

Electricité de France

ETUDE ECOLOGIQUE DE PROJET

SITE DE FLAMANVILLE

1^{er} CYCLE

RAPPORT GENERAL



Centre National pour l'Exploitation des Océans

Unité Littoral

OCTOBRE 1977

AVANT-PROPOS

Dans le cadre de son programme d'équipement nucléaire, ELECTRICITE DE FRANCE a confié au Centre National pour l'Exploitation des Océans la réalisation d'études écologiques de référence (ou de projet) concernant un ensemble de sites littoraux destinés à recevoir l'implantation de centrales nucléaires.

L'objectif des études écologiques de référence est de définir un "point zéro" qui sera utilisé par la suite à des fins comparatives.

Le présent rapport a pour objet l'étude écologique de projet du site de FLAMANVILLE. Il fait état des résultats obtenus au cours de la période comprise entre le 1er juillet 1976 et le 1er juillet 1977 (1er cycle).

Ces résultats concernent :

- Les paramètres physico-chimiques de la masse d'eau ;
- L'état microbiologique de la masse d'eau ;
- Le phytoplancton et la production primaire ;
- Le zooplancton et la production secondaire ;
- Le phytobenthos et le zoobenthos des estrans et des fonds côtiers proches.

L'élaboration du présent rapport est le fruit de la collaboration des chercheurs et des techniciens de l'Unité Littoral .

L'étude microbiologique du site a été confiée au Laboratoire Départemental et Régional de Biologie et d'Hygiène de CAEN.

La coordination au niveau du CNEXO a été assurée par A. ROMANA et B. SERET.

Sommaire

CHAPITRE I

GENERALITES

A - PRESENTATION DU SITE	1
1) Limites géographiques	1
2) Description morphologique	1
B - CLIMATOLOGIE	4
1) Température de l'air - Précipitations	4
2) Vents	4
C - CONCLUSION	8

CHAPITRE II

LE DOMAINE PELAGIQUE

A - INTRODUCTION	9
1) Méthodologie d'échantillonnage, localisation des stations	9
2) Calendrier des sorties	9
B - PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	13
1) Matériel et méthodes	13
2) Résultats	13
2.1. Variations spatiales	13
2.2. Variations temporelles	17
3) Discussion	33
3.1. Relation avec climatologie et hydrodynamique	33
3.2. Différences observées entre Do et les stations de la radiale	48
4) Conclusion	53
C - MICROBIOLOGIE	54
1) Prélèvements	54
2) Analyses	55
2.1. Germes totaux sur milieu de ZOBELL-OPPENHEIMER modifié .	55
2.2. Germes fluorescents par coloration à l'acridine orange .	56
2.3. Dénombrement des germes sulfato-réducteurs	59
2.4. Recherche de <i>Vibrio parahaemolyticus</i>	60
3) Conclusion	61
D - PHYTOPLANCTON - PRODUCTION PRIMAIRE	65
1) Matériel et méthodes	65
2) Résultats	65
2.1. Variations spatiales	68
2.2. Variations temporelles	68
3) Discussion	87
4) Conclusion	98

E - ZOOPLANCTON - PRODUCTION SECONDAIRE	99
1) Introduction	99
2) Méthodologie	99
3) Premiers résultats obtenus	100
3.1. Liste des espèces récoltées	100
3.2. Evolution du nombre total d'individus et composition spécifique de FLAMANVILLE.	103
3.3. Variations quantitatives saisonnières des espèces du zooplancton de FLAMANVILLE	111
I - Variations saisonnières des principales espèces	114
A - <i>Acartia clausi</i>	115
B - <i>Centropages hamatus</i>	115
C - <i>Temora longicornis</i>	133
D - <i>Parapontella brevicornis</i>	133
E - <i>Calanus helgolandicus</i>	135
F - <i>Euterpina acutifrons</i>	135
G - <i>Paracalanus parvus</i>	135
H - <i>Pseudocalanus minutus</i>	138
II - Succession de dominance des copépodes	138
III - Validité des résultats quantitatifs	138
A - Maille temporelle	138
B - Etude de répartition spatiale	140
C - Les prélèvements répétés	140
D - Cnidaires : hydroméduses	159
3.4. Biomasses	161
4) Conclusion : variation saisonnière de la biomasse	171
F - CONCLUSION	173

CHAPITRE III

DOMAINE BENTHIQUE

A - INTRODUCTION	174
B - BENTHOS SUBLITTORAL	176
1. Introduction	176
2. Méthodologie	176
3. Peuplements du macrobenthos animal	178
3.1 Analyse cénotique	178
3.2 Analyses granulométriques	181
3.3 Caractérisation des peuplements	183
3.4 Description des peuplements	192
3.5 Conclusion	195
4. Phytobenthos	197
4.1 Généralités	197
4.2 Analyse de la répartition des peuplements phytobenthiques	201
C - BENTHOS INTERTIDAL : SUBSTRATS MEUBLES	211
1. Etude descriptive	211
1.1 Méthodologie	211
1.2 Résultats	214
1.3 Conclusion	225
2. Suivi des radiales	226
Conclusions	228
D - BENTHOS INTERTIDAL : SUBSTRATS DURS	230
1. Zoobenthos	230

1.1	Méthodologie	230
1.2	Résultats	233
1.3	Conclusion	239
2.	Phytobenthos	240
2.1	Méthodologie	242
2.2	Etude d'aire minimale	246
2.3	Couverture algale	249
2.4	Radiales et stations	251
2.5	Biomasses	261
2.6	Conclusion	269

CHAPITRE I

Généralités

par T. BELSHER
M. RYCKAERT

GENERALITES

A - PRESENTATION DU SITE

1) Limites géographiques

— Situé le long de la côte Ouest du Cotentin, le secteur d'études est compris entre le Nez de Jobourg et le Cap de Carteret. Son orientation générale est Nord-Sud et son exposition Ouest (fig.I.1). —

2) Description morphologique

a) Zone intertidale.

Des promontoires rocheux importants tels le Cap de Flamanville et le Nez de Jobourg de moindre taille comme la Pointe du Rozel et le Cap de Carteret, délimitent du Nord au Sud trois anses dites de Vauville, Sciotos et Surtainville (Fig.I.2).

Au fond de ces anses s'étendent des plages ourlées de dunes sur une largeur totale d'environ une vingtaine de kilomètres.

b) Zone sublittorale

Du Nord au Sud du secteur d'études, "les cailloux et les blocs qui tapissent le fond, maintenus dégagés dans le Raz Blanchard par la vitesse exceptionnelle du courant, se mêlent d'une fraction sablo-graveleux souvent très importante.

Contrastant nettement avec ce vaste ensemble on rencontre, à proximité du littoral, dans les anses de la côte, des dépôts de granulométrie beaucoup plus fine constitués par des sables fins à moyens propres" (L. CABIOCH).

A proximité des promontoires rocheux, ce passage plus ou moins progressif d'un sédiment hétérogène à un sédiment constitué essentiellement de sable fin à moyen propres n'est plus respecté.

Cependant, quelques enclaves de sable coquiller bien trié peuvent être observées.

Enfin, à l'abri de ces promontoires un léger envasement se manifeste.

