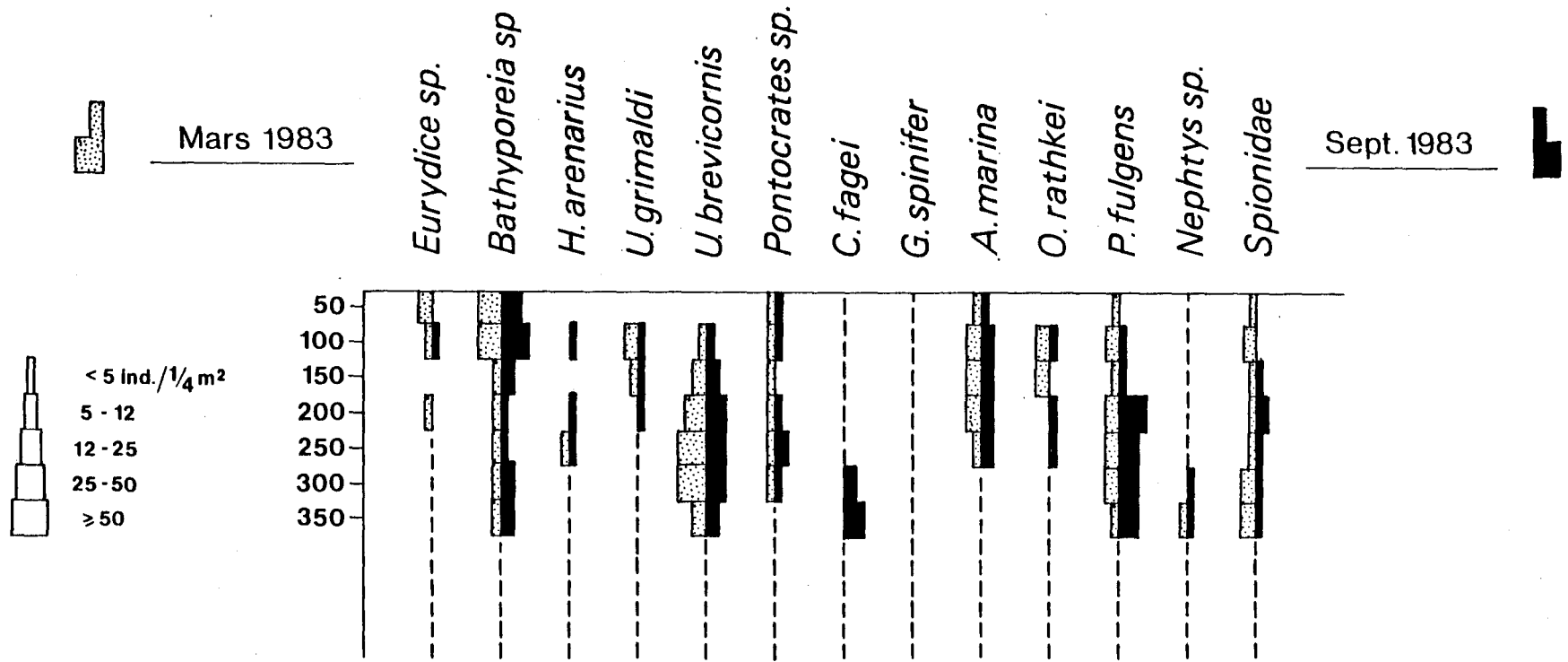


Fig.4

**REPARTITION VERTICALE
DES PRINCIPALES ESPECES EN R14
Mars et Septembre 1983**

a) Matériel et méthodes.a.1) Modalités d'échantillonnage.

La méthodologie de prélèvement est celle décrite précédemment pour le suivi du peuplement. Cependant, afin d'obtenir un nombre suffisant d'individus, la surface échantillonnée a été portée à $3/4 \text{ m}^2$ par station.

a.2) Analyse des échantillons.

Tous les paramètres et critères utilisés pour cette étude sont ceux retenus lors de l'étude de projet 2e cycle. A savoir :

- La taille des individus est déterminée à partir de la mesure du 2e segment de l'antenne I. Les mesures sont effectuées au microscope oculaire du microscope avec une précision de 5 microns.

La relation d'allométrie avec la longueur du corps, est la suivante :

$$y = 0.787 x + 4.7059 \text{ (coefficient de corrélation } r = 0.916)$$

avec

$$y = \text{Ln } Y \text{ (} Y = \text{longueur du 2e segment de AI en } \mu \text{)}$$

et

$$x = \text{Ln } X \text{ (} X = \text{longueur du corps en mm).}$$

La droite de régression de x en y fournit la meilleure estimation \hat{x} de la valeur de x pour y donné :

$$x = 1.164 y - 5.3603 \text{ (avec } r = 0.916).$$

- La différenciation des sexes repose sur l'observation des antennes II.

+ flagelle de A.II composé de plus de deux articles : σ^1 :
 . apophyses génitales non visibles
 . apophyses génitales visibles à la base du périopode VII.

+ flagelle de A.II composé de deux articles seulement : φ ou juvéniles indéterminés :
 . présence d'oostégites (ils constituent un caractère sexuel permanent) : φ :

- * oostégites en formation
- * oostégites ciliées (la ciliation est un caractère sexuel secondaire lié à l'incubation) : ♀ reproductrices :
 - ** présence d'embryons dans le marsupium : ♀ gravides :
 - stade 1 : oeufs ronds, individualisés,
 - stade 2 : embryons allongés, segmentés,
 - stade 3 : embryons avec appendices en formation,
 - stade 4 : individus formés.
 - ** marsupium vide : ♀ vides :
 - stade 1 : oostégites fortement ciliés (il peut éventuellement s'agir de ♀ gestantes ayant perdu leurs embryons au cours du tamisage).
 - stade 2 : oostégites déformés, faiblement ciliés (♀ ayant déjà libéré leurs embryons).
- . absence d'oostégites : il peut s'agir de jeunes ♂ (n'ayant encore que deux articles au flagelle de A.II) ou de jeunes ♀ (n'ayant pas encore d'oostégites).
- . Toutefois, si l'on admet un sex-ratio de 1/1 chez les jeunes individus, la comparaison des structures démographiques (notamment en août 1978) montre qu'au-dessus de "l" = 250 µ, la quasi totalité des ♂ est reconnaissable. On admettra donc que :
 - pour $l \geq 250 \mu$ il s'agit exclusivement de jeunes ♀
 - pour $l < 250 \mu$ il s'agit de juvéniles indifférenciés (♂ ou ♀).

b) Résultats.

b.1) Densités - Répartition spatiale.

La comparaison des densités d'*Urothoë brevicornis* (tableau 12) indique une chute des effectifs d'environ 20 % entre les années 1978 et 1983 sur l'ensemble de la radiale R 14.

Les variations saisonnières sont importantes en 1983 comme en 1978 : si pour une même année les densités obtenues en mars et septembre sont comparables, elles sont inférieures de 40 à 50 % en juin.

La répartition spatiale est légèrement différente de celle précédemment obtenue lors du deuxième cycle de projet. Cette espèce qui était largement représentée sur la totalité de la radiale, avec un maximum entre 150 et 250 m, présente en 1983 une répartition décalée vers le bas : maximum entre 200 et 300 m ; les stations les plus hautes ne sont pratiquement plus colonisées.

b.2) Sex-ratio - Etat de reproduction.

Les valeurs du sex-ratio (calculées pour les individus dont la longueur du 2e segment de A.I est supérieure à 250 µ) fluctuent au cours de l'an-

	Septembre 77	Mars 78	Juin 78	Août 78	Mars 83	Juin 83	Septembre 83
St 50 m	6.7	21.7	18.3	61.7	1.3	-	-
St 100 m	43.3	31.7	11.7	35.0	6.7	4.0	17.3
St 150 m	130.0	125.0	40.0	116.7	78.7	20.0	54.7
St 200 m	146.7	163.3	113.3	128.3	64.0	45.3	128.0
St 250 m	110.0	100.0	68.3	95.0	149.3	82.7	96.0
St 300 m	83.3	20.0	30.0	41.7	110.7	48.0	76.0
St 350 m	63.3	38.3	15.0	23.3	24.0	17.3	32.0
\bar{N} / m^2	83.3	71.4	42.4	71.7	62.1	31.0	57.7

Tableau 12 : Comparaison des densités d'*Urothoë brevicornis*
nbre d'individus / m² en R 14.

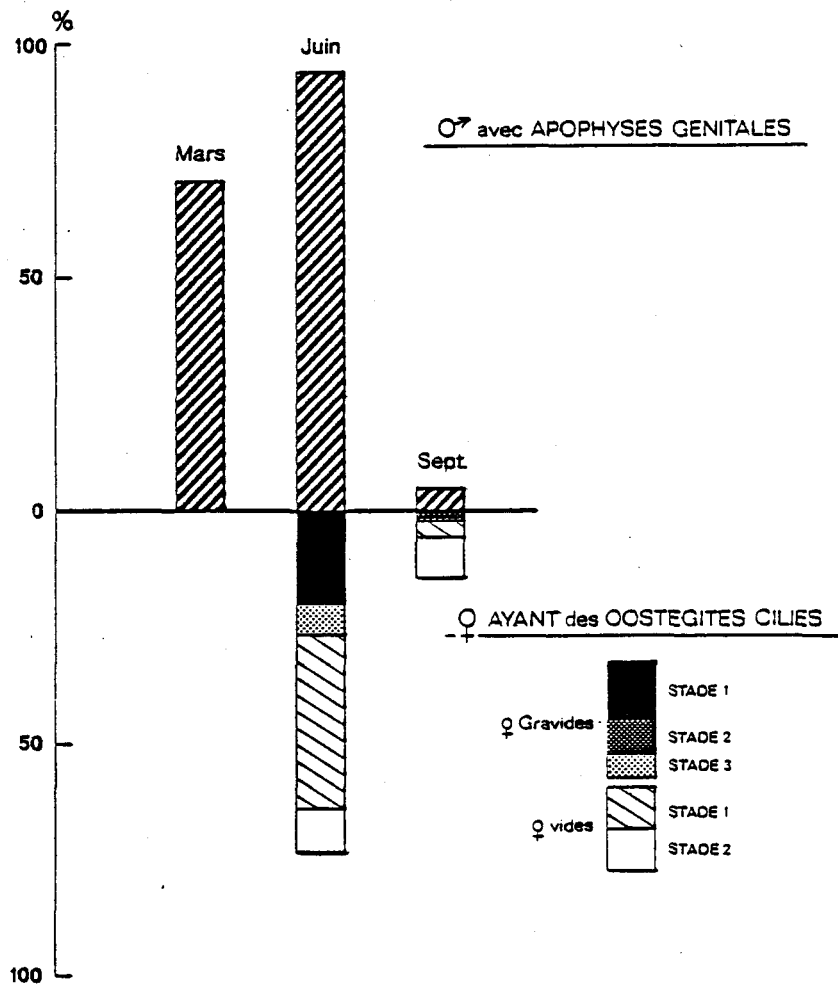


Fig.5 ETAT de REPRODUCTION d'*Urothoë brevicornis*

née : 0.71 en mars, 0.54 en juin, 0.78 en septembre. Elles sont du même ordre de grandeur que celles calculées en 1978 (respectivement 0.77, 0.54 et 0.97).

Etat de reproduction (fig. 5) :

- Etude des mâles.

La présence ou l'absence d'apophyses génitales à la base du périopode VII a été observée à chaque période pour l'ensemble des mâles dont la longueur du 2e segment de l'antenne I est supérieure à 250 μ .