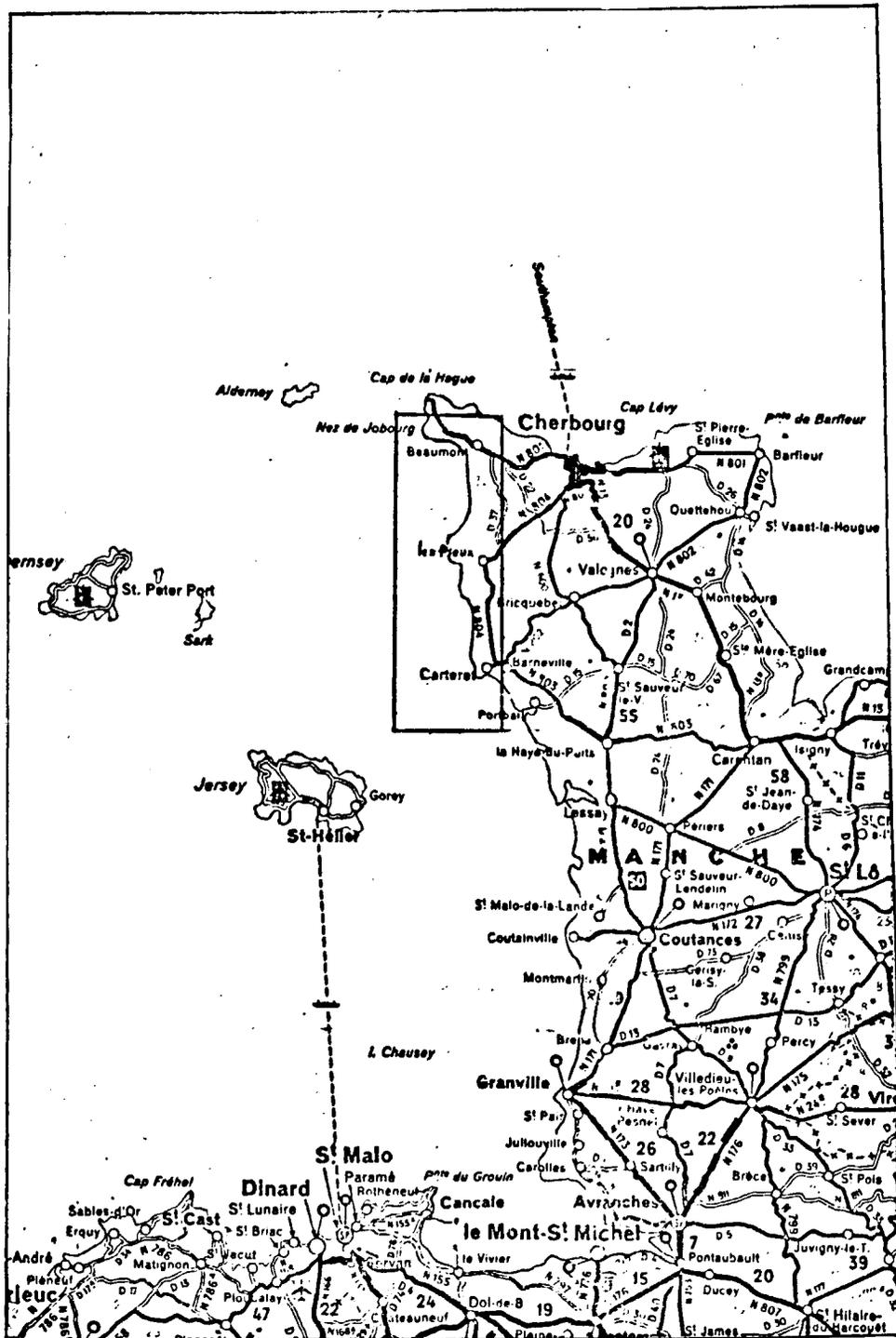


Fig. I.1

Localisation de la zone étudiée.

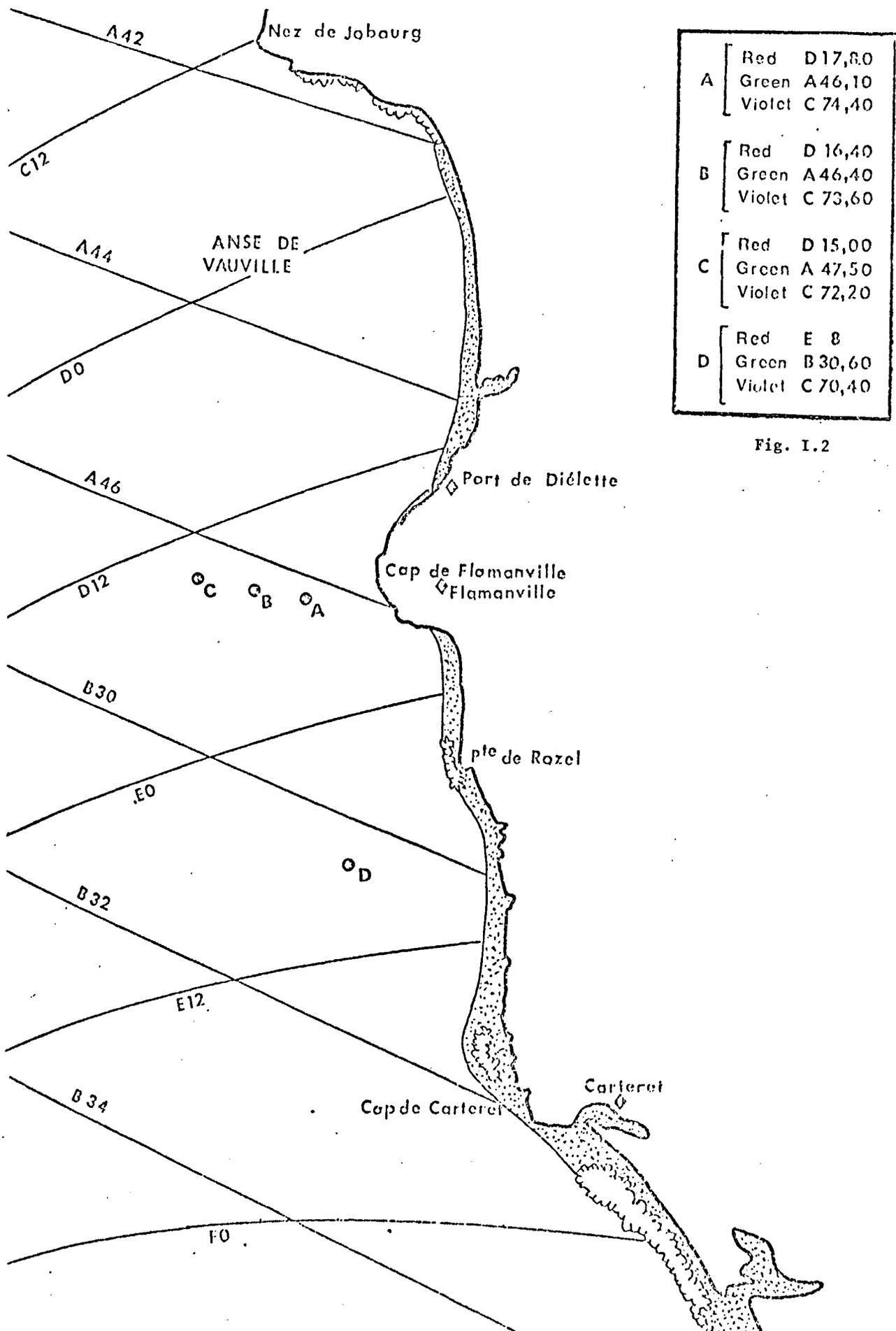


Fig. I.2

c) Hydrodynamisme

L'hydrodynamisme des eaux côtières de cette région est assez complexe. Elle a fait l'objet d'études simulées (L.N.H. de CHATOU) et *in situ* par E.D.F. qui complètent celles effectuées par le Service Hydrographique de la Marine. La figure I.3 représente les roses des courants de la partie Nord du golf Normanno-breton pour des marées de morte-eau. En face du Cap, les courants sont alternatifs avec des renverses rapides à PM -3 et PM +3. Le jusant porte au Sud, et le flot au Nord.

L'allure générale des roses de courants peut être modifiée par des régimes continus de vents assez forts et de direction constante. La côte Ouest du Cotentin est exposée aux houles d'Atlantique, d'Ouest.

B - CLIMATOLOGIE

1) Température de l'air - Précipitations

L'été 1977 est caractérisé par une grande sécheresse (températures élevées, précipitations faibles ou nulles) achevée à la fin de la première semaine de septembre par une chute brutale de la température et d'abondantes précipitations (fig. I.4). L'automne 1977 est très pluvieux et la température décroît rapidement et régulièrement ; elle atteint son minimum en décembre et janvier. Les précipitations hivernales et printanières sont normalement abondantes. Au printemps, la température de l'air croît irrégulièrement et atteint au mois de juin 1977 des valeurs inférieures de 3 à 5° C. à celles de juin 1976. La figure I.5 représente les hauteurs d'eau tombées à VAUVILLE, localité plus proche de FLAMANVILLE que ne l'est AUDERVILLE (sémaphore du Cap de la HAGUE) mais où aucun relevé de température n'a été effectué. Les précipitations y sont sensiblement équivalentes, bien que légèrement plus abondantes au début de l'année 1977.

2) Vents

Nous ne possédons actuellement aucune donnée sur la force et la direction des vents pendant l'année d'études. Un document SOGREA (G. LE BOUTEILLER - 1972) à partir duquel a été tracé la figure I.6 montre sur 1.000 observations la fréquence (direction, force) des vents aux îles CHAUSEY (entre St MALO et JERSEY).