Si en mars 1983, 70 % des mâles présentent des apophyses génitales, ce pourcentage passe à 94 % en juin et n'est plus que de 5 % en septembre.

- Etude des femelles.

Ces résultats concernent donc les individus n'ayant que deux articles au flagelle de A.II et dont la longueur du 2e segment de A.I est supérieure à 250 μ .

En mars 80 % des femelles présentent des oostégites non ciliés. En juin, elles possèdent toutes des oostégites dont 75 % sont ciliés, et déjà 47 % des femelles ont un marsupium vide. En septembre, environ 15 % des femelles sont encore gravides ou vides, la grande majorité des femelles (81 %) ne présentent pas encore d'oostégites.

L'état ponctuel de la reproduction est, en tous points, comparable à celui mis en évidence lors de l'étude du 2e cycle.

b.3) Structures démographiques.

L'analyse des histogrammes de fréquence de taille en fonction du niveau (fig. 6) révèle qu'aucune catégorie ne présente une répartition verticale particulière. Les structures démographiques ont donc été réalisées à partir de la somme des individus récoltés sur l'ensemble de la radiale pour chaque période. Les mâles et les femelles ont été analysés séparément (fig. 7).

A période comparable, les histogrammes de fréquence de taille présentent des allures très proches de ceux obtenus en 1977-78. Cette étude, bien que très ponctuelle, semble donc confirmer les résultats obtenus lors de l'étude de projet : présence d'un cycle univoltin (la génération engendrée au

Urothoe brevicornis

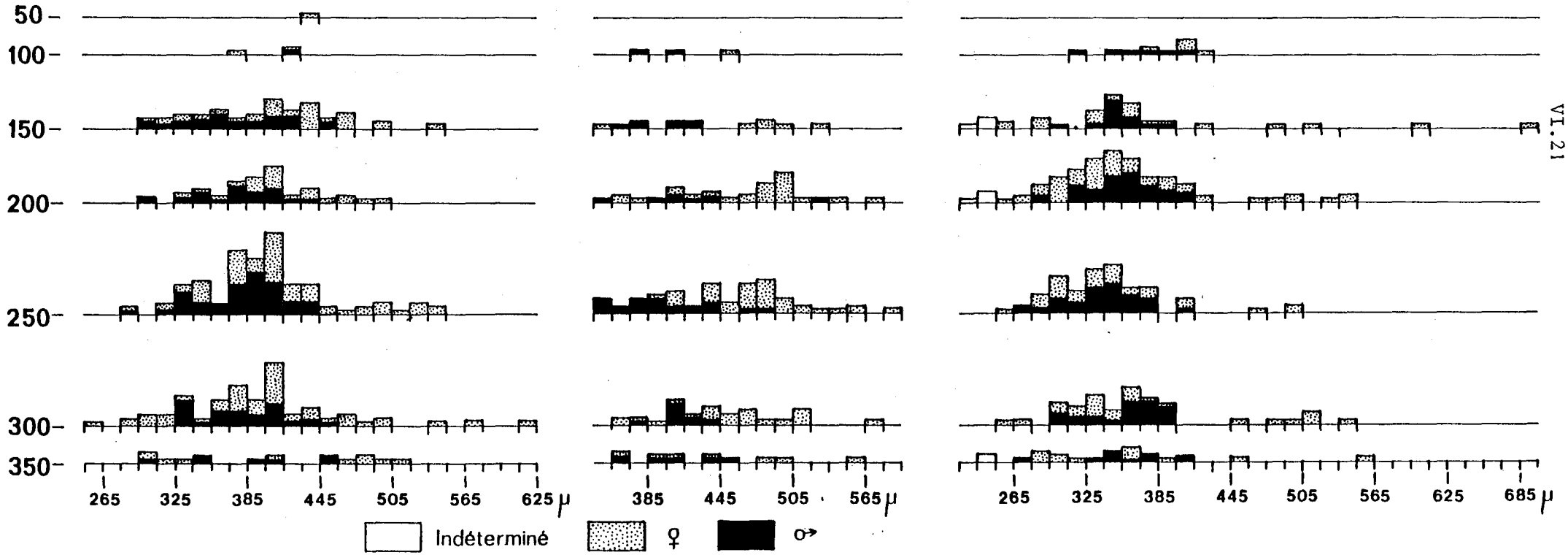
Fig. 6 HISTOGRAMMES DE FREQUENCE DE TAILLE
EN FONCTION DU NIVEAU

Radiale 14 - 1983

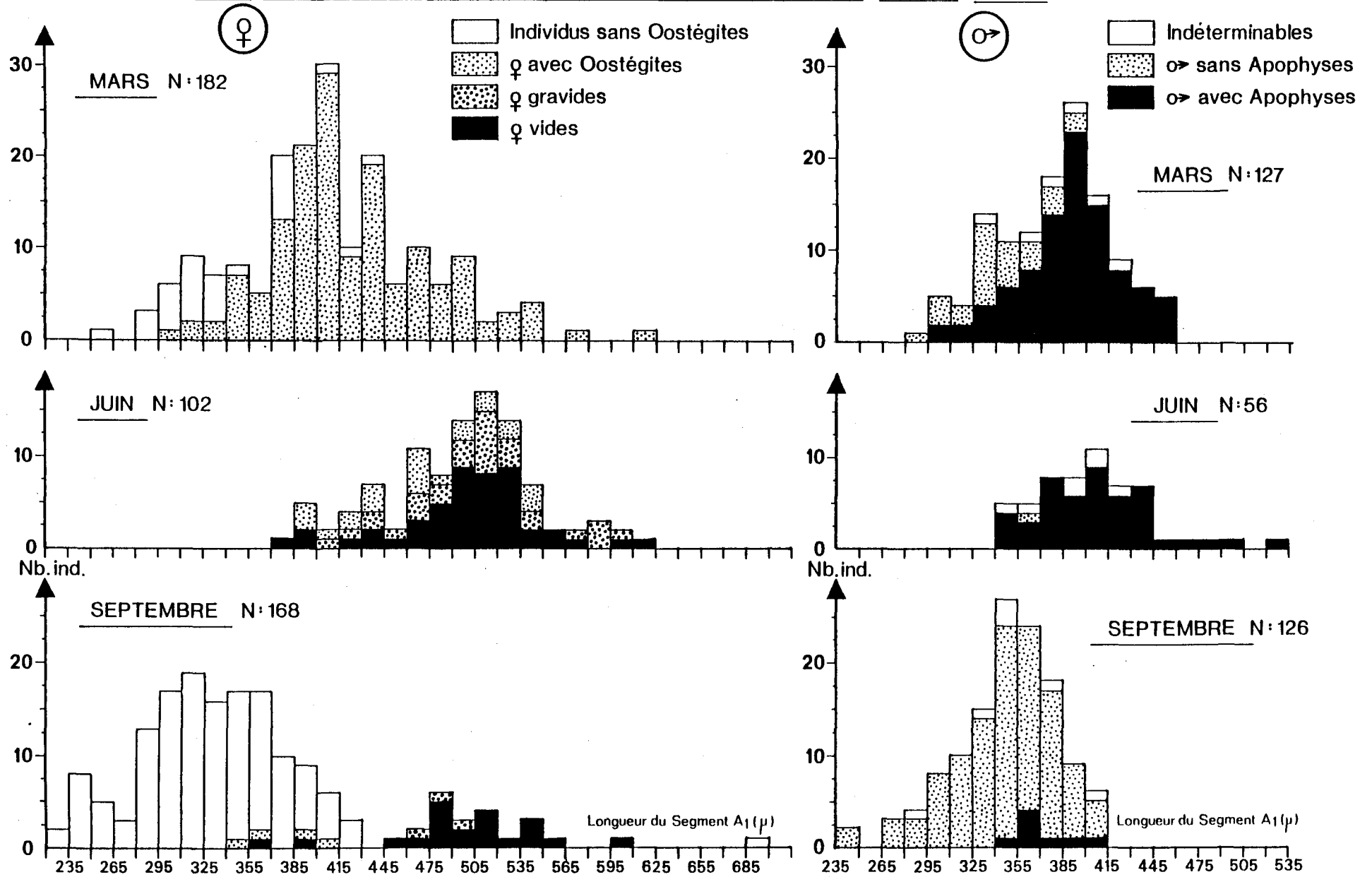
28 MARS : N = 311

12 JUIN : N = 158

7 SEPT : N = 294



Urothoë brevicornis • HISTOGRAMMES de FREQUENCE de TAILLES • 1983 Fig.7



printemps passe l'hiver et se reproduit au printemps suivant) ; les femelles ont une croissance plus rapide et atteignent une taille supérieure à celle des mâles.

Toutefois, les tailles maximales, que ce soit pour les mâles ou les femelles, apparaissent supérieures en 1983 par rapport aux valeurs de 1977 - 78.

4. Conclusion.

La composition faunistique du peuplement des substrats meubles demeure stable dans son ensemble, les variations saisonnières et les phénomènes de migration sont du même ordre que ceux observés précédemment. Le cycle d'*Urothoë brevicornis* ne présente pas de modification notable.

Toutefois, les Annélides polychètes, représentées essentiellement par *Paraonis fulgens* et *Arenicola marina*, sont en nette augmentation et ce exclusivement aux dépens des amphipodes haustoriidae, en particulier *Haustorius arenarius*, mais aussi *Urothoë brevicornis*. Les hauts niveaux semblent particulièrement affectés.

II. SUBSTRATS DURS.

1. Introduction.

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 large ceinture à *B. balanoides* prolongée par une étroite ceinture à *B. perforatus*.

L'étude de surveillance a pour objectif de contrôler l'évolution des principales espèces de cirripèdes de la ceinture à *B. balanoides* à la pointe du Rozel (R 4), ainsi qu'au droit du sémaphore du cap de Flamanville (SEM) ; étude complétée par une évaluation sommaire des densités des principales espèces accompagnatrices et par une étude de recolonisation du substrat par les cirripèdes.

2. Suivi de la ceinture à *Balanus balanoides*.

a) Matériel et méthodes.

A la pointe du Rozel, 4 stations de la radiale R 4 dans la ceinture à *B. balanoides* ont été échantillonnées en septembre 1983.

Au droit du sémaphore, une station (SEM) a été retenue couvrant l'ensemble de la ceinture à l'exception de la frange supérieure.

Les densités de cirripèdes ont été évaluées à l'aide de quadrats 5cmx 5cm (8 quadrats par station en moyenne) ; l'échantillonnage a été éventuellement stratifié pour tenir compte de l'hétérogénéité de colonisation du substrat (zone à forte densité, faible densité, absence totale de cirripèdes), phénomène constaté essentiellement aux limites de la ceinture. Des échantillons de substrat ont été rapportés au laboratoire pour l'évaluation des pourcentages des différentes espèces.

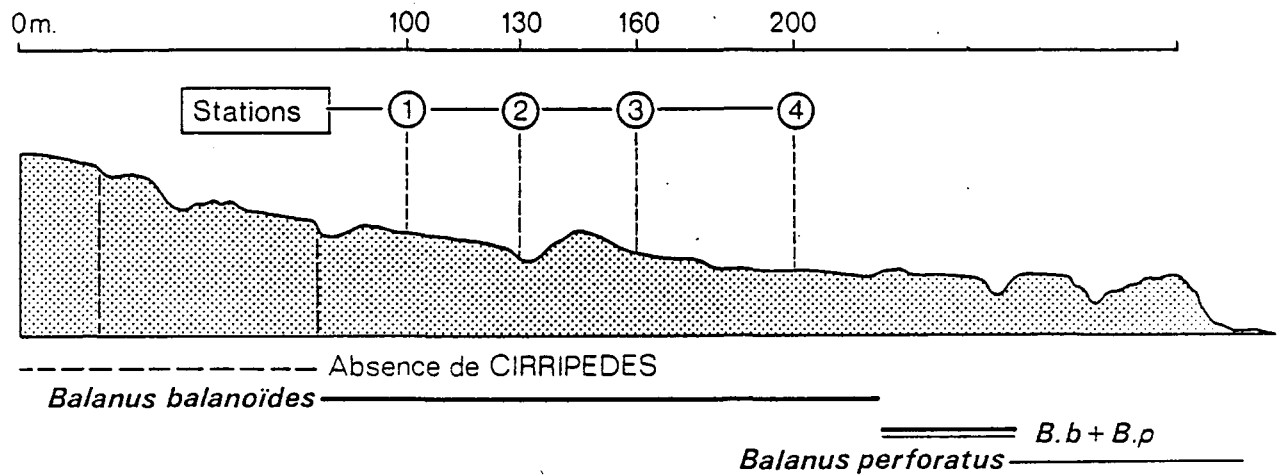
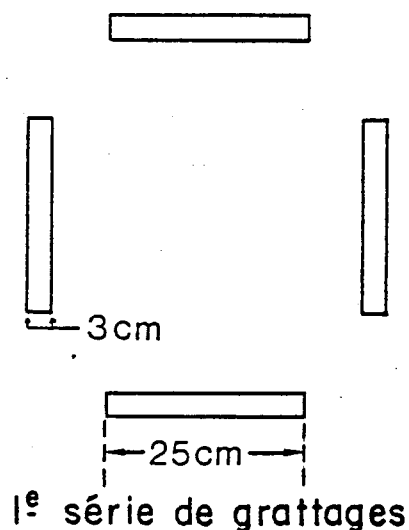


Fig. 8 : Profil schématique de la radiale R 4.

Les densités des principales espèces accompagnatrices ont été évaluées à chaque station à partir d'une surface unitaire de $1/16$ e de m^2 (quadrat 25 cm x 25 cm). Les patelles ont été dénombrées sur le terrain à raison de 12 comptages par station alors que les autres espèces ont été récoltées par grattages (4 grattages par station), déterminées et comptées au laboratoire.

La station 2 de la ceinture à *Balanus balanoides* de la pointe du Rozel a également servi à l'étude de la recolonisation du substrat par les cirripèdes.



Lors d'une mission préliminaire (01.03.83) et des missions du 30.03, 13.06 et 08.09.83, des séries de grattages ont été réalisées. Afin de limiter l'invasion des surfaces mises à nu par les espèces d'épifaune vagile (patelles, littorines), la forme des quadrats a dû être modifiée par rapport à l'étude de projet ; nous avons opté pour des quadrats rectangulaires de faible largeur.

b) Résultats.

b.1) Evaluation des densités de cirripèdes (tableau 13).

Les densités demeurent très élevées, de l'ordre de 60 à 70 000 individus / m² en milieu de ceinture (ST 2 et ST 3 de R 4, station SEM).

A la station 4 (pointe du Rozel) une augmentation de 20 % de la surface dénudée est constatée : celle-ci se développe à la base des dalles de schiste et semble due à des phénomènes d'abrasion liés à l'ensablement progressif des niveaux inférieurs.

b.2) Pourcentages des différentes espèces de cirripèdes.

Le pourcentage des différentes espèces de cirripèdes a été calculé pour chaque station (tableau 14). Quatre espèces sont en compétition directe pour l'espace, à savoir : *Balanus balanoides*, *Elminius modestus*, *Chthamalus stellatus*, *Chthamalus montagui*.

Si *B. balanoides* continue de dominer très largement (environ 90 % des individus), on assiste à une nette progression d'*Elminius modestus* dont le pourcentage à toutes les stations du Rozel est supérieur à 9 %, atteignant même 18 % dans les niveaux supérieurs.

Cette évolution est à replacer dans le cadre d'un phénomène général et non spécifique au secteur de Flamanville. En effet, depuis son introduction sur les côtes européennes vers 1940, cette espèce australienne n'a cessé d'accroître son aire de distribution et tend à remplacer lentement les populations déjà en place.

Le pourcentage des chthamales reste extrêmement faible mais représente toutefois plus de 3 % au sémaphore (dépassant même 10 % à la limite supérieure de la ceinture). La nature du substrat (granitique au cap de Flamanville,

schisteuse à la pointe du Rozel) et plus sûrement les conditions hydrodynamiques (plus intenses au cap de Flamanville) expliqueraient en partie ces différences dans la composition faunistique du peuplement de cirripèdes.

b.3) Etude de recolonisation par les cirripèdes.

L'ensemble des manipulations et les comptages réalisés sur le terrain sont rassemblés dans le tableau 15 et la figure 9.

La fixation observée le 30.03.83 est très récente, la plupart des larves sont encore au stade *cypris*.

La quasi totalité du recrutement (97 %) s'effectue entre mars et juin. Le phénomène avait déjà été observé lors du deuxième cycle de projet et correspond essentiellement au recrutement de *Balanus balanoides*. Les densités sont toutefois sept fois supérieures : un an après la mise à nu du substrat, les densités sont identiques à celles trouvées à l'état initial ($\approx 70\ 000$ individus / m²).

La mortalité après métamorphose s'établit aux environs de 3 à 6 % des individus par mois.

b.4) Evaluation des densités des principales espèces accompagnatrices.

Seuls sont pris en compte pour cette étude les espèces ou groupes d'espèces appartenant à l'embranchement des mollusques (tableau 16).

Au Rozel, les densités de *Patella* sp et de *Littorina saxatilis* sont, de manière générale, inférieures à celles observées antérieurement ; comme en juin 1978, la population de *L. saxatilis* est essentiellement composée de jeunes individus.

Gibbula umbilicalis, *G. pennanti* et *Thais lapillus* qui étaient bien représentées précédemment à la station 4 sont totalement absentes cette année de l'échantillonnage.

Au sémaphore, les densités de mollusques apparaissent particulièrement élevées.

		Décembre 1977			Juin 1978			Septembre 1983		
		Surface occupée	Densité par strate	Densité moyenne	Surface occupée	Densité par strate	Densité moyenne	Surface occupée	Densité par strate	Densité moyenne
R4 - ROZEL	ST.1	15 % 15 %	68 880 17 800	13 002	15 % 15 %	68 880 14 800	12 552	10 % 5 %	49 200 14 500	5 645
	ST.2	100 %	62 470	62 470	100 %	73 430	73 430	100 %	71 500	71 500
	ST.3	100 %	68 170	68 170	100 %	69 930	69 930	100 %	62 300	62 300
	ST.4	80 %	52 450	41 960	80 %	47 890	38 312	60 %	56 100	33 660
Sémaphore								100 %	66 000	66 000

Tableau 13 : Comparaison des densités globales de cirripèdes (nb. d'individus / m²) au Rozel et au Sémaphore entre les années 1977-1978 et 1983.

	ROZEL - R4												SEM Sept. 83
	St. 1			St. 2			St. 3			St. 4			
	Dec. 77	Juin 78	Sept. 83	Dec. 77	Juin 78	Sept. 83	Dec. 77	Juin 78	Sept. 83	Dec. 77	Juin 78	Sept. 83	
<i>Balanus balanoides</i>	97.2	93.5	80.6	94.5	93.5	87.3	98.5	97.0	87.8	99.5	99.5	90.1	92.3
<i>Elminius modestus</i>	2.5	5.9	17.9	5.0	6.0	12.2	1.5	3.0	11.6	0.5	0.5	9.1	4.3
<i>Chthamalus stellatus</i>	-	0.4	0.6	0.5	0.5	-	-	-	0.3	-	-	0.5	3.3
<i>Chthamalus montagui</i>	0.2	0.2	0.9	-	-	0.4	-	-	0.4	-	-	0.3	-

Tableau 14 : Comparaison des pourcentages des différentes espèces de cirripèdes au Rozel et au Sémaphore entre les années 1977-1978 et 1983.

Date de grattage / Date d'observation	01 Mars 1983	30 Mars 1983	13 Juin 1983	08 Sept. 1983
30 Mars 1983	C 39 100 M 14 233			
13 Juin 1983	M 93 833	M 81 600		
08 Sept. 1983	M 87 033	M 70 433	M 2533	
21 Mars 1984	M 70 433	M 59 600	M 2767	M 633

Tableau 15 : Bilan de recolonisation évalué en nombre d'individus / m².
C = cypris ; M = individus métamorphosés.

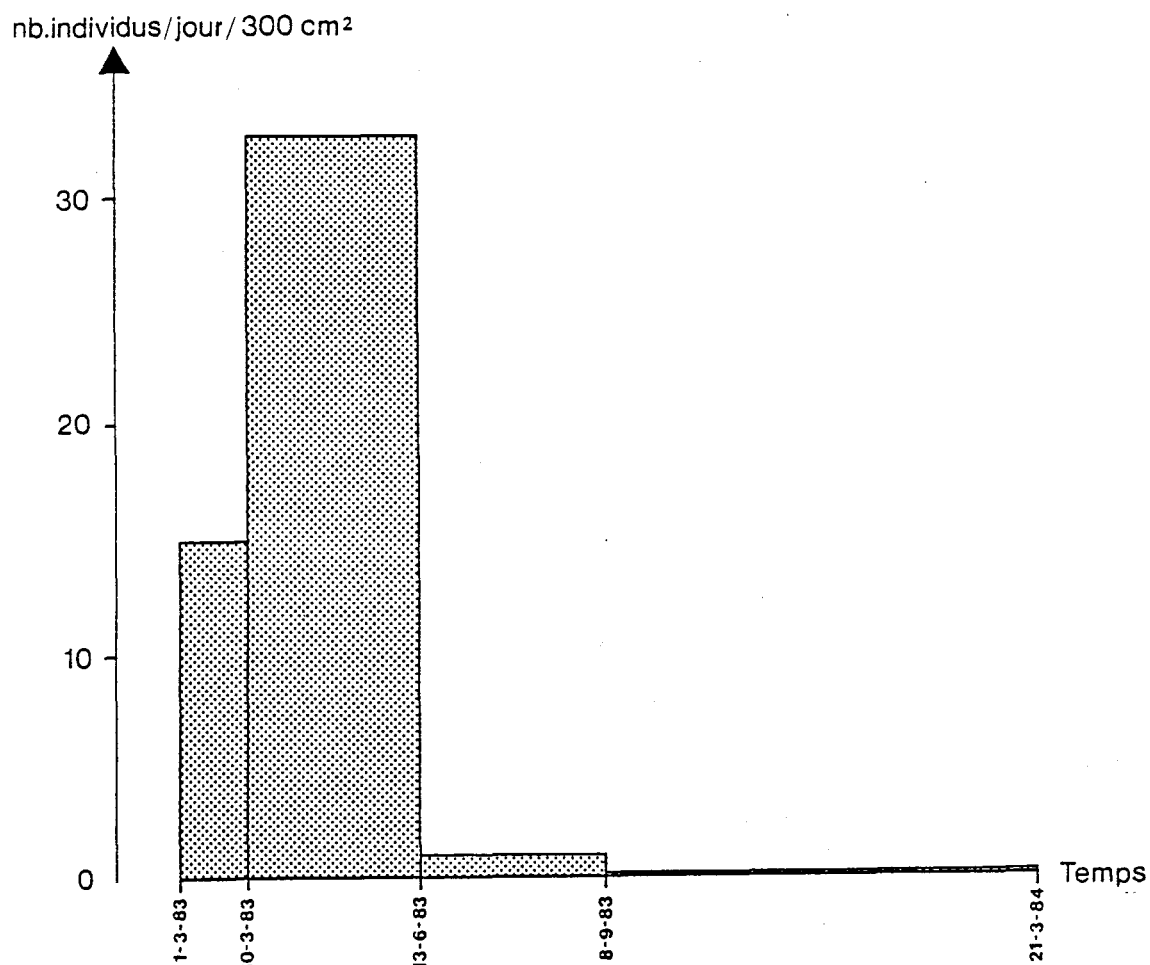


Fig. 9

ETUDE DE RECOLONISATION
PAR LES CRUSTACES CIRRIPEDES

3. Conclusion.

Les densités de cirripèdes demeurent très élevées (60 à 70 000 individus / m²) en milieu de ceinture. Une diminution de la surface colonisée consécutive à un ensablement est observée dans les niveaux inférieurs de la radiale du Rozel.