Fig. I.3

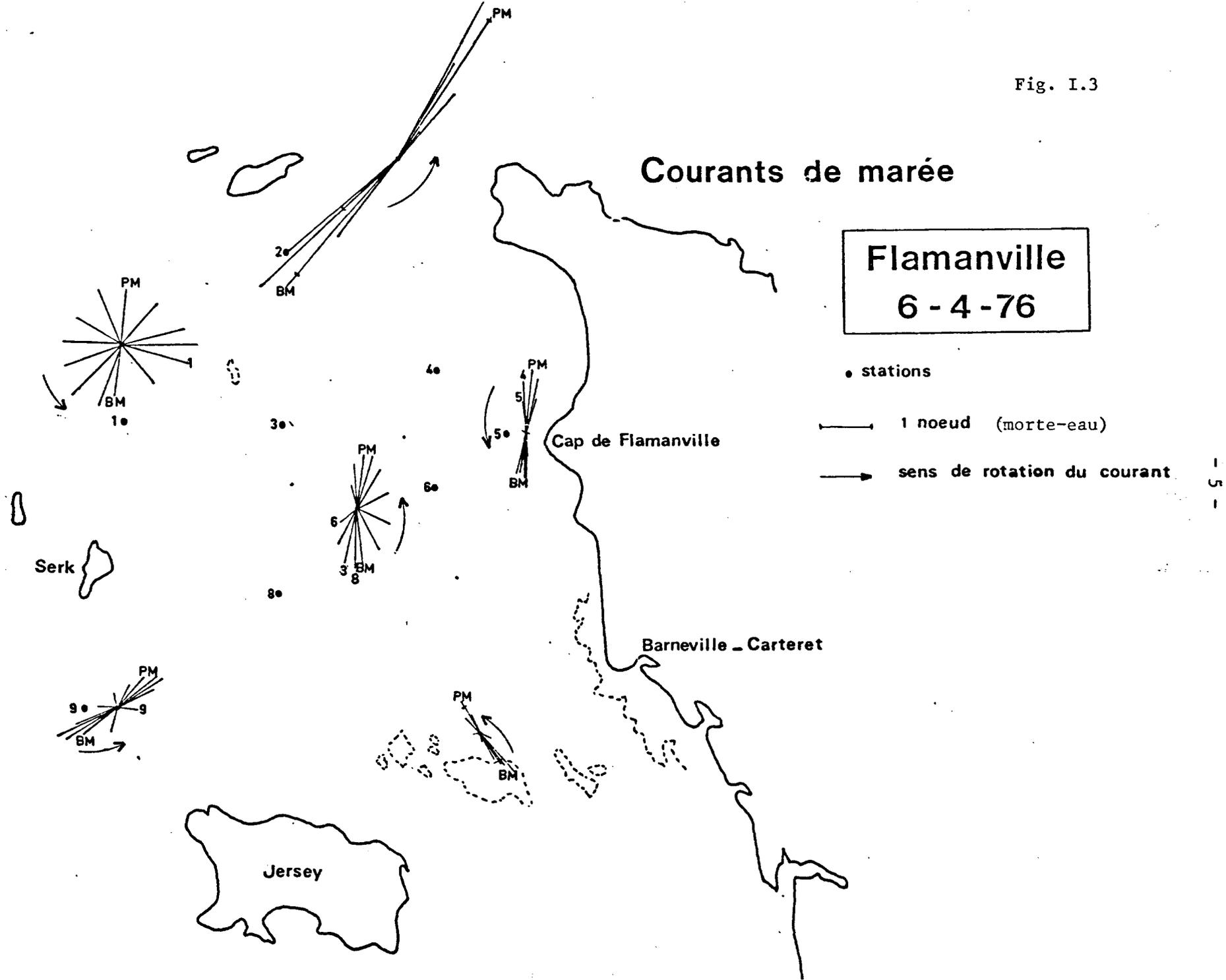


fig. I.4

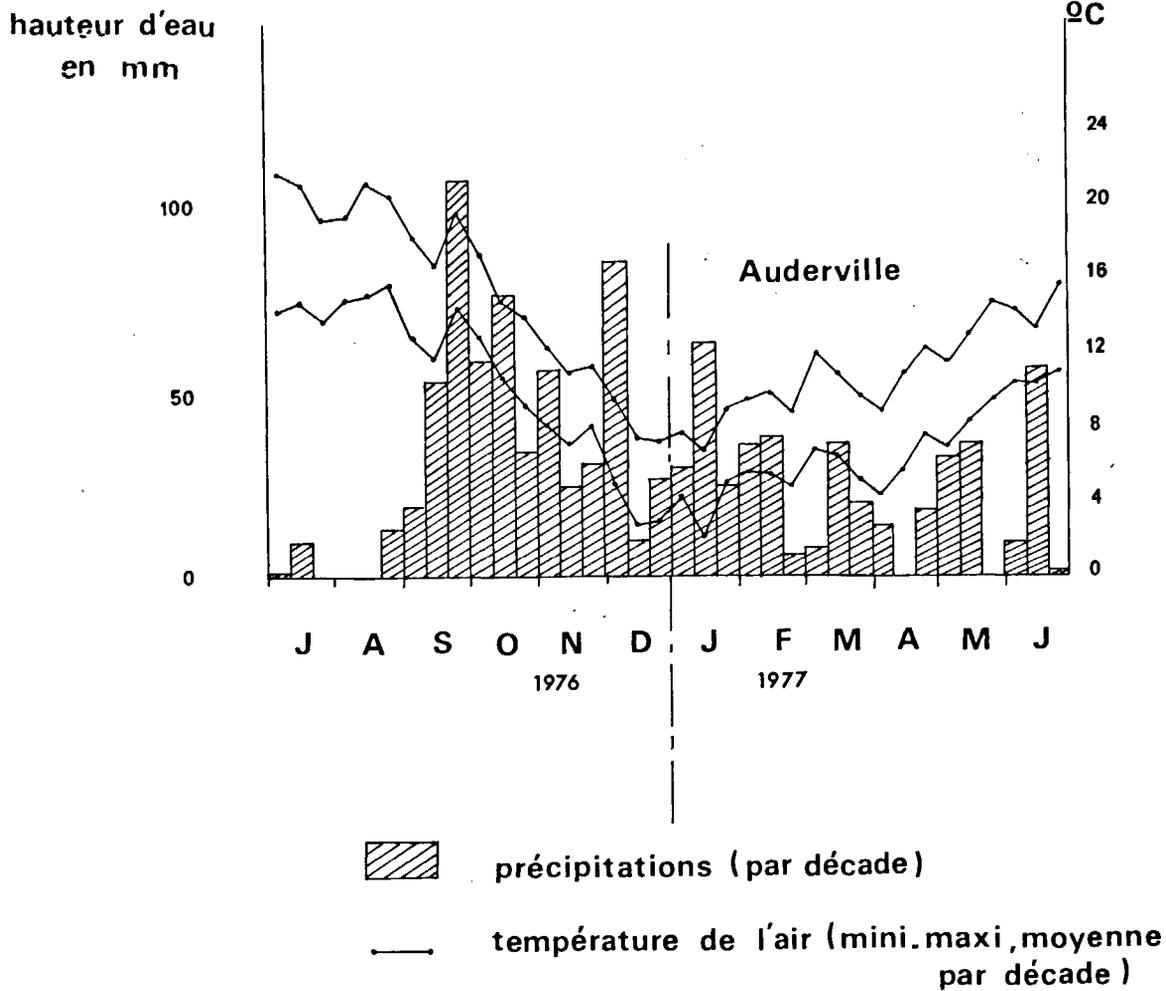


fig. I.5

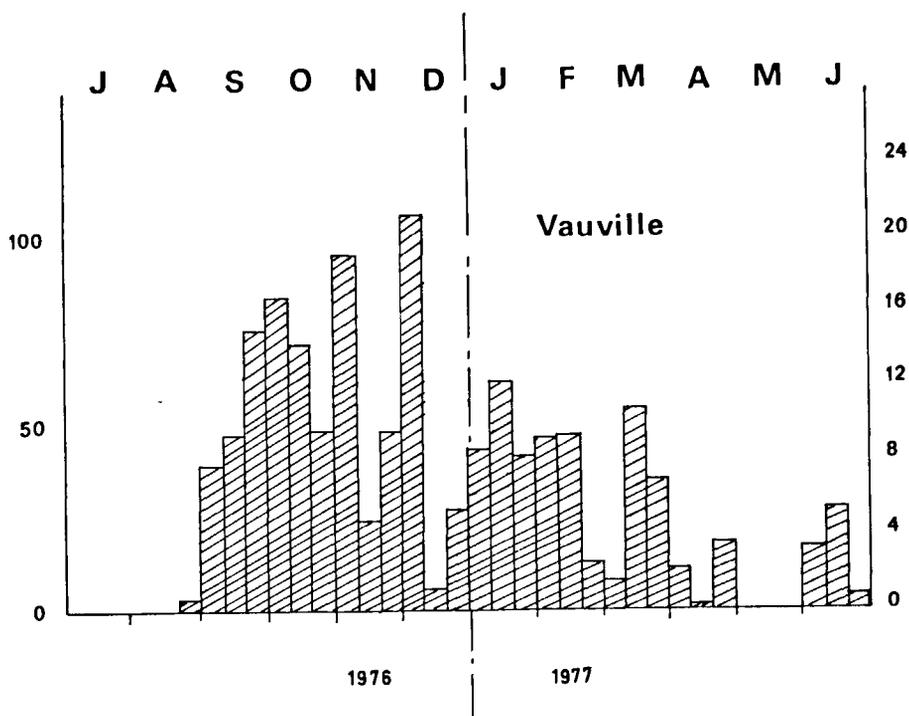
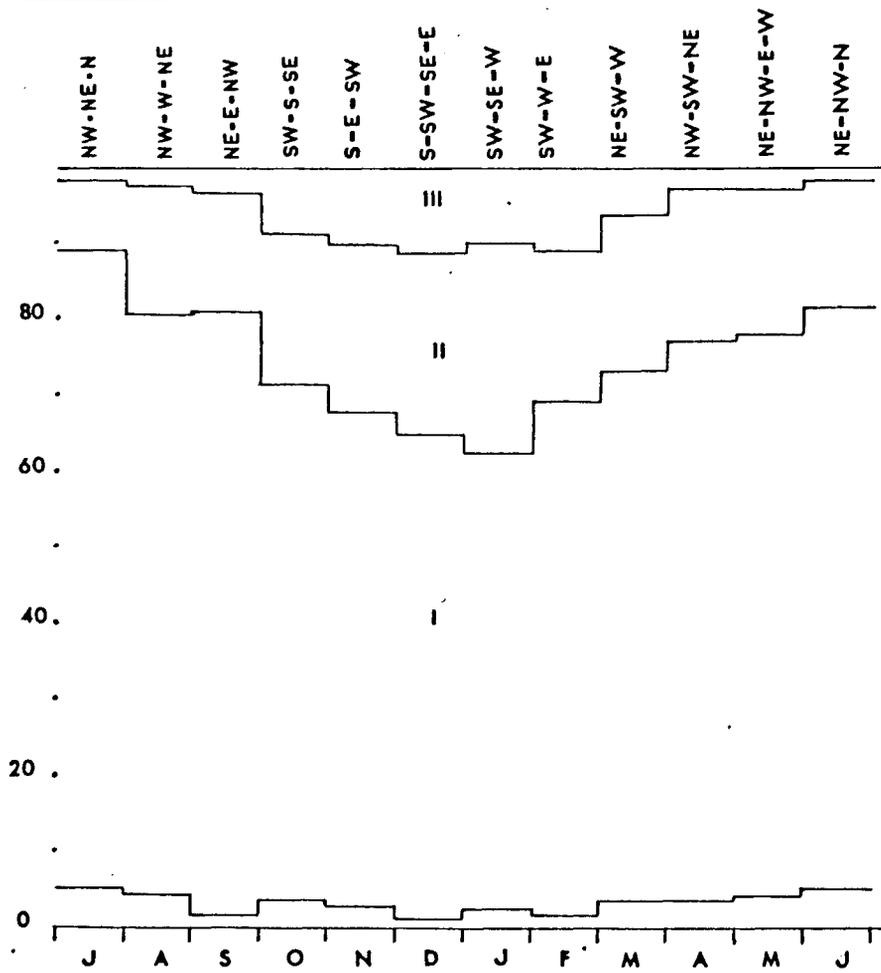


Diagramme de Normale des vents

Fig. I.6



à CHAUSEY

Les vents les plus forts se rencontrent d'Octobre à Février-Mars particulièrement Janvier-Février, plus fréquemment de secteur S-SW-W. De par son orientation, la zone étudiée est relativement protégée des vents de secteur E-SE.

Les mois de juin-juillet sont caractérisés par un nombre assez élevé de jours de vent nul (5%) ou de vents de secteur NW-N-NE.

C - CONCLUSION

Il faut s'attendre à ce que les conditions climatiques excessives (sécheresse) du printemps-été 1976 aient eu un retentissement sur l'hydrologie de la masse d'eau côtière et, par réaction, sur leur biologie, bien que le seul moyen de délimiter cette influence soit de comparer avec une année "normale".