L'espèce *Balanus balanoides* reste largement dominante (90 % des individus) ; toutefois *Elminius modestus*, espèce nouvellement apparue sur les côtes européennes s'avère en nette progression.

Le recrutement des cirripèdes s'est avéré particulièrement important en 1983.

Les densités de mollusques sont inférieures à celles rencontrées lors des études de projet, certaines espèces n'étant même plus retrouvées.

	R4 - ROZEL												SEM Sept. 83
	St. 1			St. 2			St. 3			St. 4			
	Dec. 77	Juin 78	Sept. 83	Dec. 77	Juin 78	Sept. 83	Dec. 77	Juin 78	Sept. 83	Dec. 77	Juin 78	Sept. 83	
<i>Patella</i> sp.	12	13	5	52	108	70	192	152	95	237	173	77	190
<i>Littorina saxatilis</i>	76	175	351	1788	2304	1368	1192	1656	944	1366	2749	115	4976
<i>Littorina neritoïdes</i>	*	*	129	*	*	484	*	*	192	*	*	60	384
<i>Gibbula umbilicalis</i>							20			112	29		
<i>Gibbula permanti</i>											19		
<i>Thais lapillus</i>							4			179	22		
<i>Lasea rubra</i>	*	*	10	*	*	644	*	*	1088	*	*	180	1576

Tableau 16 : Comparaison des densités (nbre d'individus / m²) des différentes espèces de mollusques entre les années 1977 - 1978 et 1983.
* espèce non prise en compte dans l'échantillonnage 1977 - 78.

C. SUBLITTORAL.

I. INTRODUCTION.

L'étude de projet, réalisée à l'aide d'une drague, 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*.

Toutefois, au cours de cette étude, un certain nombre de difficultés sont apparues :

- difficulté d'obtenir des échantillonnages reproductibles.
- difficulté d'utiliser des engins de prélèvements quantitatifs.

La campagne Ecomanche (juillet 1979) permettait, grâce à l'emploi de caméras sous-marines, de mieux comprendre la structure des fonds (couverture sédimentaire extrêmement réduite, grande variabilité à très petite échelle, affleurements rocheux nombreux même à une certaine distance des caps), ainsi que de mieux cerner les limites d'utilisation de la drague sur ce type de fond. (Des densités importantes de *Lanices* apparaissent au sud du cap de Flamanville, alors que cette espèce n'était que très faiblement récoltée à la drague).

La généralisation de l'utilisation de la technique du sonar latéral laissait suggérer que son emploi serait particulièrement approprié dans ce secteur : les premiers résultats concernant une mosaïque réalisée au large de l'anse de Vauville en juin et juillet 1983 sont ici présentés ; le secteur proche du cap fera l'objet d'une prospection systématique en 1984.

L'emploi de la benne Hamon, au niveau de la station G 658, a permis par ailleurs d'obtenir quelques éléments quantitatifs en ce qui concerne l'ensemble de la macrofaune et plus particulièrement l'espèce *Nucula nucleus* ainsi que de poursuivre l'étude dynamique de cette espèce.

II. PROSPECTION DES FONDS PAR SONAR LATERAL.

La partie sud de l'anse de Vauville, au nord du massif granitique de Flamanville, a été étudiée par une mosaïque de sonar à balayage latéral en juin et juillet 1983. Les fonds rocheux sont très largement représentés et parfois recouverts par des sédiments le plus souvent peu épais.

Deux cartes ont pu être établies après le dépouillement des profils ; la première correspond à la structure géologique mise en évidence dans les zones rocheuses, l'autre à la couverture sédimentaire.

1. La carte structurale (fig. 10).

a) Le cadre géologique régional.

La mosaïque de Flamanville contribue à l'étude d'une des grandes unités structurales paléozoïques du Cotentin, le synclinal de Siouville, dont elle couvre partiellement le domaine submergé.

Le synclinal de Siouville présente un flanc nord localement renversé dont les pendages s'opposent à ceux du flanc sud relativement faibles, et une orientation N 75 dite varisque. Le plongement axial de la structure, 15° W, fait apparaître des formations de plus en plus récentes de l'est vers l'ouest. L'anse de Vauville est ouverte dans les schistes ordoviciens et siluriens, mais cette série est masquée sur le littoral par un important complexe dunaire, d'âge holocène et par les sables côtiers. La mosaïque présente donc un intérêt tout particulier puisqu'elle permet une approche structurale détaillée de la partie submergée du synclinal de Siouville.

b) Approche structurale.

b.1) Les structures plicatives.

Nous distinguons sur la carte, du nord au sud :

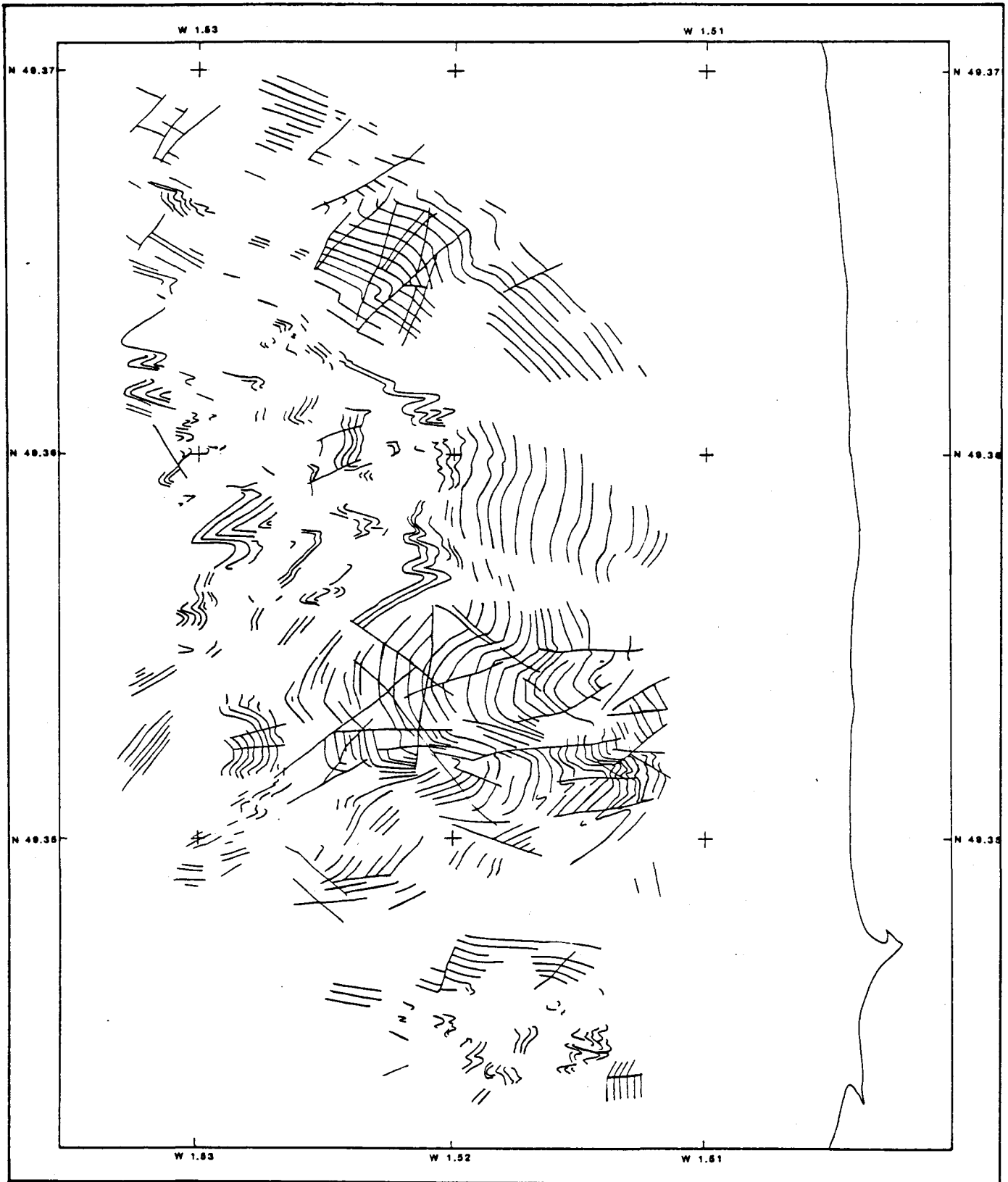
- une première structure majeure, de type synforme et d'axe N 90.

La charnière du pli est partiellement ennoyée sous les sédiments, mais le flanc nord est bien observable. Le raccourcissement s'exprime, à l'intrados de la synforme, par le développement de plis d'entainment. Le regard de ces plis est tourné vers la charnière

Fig.10 FLAMANVILLE MOSAIQUE-SONAR A BALAYAGE LATERAL

Carte structurale

ECHELLE: ~1/25.000



F. GRESSELIN

principale, et la dissymétrie flanc long - flanc court est particulièrement nette. L'axe de ces structures secondaires varie de N 75 à N 100.

- une deuxième structure majeure antiforme, d'axe N 90. Son flanc sud est pincé dans un repli synforme très refermé. Les ruptures d'étirement se traduisent à l'extrados du pli par des fractures au niveau de la charnière.
- à l'extrémité sud de la mosaïque apparaît un nouveau repli antiforme dont la charnière est entièrement masquée par le recouvrement sédimentaire.

b.2) La fracturation.

Un couple directionnel principal a été retenu : il s'agit des fractures N 140 à caractère senestre et de leurs conjuguées N 70 dextres. Ces fractures, bien développées à l'extrados de l'antiforme semblent liées à la phase hercynienne du plissement (compression nord - sud).

Les autres fractures observées présentent une direction générale N 90 et N 175 à N 10. Cette dernière famille, bien connue dans le Cotentin, n'est ici que peu représentée. Nous rappelons cependant que la direction N 0 est parallèle à la route du navire et que la distinction de telles fractures en est rendue plus difficile.

En l'absence de prélèvements, il est impossible de dater les formations cartographiées. Toutefois, la précision du levé de la structure, alliée à la qualité du positionnement, permettrait un échantillonnage rigoureux par carottages ou plongée si nécessaire.

2. La couverture sédimentaire (fig. 11).

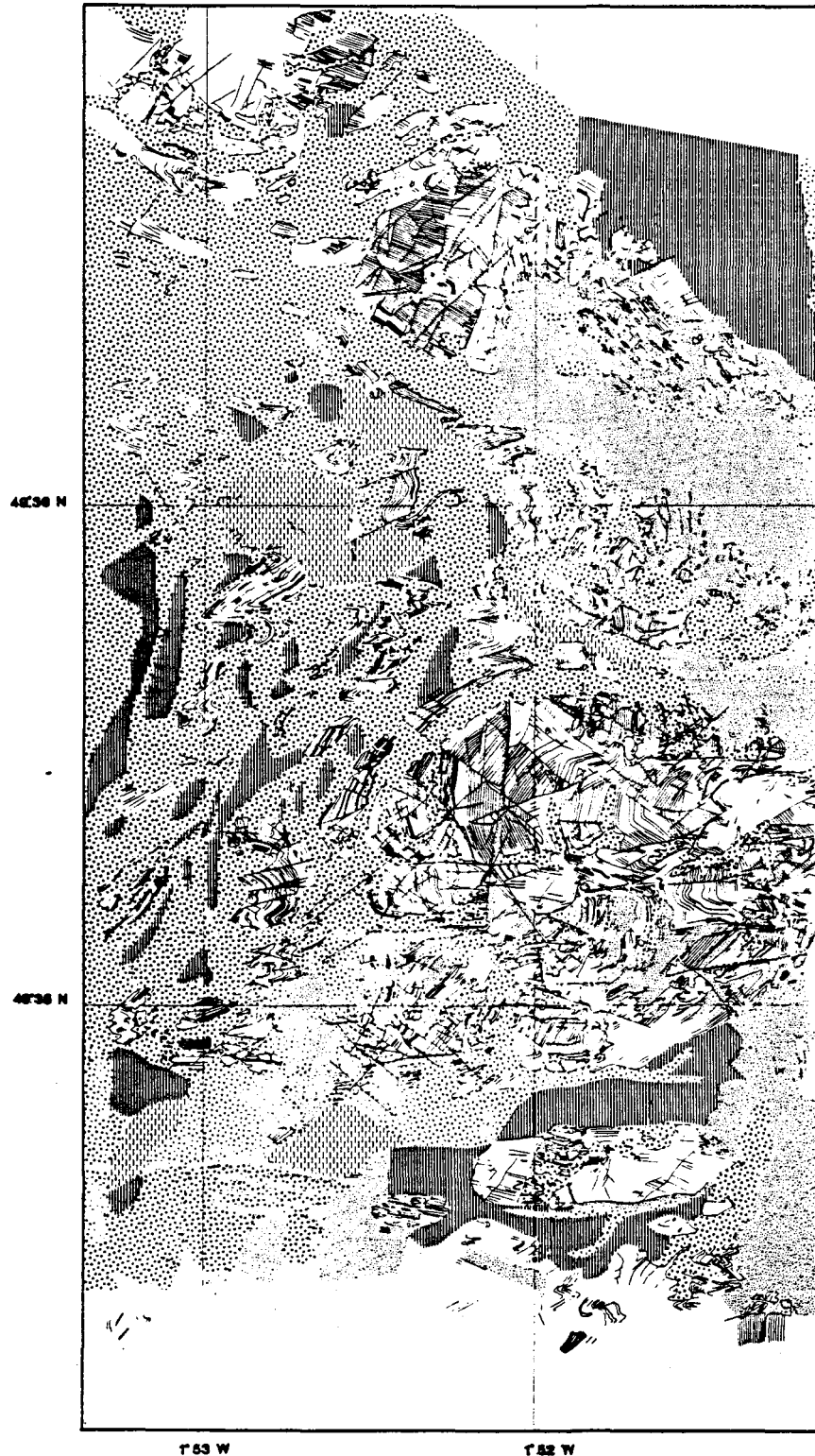
La couverture sédimentaire est peu épaisse et sa granulométrie est sans doute, assez grossière. L'information la plus importante apportée par cette mission est certainement le caractère hétérogène très marqué des sédiments. Ce fait a été confirmé par des traits de télévision sous-marine qui nous ont permis de plus, d'étalonner certains faciès acoustiques.

Fig.11 FLAMANVILLE

MOSAIQUE-SONAR A BALAYAGE LATÉRAL

Répartition des sédiments

ECHELLE : ~ 1/25.000



LEGENDE

Roches		Graviers et sables grossiers		Vases : dépôts discontinus	
		Sables moyens		Vases : dépôts continus	

a) Nature et répartition des sédiments.

Les fonds durs sont largement dominants et ils sont constitués par des affleurements rocheux séparés par des zones à galets, graviers et sables grossiers. Les galets sont plutôt répandus sur les platiers, alors que les sables et les graviers ne se maintiennent que dans les infractuosités à l'abri des courants. Les graviers et les sables grossiers sont plus fréquents à l'ouest du secteur où ils forment une couverture pratiquement uniforme. Les sables moyens comblent une dépression entre des reliefs rocheux au nord-est. Ils apparaissent aussi en placages discontinus, retenus ou protégés par des bancs de roches.

Nous avons cartographié avec le faciès vase, des sédiments présentant une réponse acoustique variable, qui recouvrent fréquemment les sables grossiers et les graviers. Ils semblent être cohésifs, ne sont affectés par aucune figure sédimentaire, et le bord des formations est érodé avec des formes dentelées ou festonnées. La nature réelle de ces sédiments ne sera déterminée avec certitude que par photographie sous-marine ou prélèvements.

b) La dynamique sédimentaire.

Les sables grossiers sont couverts de mégarides, de longueur d'onde inférieure à 2 mètres et d'allongement nord-sud. La dissymétrie est peu marquée mais semble indiquer des rides à regard vers l'est. La direction d'allongement reste la même lorsque la dépression, au fond de laquelle ces figures apparaissent, change de direction (courbe de structure plissée, par exemple).

Les sables moyens à fins sont beaucoup plus mobiles, comme en témoignent les nombreuses structures sédimentaires longitudinales, trainées ou rubans de sable.

La dynamique de ces sables est régie par deux éléments :

- un sens de transport du sud vers le nord indiqué par l'ensemble des figures : trainées de sable, queues de comète et voiles sableux accrochés en arrière des obstacles, mégarides dissymétriques.
- l'orientation et la hauteur des affleurements rocheux qui constituent des barrières morphologiques et hydrodynamiques favorisant les accumulations.

Ainsi, les trainées sableuses sont souvent déviées par les structures est-ouest, au pied desquelles sont piégés des sédiments. Lorsque les apports sédimentaires sont canalisés par des reliefs, apparaissent des rubans de sable avec des mégarides transversales de 3 mètres de longueur d'onde environ. Dans les zones de transits importants, s'installent des voiles sableux eux aussi ornés de mégarides transverses au sens de transport. On observe alors, localement, en arrière de certains blocs, la formation de queues de comètes, par érosion des sables fins laissant apparaître les sédiments plus grossiers sous-jacents. Enfin les barres rocheuses d'orientation est-ouest limitent des dépressions de 200 à 300 m de largeur dans lesquelles s'installent des bancs sableux de quelques mètres d'épaisseur, souvent couverts de mégarides de 3 à 8 mètres de longueur d'onde.

La mosaïque a été réalisée au mois de juin et au mois de juillet 1983. Un des profils levés au cours de la première mission a été repris au début de la deuxième. Nous avons pu ainsi apprécier la grande précision du positionnement, l'écart entre les deux relevés étant toujours inférieur à 10 m. D'autre part, la quasi totalité des figures sédimentaires observées en juin se sont avérées identiques lors du deuxième passage. Seule l'organisation des mégarides d'un voile sableux semble avoir été modifiée. Il apparaît donc que les transits sédimentaires ont été peu importants entre juin et juillet. Durant cette période, les vents ont été faibles, de secteur nord à est, et les coefficients de marée étaient inférieurs à 95. Il serait bon de reprendre un ou deux profils particulièrement riches en informations sur les transits sableux lors des prochaines missions afin de comparer l'état des fonds à celui de 1983. Des prélèvements géologiques et sédimentologiques permettraient, d'une part, de caractériser les zones rocheuses dont la structure a été décrite, d'autre part, d'étalonner la réponse acoustique des différents sédiments.

3. Conclusions.

Les transits sédimentaires observés présentent donc une double polarité :

- de l'ouest vers l'est pour les sédiments les plus grossiers.
- du sud vers le nord pour les sables moyens à fins.

Il est probable que les particules les plus grossières sont surtout soumises à l'action des houles alors que les plus fines ont une dynamique

liée aux courants de marée. Nous avons remarqué que des mégarides d'allongement nord-sud pouvaient être recouvertes par des rubans sableux ornés de mégarides est-ouest, ce qui atteste de la stabilité des graviers et sables grossiers modelés seulement lors des périodes de tempêtes. A l'inverse, des mégarides formées par la houle apparaissent peut-être sur les zones de sables moyens, mais elles sont certainement très vite remaniées par les courants qui imposent à nouveau un sens de transit du sud vers le nord.

III. ANALYSE QUANTITATIVE DU MACROBENTHOS DU FACIES A *NUCULA NUCLEUS*.

1. Matériel et méthodes.

Lors de l'étude de projet nous avons souligné la difficulté, voire l'impossibilité, de réaliser des prélèvements quantitatifs à l'aide des moyens existants, dans le secteur du cap de Flamanville.

L'utilisation de la benne Hamon a permis cette année d'effectuer localement des prélèvements quantitatifs pour l'étude de *Nucula nucleus*. Nous avons alors profité de ces prélèvements pour fournir une estimation quantitative des différentes composantes faunistiques de ce faciès.

La station retenue est située au sud du cap de Flamanville, au point G 658 (cf. Projet 2ème cycle), 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 GUENNEGAN 1983) à bord du N/O "Thalia" le 30 août 1983, puis regroupés en deux lots de quatre bennes après tamisage sur maille ronde de 1 mm. Le matériel formolé est trié puis analysé au laboratoire :

- évaluation de la densité au niveau de l'espèce, de la famille ou de l'ordre, suivant le taxon considéré.
- évaluation de la biomasse correspondant à ces différents groupes ; la biomasse correspond, dans le cas présent, au poids sec de matière vivante formolée après décalcification à l'HCL 1/10 et passage à l'étuve à 110°C pendant 24 heures.

2. Résultats.

Les résultats présentés dans les tableaux 17 à 19 appellent un certain nombre de commentaires :

- bien que l'analyse systématique n'ait pas toujours été menée au niveau de l'espèce, on peut noter une diversité faunistique importante, bien supérieure à celle observée en 1976 (35 espèces).
- densité et biomasse globales sont élevées ; elles sont essentiellement le fait des annélides polychètes et des mollusques, plus

précisément de deux espèces, à savoir *Lanice conchilega* et *Nucula nucleus*, qui représentent respectivement 20 et 40 % de la densité, 42 et 22 % de la biomasse.

- si densité et biomasse globales sont sensiblement moins élevées dans le sous-échantillon II, les pourcentages sont en tout point comparables entre les deux sous-échantillons.

- la comparaison des pourcentages des principaux taxons entre 1976 et 1983 appelle quelques réserves, en effet :
 - * les prélèvements ont été réalisés avec des engins différents ; la drague (1976) ne permet d'obtenir que des données semi-quantitatives, de plus elle assure une plus grande sélectivité dans la récolte des espèces.
 - * ne disposant pas d'un système de positionnement très précis à la côte, il n'est pas assuré que nous soyons revenus très précisément au point G 658 ; compte tenu de la forte hétérogénéité du fond dans ce secteur cet argument est à prendre en considération.

Ces quelques remarques suffisent à révéler le peu d'intérêt à suivre l'évolution des peuplements benthiques de ce secteur aux moyens de la drague.