CHAPITRE II

Domaine Pélagique

par : O. ARNAL
Ph. CRASSOUS
E. ERARD
G. LE FEVRE - LEHGERFF
M. RYCKAERT
F. TOULARASTEL

A - INTRODUCTION

Le programme d'études du site de FLAMANVILLE prévoit une série de sorties mensuelles de telle sorte qu'elles aient lieu à un coefficient de marée à peu près constant (tous les 28 jours environ). Pour ces sorties "lourdes", le coefficient a été choisi faible, autour de 50-60, afin d'éviter des difficultés de prélèvement provoquées par de trop forts courants de marée communs dans cette région de la Manche.

A 14 jours de chaque campagne, est intercalée une sortie intermédiaire à nombre de prélèvements réduits.

1) Méthodologie d'échantillonnage, localisation des stations

La méthodologie utilisée est basée sur les mouvements de la masse d'eau entraînée par les courants de marée : une radiale est effectuée en face du site à la renverse de flot puis à la renverse de jusant. Elle comprend trois stations (Fig.II.1) A (côtière), B (médiane), et C (large). La station médiane est, de plus, échantillonnée environ deux heures avant la première renverse et deux fois entre les deux renverses. Ces neuf stations de prélèvements sont complétées par une station située en dehors de la zone prévisionnelle de l'impact thermique (Do).

Une seule station est effectuée lors de la sortie intermédiaire et correspond à la station B (médiane de la radiale) où seul le niveau de surface est échantillonné.

2) Calendrier des sorties

Tous les prélèvements se font à partir d'un chalutier, le "Cap de CARTERET" appartenant à M. RACHINE et basé au port de CARTERET-BARNEVILLE.

Les dates des diverses campagnes apparaissent sur le tableau II.1. La campagne 4 a dû être écourtée par suite du mauvais temps (le vent atteignait la force 6-7 de l'échelle Beaufort). La sortie 4' qui devait comprendre un nombre plus important de prélèvements (afin de compléter la sortie 4) n'a pu avoir lieu : la tempête des jours précédents avait entraîné la formation d'un banc de sable colmatant le chenal d'entrée du port de CARTERET (Fig.II.2). Le chenal a ensuite été dragué, ce qui a permis la réalisation des campagnes 5 et 5'.

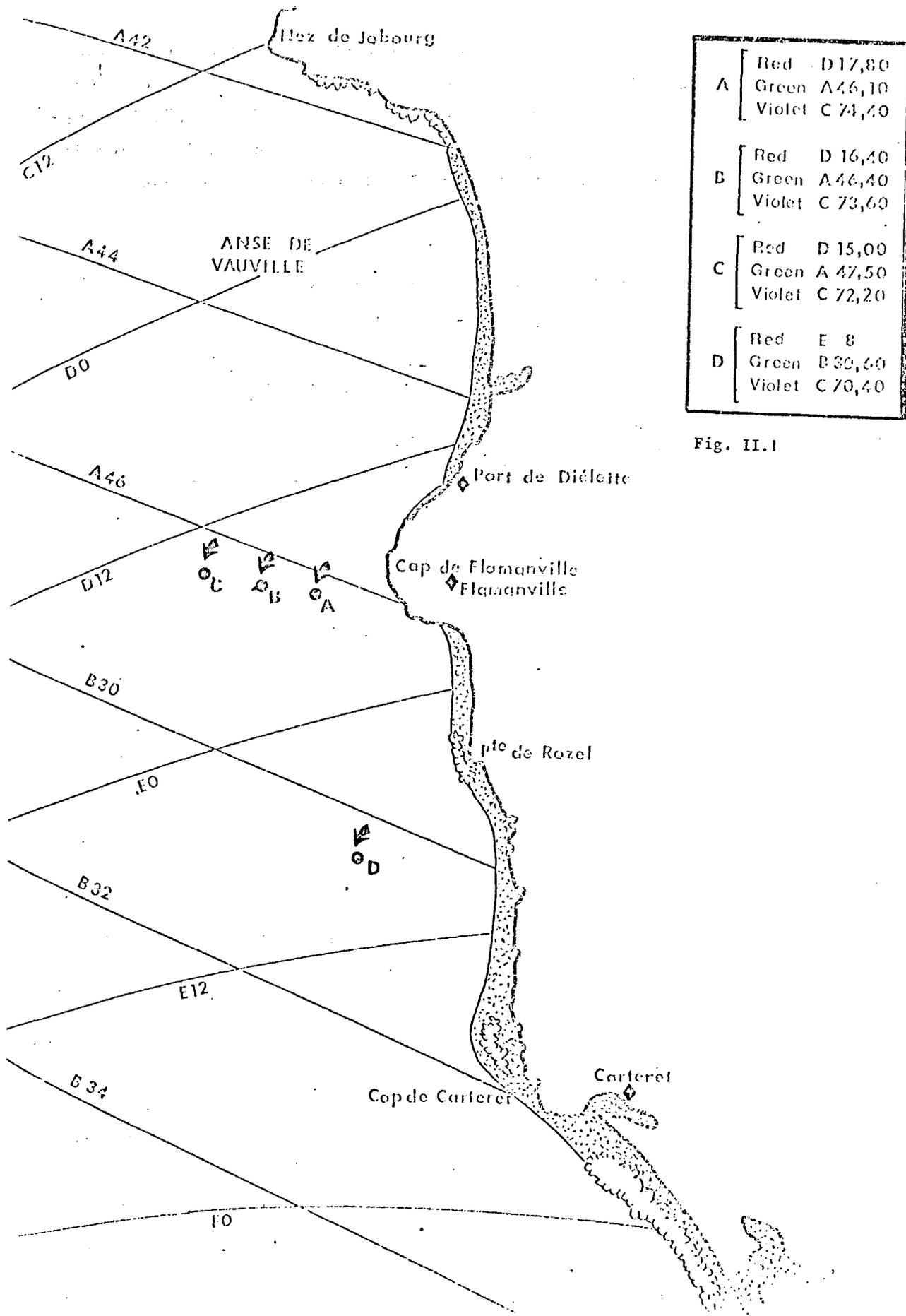


Fig. II.1

TABLEAU II.1.