Paramètres quantitatifs Unités faunistiques	G.658 I		G.658 II		TOTAL	
	D	B	D	B	D/m ²	B/m ²
ANNELIDES POLYCHETES						
Aphroditidae	24	87.8	18	146.4	42	234.2
Phyllodocidae	5	13.5	7	12.4	12	25.9
Syllidae	51	48.9	41	27.2	92	76.1
Nereidae	7	5.6	7	3.7	14	9.3
Nephtyidae	11	575.5	11	80.3	22	655.8
Glyceridae	1	1.1	1	1	2	2.1
Eunicidae	24	227.1	22	292.4	46	519.5
Fragments de polychètes errants		100.9		53.5		154.4
Spionidae	10	13.7	8	7	18	20.7
Disomidae	1	0.1	1	0.2	2	0.3
Cirratulidae	40	30.4	14	9.3	54	39.7
Sabellaridae			2	17.9	2	17.9
Ariciidae	19	101.1			19	101.1
Capitellidae	21	40.3	13	27.4	34	67.7
Maldanidae	26	513.6	20	47.1	46	560.7
Scalibregmidae	1	0.7			1	0.7
Ampharetidae	1	46	1	30.9	2	76.9
Terebellidae	422	15624.7	232	7468	654	23092.7
(<i>Lanice conchilega</i>)	(373)	(15257.3)	(202)	(6739.6)	(575)	(21996.9)
Sabellidae	23	335.9	10	68.9	33	404.8
Fragments de polychètes sédentaires		1088.9		1499.1		2588
MOLLUSQUES						
Amphineures						
Gastéropodes	3	4.9	1	1.5	4	6.4
<i>Crepidula fornicata</i>			1	0.1	1	0.1
Bivalves						
<i>Nucula nucleus</i> *	679	7143.6	460	4614.3	1139	11879.8
<i>Parvicardium</i> sp.	1	-	1	-	2	-
<i>Venus ovata</i>	3	105.7	1	25	4	130.7
<i>Tapes rhomboïdes</i>	11	4227.9	10	4443.8	21	8671.7
<i>Abra alba</i>	3	18.9	5	31.1	8	50
<i>Ensis arcuatus</i>	4	966.7			4	966.7
<i>Lucinoma borealis</i>	4	6.4			4	6.4
CRUSTACÉS						
Mysidacés	6	4.4			6	4.4
Tanaidacés	43	7.3	20	5.3	63	12.6
Isopodes	6	1.1	9	2.3	15	3.4
Amphipodes	203	41.5	135	28	338	69.5
Décapodes						
Natantia	14	11.1	9	13.2	23	24.3
Reptantia						
Paguridae	10	198.8	5	226.6	15	425.4
Galatheididae	6	1.4	1	-	7	1.4
Brachyours	36	1085.6	15	135.4	51	1221
Fragments de crustacés				186.6		186.6
AUTRES GROUPES						
Actiniales			1	-	1	
Némertes	15	95.7	9	215.6	24	311.3
Phoronidiens	25	29.2	20	78.9	45	108.1
Sipunculides	1	647.6			1	647.6
Pygogonides	2	1.8			2	1.8
Echinodermes						
Holothurides	1	132.8			1	132.8
Ophiurides			7	-	7	
Ascidies			6	411.5	6	411.5
Poissons	2	4.5	1	94.8	3	99.3
TOTAL	1765	33592.7	1125	20306.7	2890	53899.4

Tableau 17 : Densité et biomasse (mg) des principales composantes faunistiques du faciès à *Nucula nucleus*.

* Les biomasses de *Nucula nucleus* ont été déduites de la relation taille - poids établie par CHARDY *et al.* (1984).

	G 658 I				G 658 II				TOTAL			
	D	Z	B	Z	D	Z	B	Z	D/m ²	Z	B/m ²	Z
ANNELIDES POLYCHETES (<i>Lanice conchilega</i>)	687 (373)	38.9 (21.1)	18855.8 (15257.3)	56.1 (45.4)	408 (202)	36.3 (18)	9792.7 (6739.6)	48.2 (33.2)	1095 (575)	37.9 (19.9)	28648.5 (21996.9)	53.1 (40.8)
MOLLUSQUES (<i>Nucula nucleus</i>)	709 (680)	40.1 (38.5)	12474.1 (7143.6)	37.1 (21.3)	479 (460)	42.6 (40.9)	9115.8 (4614.3)	44.9 (22.7)	1188 (1140)	41.1 (39.4)	21589.9 (11757.9)	40.1 (21.8)
CRUSTACES	324	18.3	1351.2	4	194	17.2	597.4	2.9	518	17.9	1948.6	3.6
DIVERS	46	2.6	911.6	2.7	44	3.9	800.8	3.9	90	3.1	1712.4	3.2
TOTAL	1766		33592.7		1125		20306.7		2891		53899.4	

Tableau 18 : Densité et biomasse (mg) des principaux taxons du faciès à *Nucula nucleus*.

	G 658	
	1976	1983
ANNELIDES POLYCHETES (<i>Lanice conchilega</i>)	8.6 (0.5)	37.9 (19.9)
MOLLUSQUES (<i>Nucula nucleus</i>)	78.9 (72.2)	41.1 (39.4)
CRUSTACES	11.7	17.9
DIVERS	0.7	3.1

Tableau 19 : Comparaison des pourcentages des principaux taxons entre 1983 et 1976.

IV. ETUDE DYNAMIQUE DE *NUCULA NUCLEUS*.

L'étude réalisée sur la population de *Nucula nucleus* (mollusque bivalve) dans le secteur sud du cap de Flamanville, de septembre 1977 à août 1978, a permis de mettre en évidence :

- un parfait synchronisme dans le cycle de reproduction.
- une seule période de ponte située en début d'automne.
- un taux d'accroissement lent lié à une longévité importante.

Le maximum de croissance annuelle a lieu entre mai et septembre, période qui coïncide avec la maturation des gonades. La période hivernale correspond à la fois à un repos sexuel et à un ralentissement marqué de la croissance qui se traduit par la formation d'une strie.

Dans le cadre de cette première année de surveillance, l'étude de cette espèce porte sur la densité et la structure démographique à partir d'un échantillonnage réalisé à une station, 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.

1. Matériel et méthodes.

a) Modalités d'échantillonnage.

(Voir paragraphe III.1).

b) Analyse des échantillons.

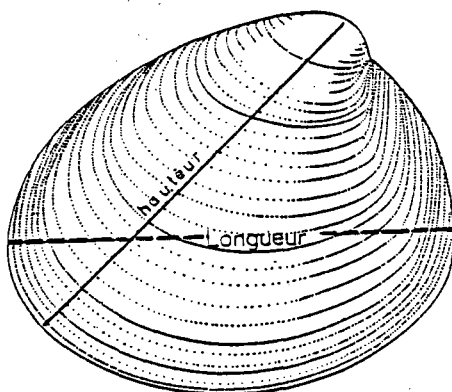
b.1) Analyse des stries de croissance.

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 démontrée.

b.2) Choix du paramètre de mesure.

Lors de l'étude de projet, la hauteur (H) fut retenue comme critère de taille et les mesures furent effectuées au micromètre de la loupe binoculaire. La longueur (L) fut également mesurée, ce qui permit d'établir la relation d'allométrie entre ces deux paramètres : $L = 0.934 H + 0.622$ (avec un coefficient de corrélation de 0.998).

Dans le cas présent, la longueur a été retenue en raison de sa meilleure reproductibilité ; les mesures sont effectuées à l'aide d'un projecteur de plan couplé à un microordinateur pour la réalisation automatique de la mesure (en micron) et son enregistrement.



b.3) Etat de reproduction.

L'examen extérieur des gonades à la loupe binoculaire permet de classer les individus selon 4 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.

Nous avons été amenés à définir un cinquième stade pour quelques individus, vu l'aspect assez caractéristique de leur 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 nucléus 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 25 individus, sauf pour les catégories 7 et 8 stries, aux effectifs insuffisants. Le sex-ratio et le pourcentage des stades de maturité sont établis pour ces mêmes lots.

b.4) Calcul du poids sec de matière organique.

CHARDY *et al.* (1984) ont établi la relation allométrique entre la hauteur (H) et le poids sec de matière organique : $\log W = 1.52 \log H - 0.23$ (avec un coefficient de corrélation $r = 0.95$), W est exprimé en mg et H en mm.

Compte tenu de la relation établie entre la hauteur et la longueur (cf. § IV.1.b.2), nous obtenons : $\log W = 1.52 \log (L - 0.622) - 0.18$.

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

2. Résultats.

a) Densité.

Les densités observées sont respectivement de 679 et 460 individus par lot, soit 1139 nucléus / m². Celles observées par CHARDY *et al.* (1984) en juin 1979 à la hauteur de la pointe du Rozel sont du même ordre : 1611 individus / m².

b) Structure démographique.b.1) Analyse des stries de croissance.

Chaque animal est classé suivant son nombre de stries ; huit classes ont été ainsi définies. Pour la majorité des individus, la lecture s'effectue sans difficulté majeure. Cependant, il est parfois difficile de localiser la première strie, de même que la dernière.

Selon HILY (1976) "La première strie, si elle est visible généralement sur les jeunes (classes 1, 2, 3), disparaît souvent ensuite. Une différence de couleur qui n'est pas une strie véritable se trouve à l'apex de la coquille et marque sans doute le stade d'installation sur le fond".

Chez de nombreux individus, la première strie est visible aux alentours de cette différence de couleur de l'apex ; la deuxième strie par contre en est toujours assez éloignée. Pour les individus qui ne présentent pas une "première strie théorique" visible, nous avons assimilé cette différence de couleur à la première strie. Par ailleurs, une différence importante de localisation de cette première strie apparaît entre les animaux de début de ponte (en fin de phase de métabolisme intense estival) et de fin de ponte (en cours de phase de métabolisme ralenti hivernal).

Chez les animaux âgés, à croissance faible, la strie la plus récente s'inscrit au bord de la coquille, voire dans "l'épaisseur", ce qui complique son observation.

L'analyse des stries de croissance donne la structure démographique présentée dans le tableau suivant.

Nombre de stries		1	2	3	4	5	6	7	8	Total
G. 658 . I	N	86	121	135	162	120	43	8	4	679
	%	12.67	17.82	19.88	23.86	17.67	6.33	1.18	0.59	
G. 658 . II	N	73	85	102	98	68	29	4	1	460
	%	15.87	18.48	22.17	21.30	14.78	6.30	0.87	0.22	

Pour tester l'hypothèse d'invariance de la distribution entre les deux lots, on peut appliquer un test de χ^2 . On obtient la valeur empirique du χ^2 de 5.87, inférieure à la valeur limite 12.59 du χ^2 à 6 degrés de liberté au seuil de confiance de 95 %. Ce χ^2 ne permet pas de rejeter l'hypothèse d'identité des distributions entre les deux lots.

Ces résultats sont comparés à ceux obtenus par CHARDY *et al.* (1984) à partir d'une analyse identique portant sur 4844 individus.

Nombre de stries		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Juillet 1979 Pointe du Rozel	%	16.78	30.74	24.50	12.20	7.49	3.78	2.27	1.24	0.72	0.27	0.10
	Σ		47.42	71.92	84.12	91.61	95.39	97.66	98.90	99.62	99.89	99.99
Août 1983 Cap de Flamanville	%	13.96	18.09	20.81	22.83	16.51	6.32	1.05	0.44	-	-	-
	Σ		32.05	52.86	75.69	92.20	98.52	99.57	100.00			

Un χ^2 de 254.7, supérieur à la valeur limite 15.507 du χ^2 à 8 degrés de liberté au seuil de confiance de 95 %, permet de rejeter l'hypothèse d'identité des distributions entre les deux années.

En juillet 1979, on note un très fort pourcentage des individus à 2 et 3 stries. Ce pic représente à lui seul 55.24 % de la population. Suit une baisse brutale de densité pour les animaux à 4 stries.

En août 1983, la structure démographique présente un pic plus étalé avec un maximum pour les animaux à 4 stries. Les classes 3 et 4 ans représentent 43.64 % de la population.

Dans les deux cas, 92 % de la population a, au plus, cinq ans.

b.2) Histogrammes de fréquences de tailles (fig. 12 et 13).

Les distributions de fréquences de tailles des deux lots d'échantillons sont comparables. Aussi leurs effectifs ont-ils été sommés pour la poursuite des traitements *.

* Nous remercions Monsieur Alain MENESGUEN pour le traitement des données de cette étude.

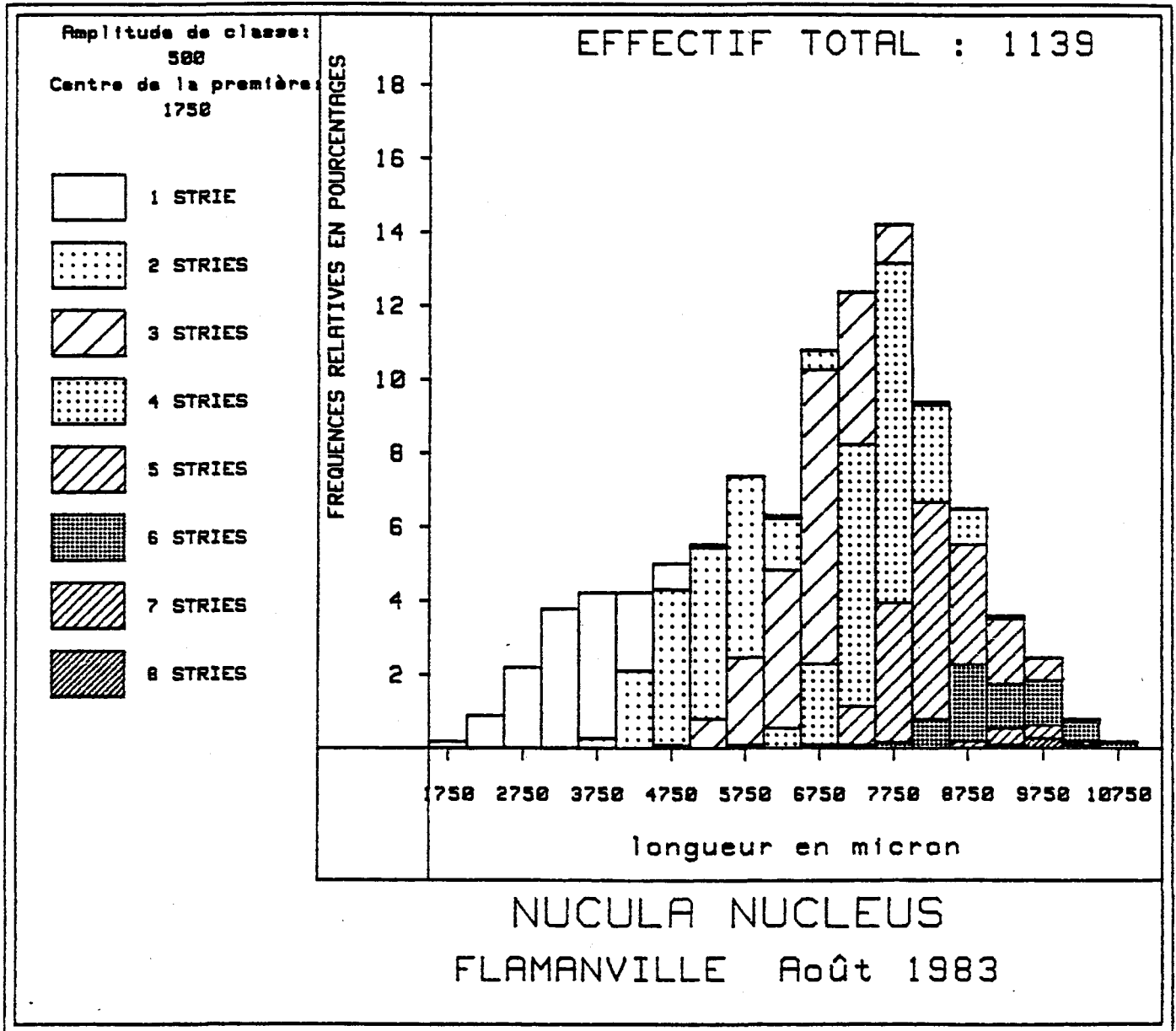


Fig. 12 : *Nucula nucleus*. Histogramme de fréquence de taille. Structure démographique définie à partir de la lecture des stries d'accroissement.

ANALYSE STRIE PAR STRIE

Nb. stries	Moyenne	Ecart-type	Effectif
1	3488.994	702.249	159
2	5252.427	648.634	206
3	6623.418	602.616	237
4	7561.538	535.48	260
5	8335.106	623.25	188
6	9111.111	713.167	72
7	9416.667	443.813	12
8	9750	353.553	5

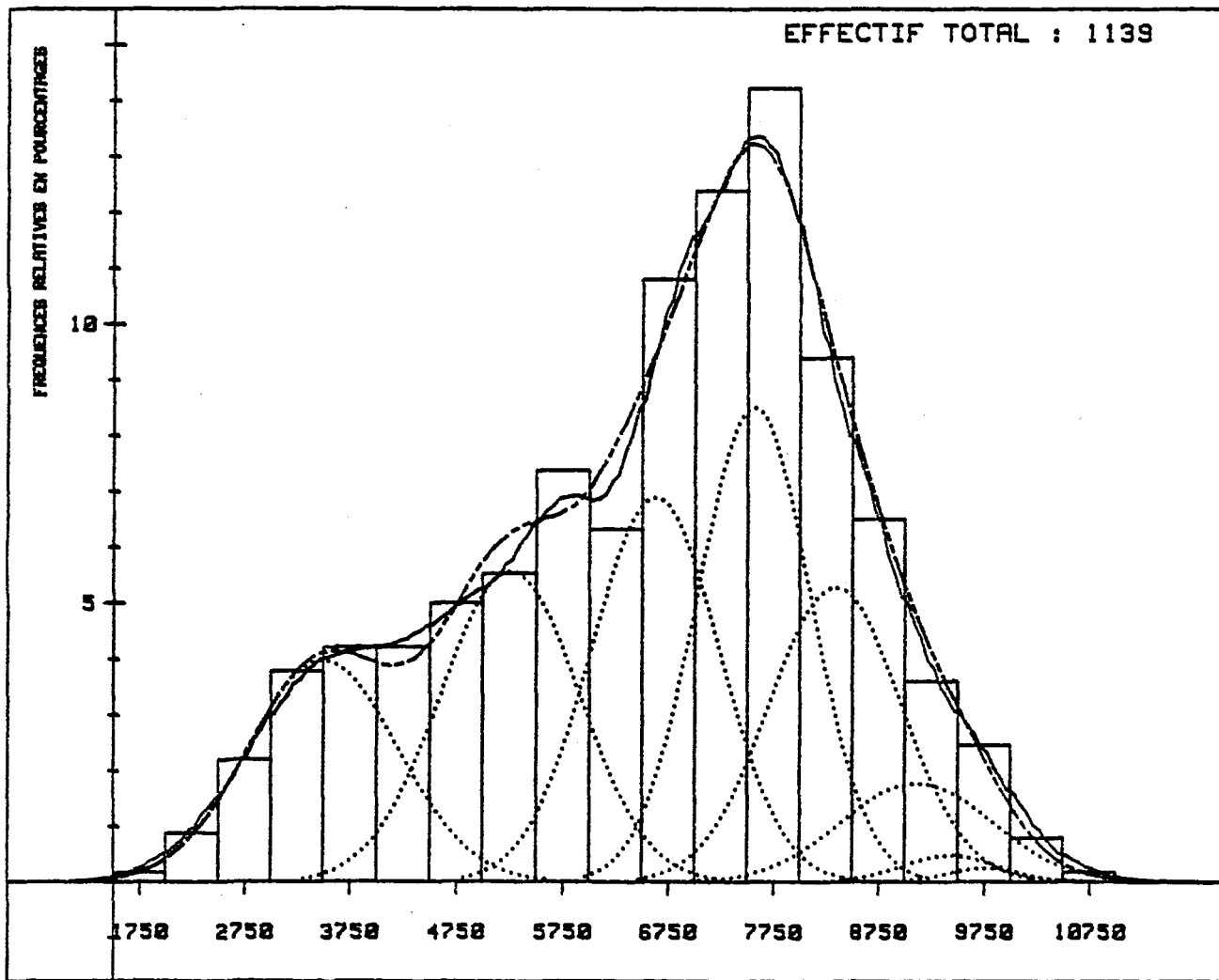


Fig. 13 : *Nucula nucleus*. Flamanville Août 1983. Analyse strie par strie.

- composantes gaussiennes (= classes d'âge annuelles)
- - - - - somme des composantes théoriques
- somme observée (lissage de l'histogramme)

Il faut noter le peu d'individus de petite taille (de longueur entre 2 et 4 mm) et un pic principal entre 6.7 et 8.2 mm.

L'analyse de ces histogrammes, couplée avec celle des stries de croissance, nous permet de définir fin août la taille non pas à chaque strie (c'est-à-dire à 6 mois, 1 an 1/2, ...) mais à un an, deux ans...

La courbe de croissance observée est obtenue en prenant la longueur moyenne correspondant à chaque groupe de stries.

Le taux de croissance étant maximal les premières années et diminuant avec le temps, l'équation de Von Bertalanffy est appliquée à nos données :

$$L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$$

soit :

$$L = 10.9 [1 - e^{-0.272(t - 0.42)}]$$

Les longueurs sont exprimées en mm, les âges en années.

Nous notons un ajustement quasi parfait de la courbe de Von Bertalanffy aux observations (fig. 14).

La courbe de croissance observée est comparée avec celle obtenue lors de l'étude de projet, en précisant que la relation Hauteur-Longueur est appliquée à cette dernière, ce qui ne constitue qu'une approximation; en effet, la courbe de croissance avait été obtenue à partir de la mesure du rayon polaire, qui est légèrement inférieur à la hauteur.

Les courbes sont tout à fait comparables, compte tenu du décalage de six mois dans les observations (fig. 15).

c) Etat de reproduction. Sex-ratio.

Etat de la gonade (tableau 20).

Les jeunes classes présentent un fort pourcentage d'individus indéterminables (92 % pour la classe I et 36 % pour la classe II) et sont à un stade moins évolué de maturation : 20 % des individus à 2 stries sont au stade 2. Par ailleurs, la gamétogénèse est discernable plus tôt chez les femelles.

EQUATIONS DES COURBES

Les âges sont exprimés en années. Les longueurs sont exprimées en microns.
Les mesures sont représentées sur le graphique par leur moyenne plus ou moins un écart-type.

Ajustement effectué selon les moindres carrés parallèlement à l'axe des Y.
Les écarts aux points expérimentaux sont isopondérés.