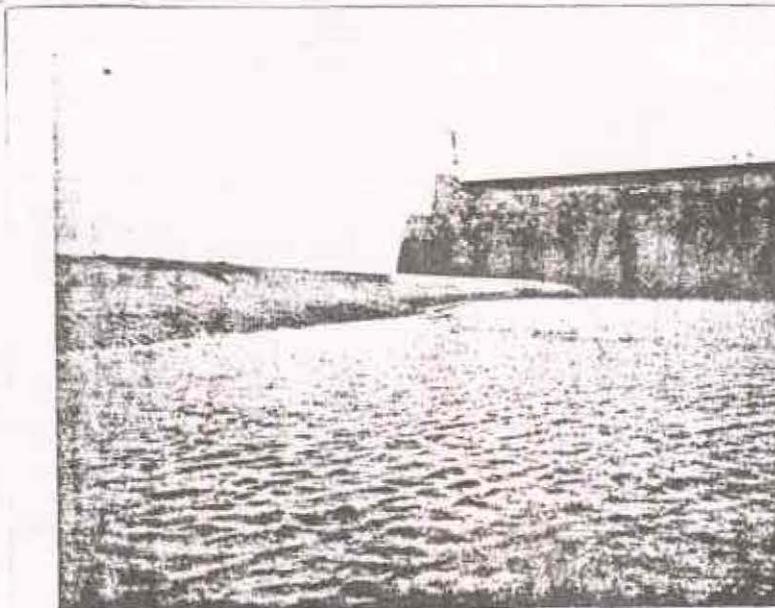
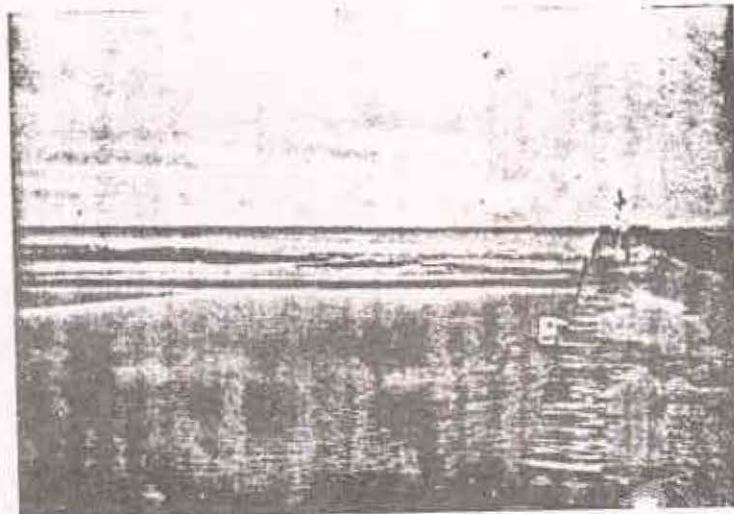
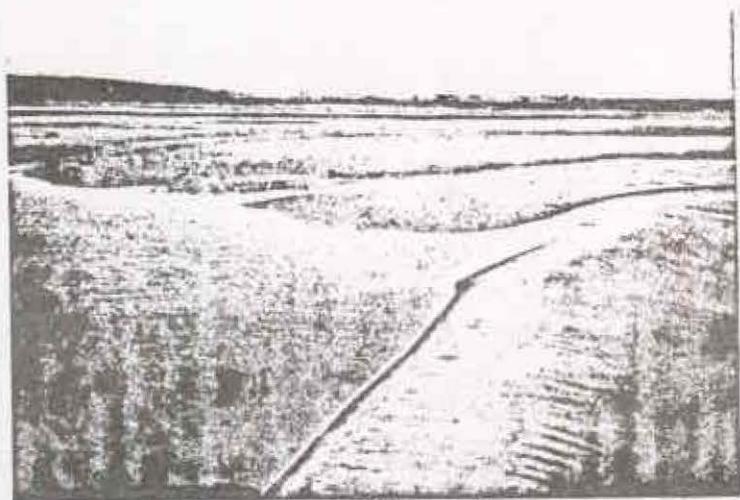
CAMPAGNES HYDROBIOLOGIQUES

FLAMANVILLE

N°	Dates	Nature	Nombre Stations	Coef-marée	Observations
"Avril"	06.04.76	spéciale	8	50 - 55	
F I	08.07.76	L	9	66 - 68	
F I'	23.07.76	I	1	48	
F II	06.08.76	L	10	57 - 60	
F II'	21.08.76	I	1	65	
F III	04.09.76	L	10	52 - 55	
F III'	16.09.76	I	1	41	
F IV	03.10.76	L	5	49 - 51	écourtée (mauvaises conditions météo).
F IV'	03.10.76	I	-	-	banc de sable
F V	03.11.76	L	9	61 - 65	
F V'	19.11.76	I	1	82	
F VI	16.12.76	L	10	57 - 59	
F VI'	-	I	-	-	remplacée par VI
F VII	05.01.77	L	10	77 - 79	
F VII'	19.01.77	I	1	94	
F VIII	02.02.77	L	7	65 - 69	
F VIII'	17.02.77	I	1	88	
F IX	03.03.77	L	9	63 - 68	
F IX'	-	I	-	-	mauvaises conditions météo
F X	14.04.77	L	9	60 - 63	
F X'	-	I	-	-	remplacée par X
F XI	10.05.77	L	10	58 - 56	
F XI'	-	I	-	-	remplacée par XI
F XII	24.05.77	L	10	58 - 56	("Pluteus")
F XII'	16.06.77	I	1	54	

L = Lourde

I = Intermédiaire



Banc de sable colmatant le chenal d'entrée du port de CARTERET
lors de la campagne " IV' ".

Fig. II.2

Une tempête a de nouveau provoqué l'ensablement du port, empêchant la sortie du bateau à la date prévue pour la campagne 6. Cette dernière a été reportée 14 jours plus tard, remplaçant ainsi la sortie intermédiaire 6'.

Des conditions météorologiques défavorables ont perturbé les sorties 9', 10 (remplaçant 10'), et 11 (remplaçant 11'). La campagne 12, quant à elle, commune avec le benthos, a eu lieu à bord du "Pluteus", navire appartenant à la Station Biologique de ROSCOFF.

Le nombre des mesures par paramètre effectuées à chaque campagne est représenté par le tableau II.2. De mauvaises conditions météorologiques, ainsi que quelques incidents techniques sont à l'origine de la réduction du nombre de prélèvements des campagnes 4, 7, 8, 9 et 11. L'ensemble des campagnes a débuté à un même moment de la marée, le chalutier ne pouvant sortir du port qu'une heure avant la pleine mer. Seule la campagne 12 ("Pluteus") ne suit pas ce schéma.

B - PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

1) Matériel et méthodes (Annexe)

2) Résultats

Les résultats sont présentés en Annexe sous forme de listings groupés par campagne.

2.1 - Variations spatiales

Les figures II.3 et II.4 représentent les variations de la température et de la salinité lors de radiales effectuées à pleine mer et basse-mer.

Un gradient normal des valeurs de la température de la côte vers le large est observé lors des campagnes F.2 et F.6 : la campagne F.2 caractéristique de la période estivale présente des valeurs de température plus élevées à la côte ; l'inverse est observé pendant la campagne hivernale F.6. Le gradient en s'inversant disparaît au printemps (F.9).