Courbe de Von Bertalanffy :

$$L = 10878.745 (1 - e^{-0.27222 (t + 0.421)})$$

$$\text{Ecart résiduel total} = 24209.4561592$$

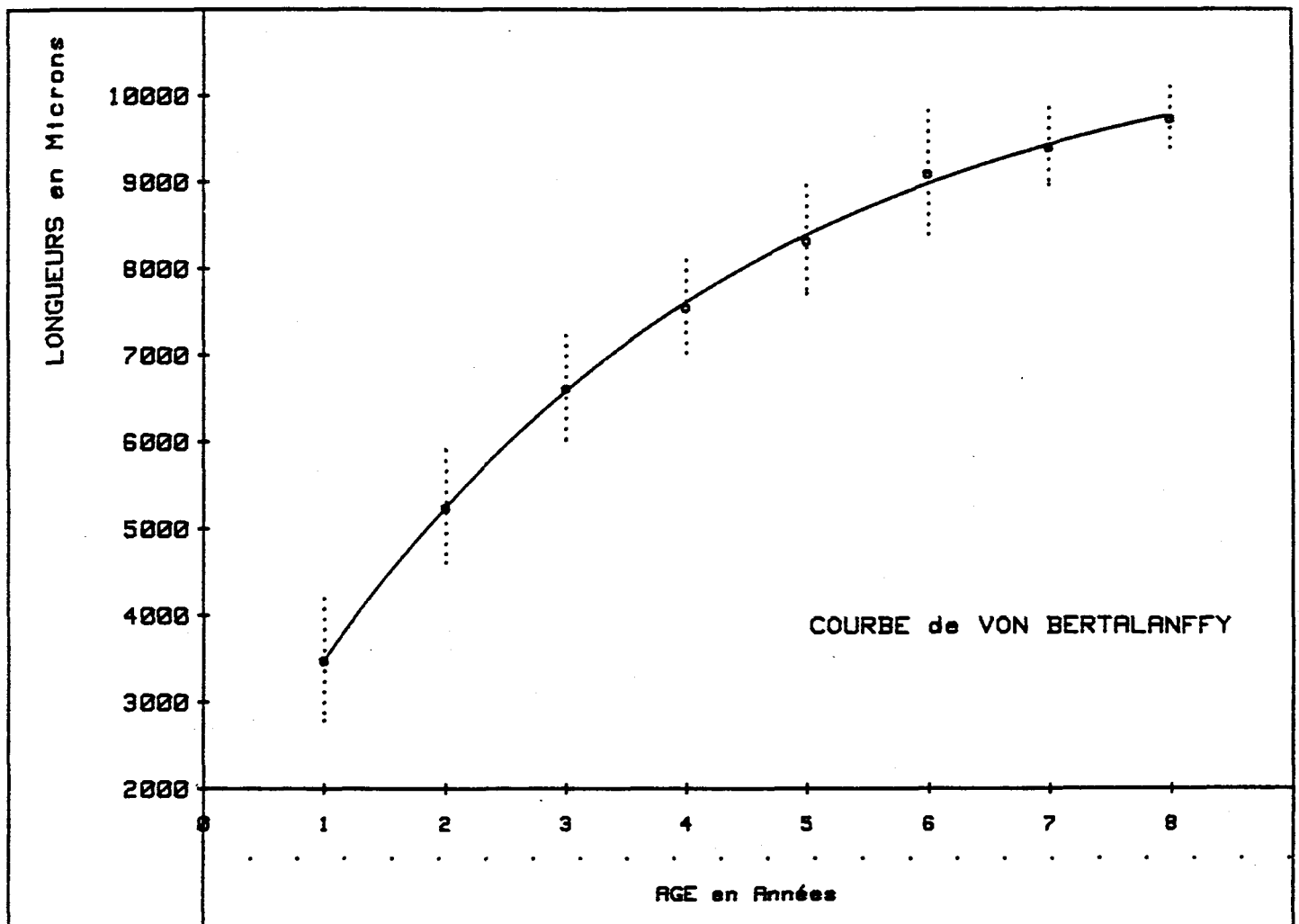


Fig. 14 : *Nucula nucleus*. Flamanville Août 1983. Courbe de Von Bertalanffy.

Nbre de stries	Nbre d'individus observés	S1	♂			♀			S5	Sex-ratio
			S2	S3	S4	S2	S3	S4		
1	25	92				4	4			
2	25	36	8	20		12	20	4		0.78
3	50			62			36		2	1.72
4	25			72			24		4	3.
5	25			68			28		4	2.43
6	25			56			36	8		1.27
7	12			33			66			0.50
8	5			80			20			4.

Tableau 20 : *Nucula nucleus* - Flamanville Août 1983
Evolution du pourcentage des différents stades de reproduction, et du sex-ratio.

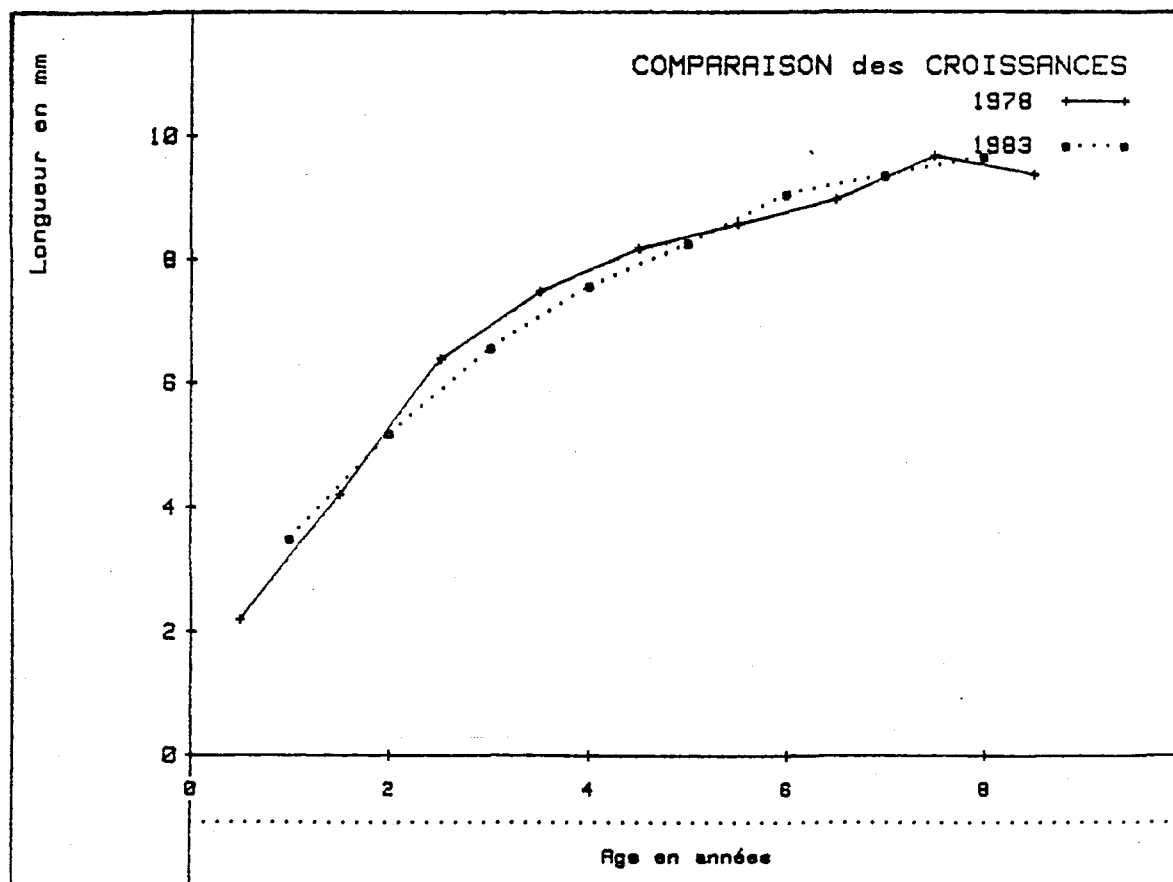


Fig. 15 : *Nucula nucleus*. Flamanville. Comparaison des courbes de croissance observées.

Au delà de ces deux premières classes, on peut parler de synchronisme pour l'ensemble de la population dans l'état de reproduction : tous les individus sont au moins au stade 3 ; quelques uns sont même à des stades plus avancés.

Un examen plus particulier des nucules à 3 stries, seule catégorie observée lors de l'étude de projet, nous montre que :

- en août 1983, 98 % des individus sont au stade "gonade mûre". La ponte a déjà eu lieu pour les 2 % restant (stade 5).
- à la mi-septembre 1977 et en août 1978, 100 % des individus étaient au stade 3.

Nous notons donc une parfaite analogie entre les deux études, avec un timide début de ponte fin août 1983.

Sex-ratio (tableau 20).

Le sex-ratio pour l'ensemble des individus déterminés est largement en faveur des mâles. Cependant, pour les classes 1 et 2, au nombre d'individus déterminés important, ainsi que pour les 7 et 8, au nombre trop faible d'individus observés, les valeurs ne nous paraissent pas significatives.

Pour la classe 3, en ne considérant que les individus aux stades 2 et 3 comme dans l'étude de projet, le sex-ratio est de 1.72, alors qu'il était de 1.31 en septembre 1977 et de 0.76 en août 78.

d) Poids sec de matière organique.

Dans le tableau suivant sont rassemblés le poids individuel moyen, la densité et le poids total par classe d'âge.

Nombre de stries	1	2	3	4	5	6	7	8
Poids moyen individuel	3.274	6.787	10.067	12.554	14.743	17.057	17.997	19.046
Densité	159	206	237	260	188	72	12	5
Poids total / classe d'âge	520.5	1398.2	2385.9	3264.2	2771.8	1228.1	215.9	95.2

La biomasse totale de la population est de 11.9 g/m².

3. Conclusion.

La poursuite de l'étude de la population de *Nucula nucleus* au sud du cap de Flamanville le 30 août 1983 nous a permis de constater :

- une densité élevée par rapport aux autres données connues le long des côtes anglaises et françaises.
- l'importance des classes 3 et 4 ans dans la structure démographique, c'est-à-dire des animaux nés en 1980 et 1979.
- une courbe de croissance qui confirme un taux d'accroissement lent lié à une longévité importante. La première hypothèse émise lors du 2ème cycle nous paraît la plus vraisemblable : la première strie apparaît dès le premier hiver suivant la ponte ; les animaux ont alors un âge moyen de six mois.
- un début de gamétogénèse dès la première année, notamment chez les femelles, mais ceci pour un faible pourcentage d'individus. Leur gonade est cependant à un stade de maturation moins évolué que celle d'individus plus âgés.
- un synchronisme presque parfait dans l'état de reproduction chez les animaux de trois ans et plus.
- un début de ponte fin août pour un faible pourcentage de la population.
- un sex-ratio largement en faveur des mâles.

Ces résultats confirment et complètent ceux obtenus lors de l'étude de projet ; une seule différence notable apparaît, à savoir un sex-ratio plus élevé en 1983.

BIBLIOGRAPHIE.

CHARDY, P., B. GUILLAUMONT, D. HAMON, 1984. Etude dynamique de la population de *Nucula nucleus* (bivalve, protobranche) du cap de Flamanville (Manche). Oceanol. Acta, 7, 1, 103-112.

GUILLAUMONT, B., D. HAMON, 1977. Chapitre III. Domaine benthique, in : Etude écologique de projet : site de Flamanville. 1er cycle, rapport CNEXO/UL, 176-196 ; annexes : 180-185.

GUILLAUMONT, B., D. HAMON, 1979. Chapitre VIII. Benthos, in : Etude écologique de projet : site de Flamanville. 2e cycle, rapport CNEXO/ELGMM, 264-325 et 422-447 ; annexes : 187-205.

GUILLAUMONT, B., D. HAMON, 1981. Les études de populations zoobenthiques dans le cadre d'un état de référence sur un site de centrale thermonucléaire : problèmes de choix. Exemples de réalisation. in : "Influence des rejets thermiques sur le milieu vivant en mer et en estuaire". 2èmes journées de la Thermo-écologie, Nantes (France), 14-15 novembre 1979. EDF ed., 141-155.