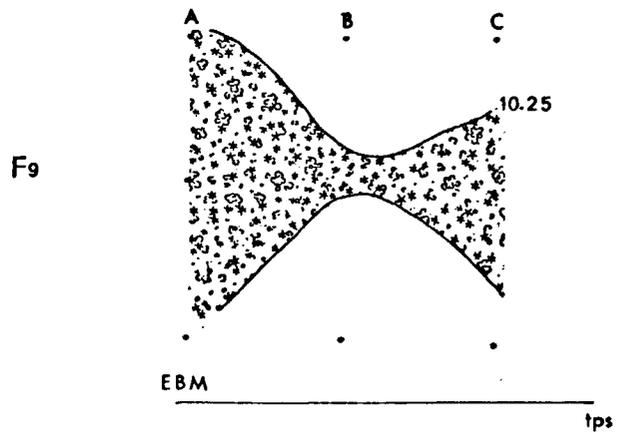
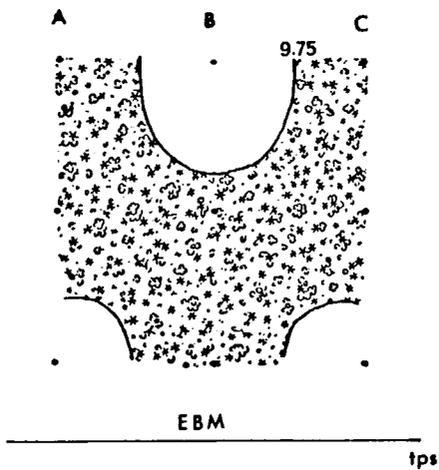
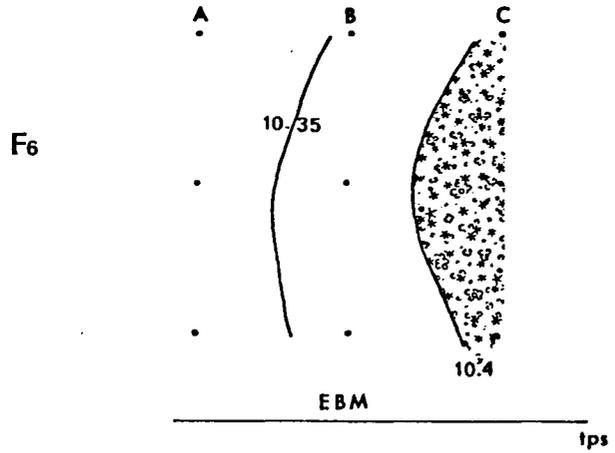
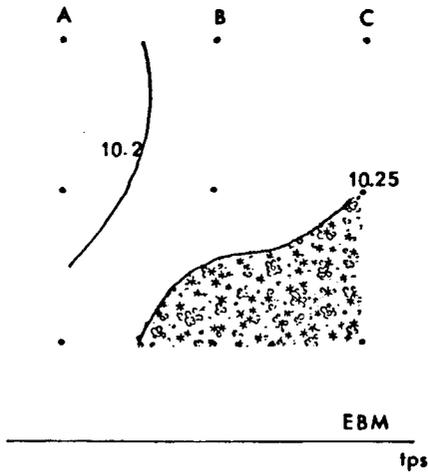
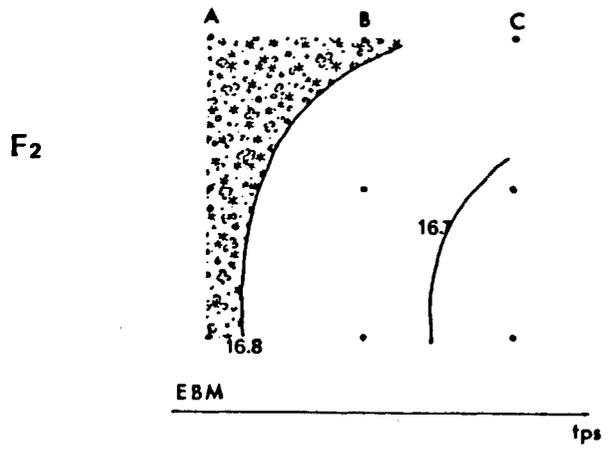
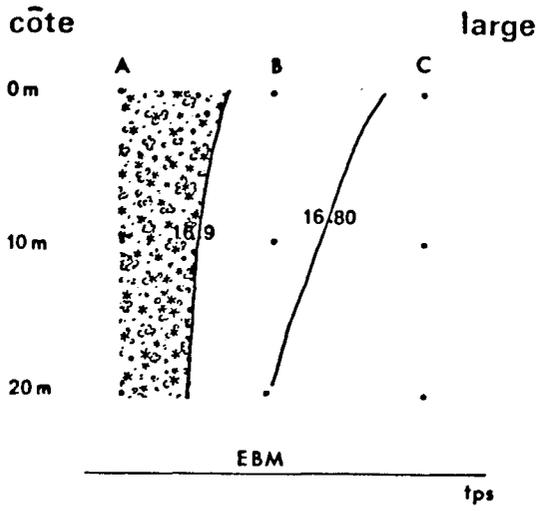
TABLEAU II.2.

PARAMETRES MESURES

N° campagne	Secchi	T°	8%	pH	O ₂	NH ₄	sels nutritifs	M.E.S.	Chl.a	Phyto	P.I. O C	
Avril	8	29	26	0	27	0	60 x 2	30	30	30	-	
F I	7	27	27	10	27	0	54 x 2	(27)	34	27	8	16
F I'	1	1	2	0	0	0	4 x 2	2	2	2	0	
F II	0	30	28	0	30	0	60 x 2	(30)	32	30	6	18
F II'	1	1	2	0	0	0	4 x 2	2	2	2	0	
F III	7	30	30	0	30	0	60 x 2	15	18	30	0	
F III'	1	1	2	0	0	0	4 x 2	2	2	2	0	
F IV	1	15	15	0	15	0	30 x 2	15	15	15	0	
F V	4	27	27	0	27	27	54 x 2	27	27	27	9	18
F V'	1	1	2	0	0	0	4 x 2	2	2	2	0	
F VI	3	30	30	0	30	(30)	60 x 2	30	30	30	9	18
F VII	2	27	27	0	30	30	60 x 2	30	30	30	6	12
F VII'	1	1	2	0	0	0	4 x 2	2	2	2	0	
F VIII	7	21	21	0	21	21	40 x 2	19	21	21	6	12
F VIII'	1	1	2	0	0	0	5 x 2	2	2	2	0	
F IX	8	27	27	0	27	10	53 x 2	27	27	27	0	
F X	5	25	27	0	27	25	54 x 2	27	27	27	9	18
F XI	0 (nuit)	21	29	0	30	30	56 x 2	30	30	30	0	
F XII	10	30	30	0	30	0	60 x 2	29	29	30	9	18
F XII'	1	1	2	0	0	0	4 x 2	2	2	2	0	

_Temperature _ Radiales_

Fig. II.3



Salinité _ Radiales

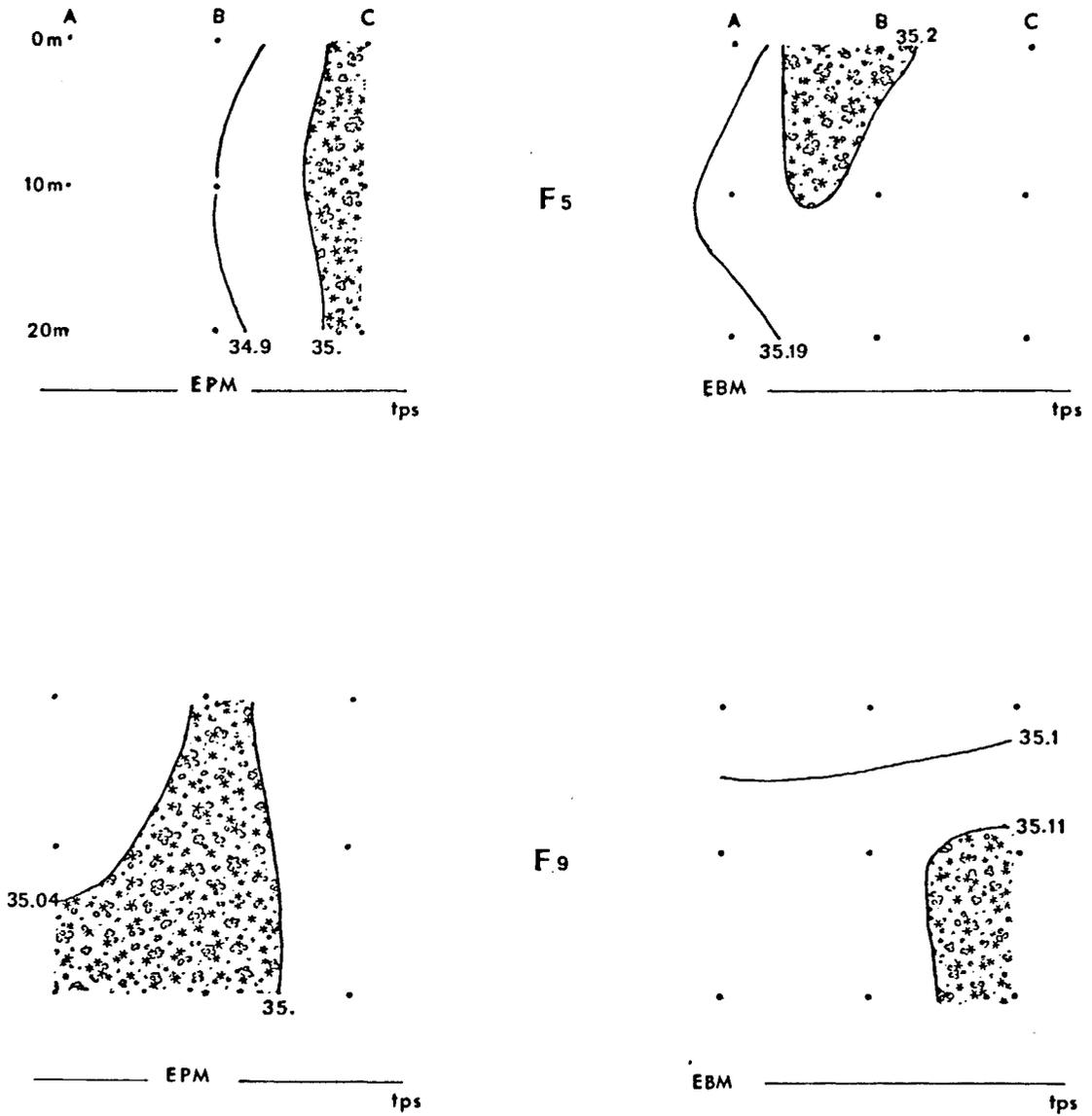


Fig. II.4

En ce qui concerne la salinité, les variations horizontales représentatives (eaux côtières moins salées) ne sont observées qu'aux campagnes F.5 et F.9 (Fig.II.4). La répartition spatiale des valeurs des autres paramètres physico-chimiques (matières en suspension, oxygène dissous, sels nutritifs, ammonium) ne suit aucune distribution particulière.

Enfin, les variations des différents paramètres, selon un gradient surface-fond, sont quasiment inexistantes ou bien incohérentes. Ces dernières observations ne peuvent mettre qu'en évidence la turbulence des courants de marée provoquant une homogénéisation des valeurs sur la colonne d'eau.

2.2 - Variations temporelles

A) Cycle de marée

Ces variations sont étudiées au point fixe (point médian de la radiale). Les premières observations faites pour les campagnes F.1, F.2 et F.3 montrant une masse d'eau plus chaude et plus salée en fin de flot, début de jusant, s'avèrent par la suite différentes comme l'indique la figure II.5 représentant les variations de la salinité lors de toutes les campagnes. Cependant, il faut tenir compte du manque de données en fin de flot pour les campagnes F.5, F.8, F.9 et F.10 (mauvaises conditions météorologiques) (F. II.6). Les variations non reproductibles, quelque soit le paramètre d'une campagne à l'autre, peuvent trouver une explication par les courants modifiables suivant les conditions climatiques. Il ne faut pas non plus sous-estimer l'importance des variations nyctémérales, peut-être plus sensibles sur des masses d'eau de faible volume (profondeur maximum de 25 à 30 m.).

B) Cycle annuel

Pour l'étude du cycle annuel, deux stations ont été retenues :

- Do (station hors zone), car elle est échantillonnée sensiblement à un même moment de la marée, à chaque campagne (entre PM et PM+2 h) d'où l'atténuation de l'influence du cycle de marée sur les variations saisonnières observées.
- B (stations médiane de la radiale et point fixe) d'une part, parce qu'elle permet de comparer les variations des paramètres entre campagnes par rapport aux variations caractérisant les cycles de marée et d'autre part, parce que c'est elle qui fait l'objet des prélèvements aux campagnes intermédiaires.

Variations sur un cycle de marée

Salinité

valeur commune ; 35 ‰

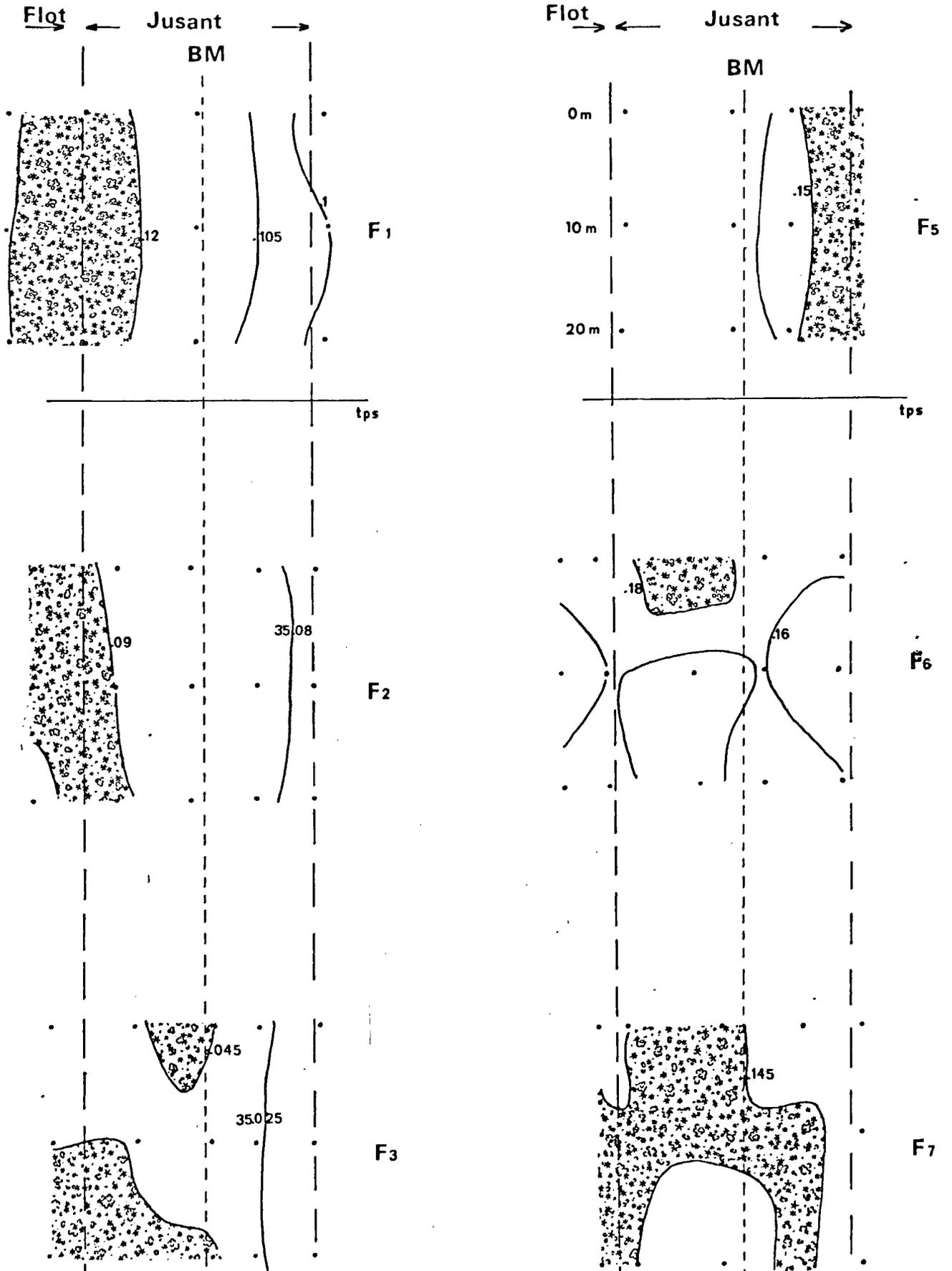
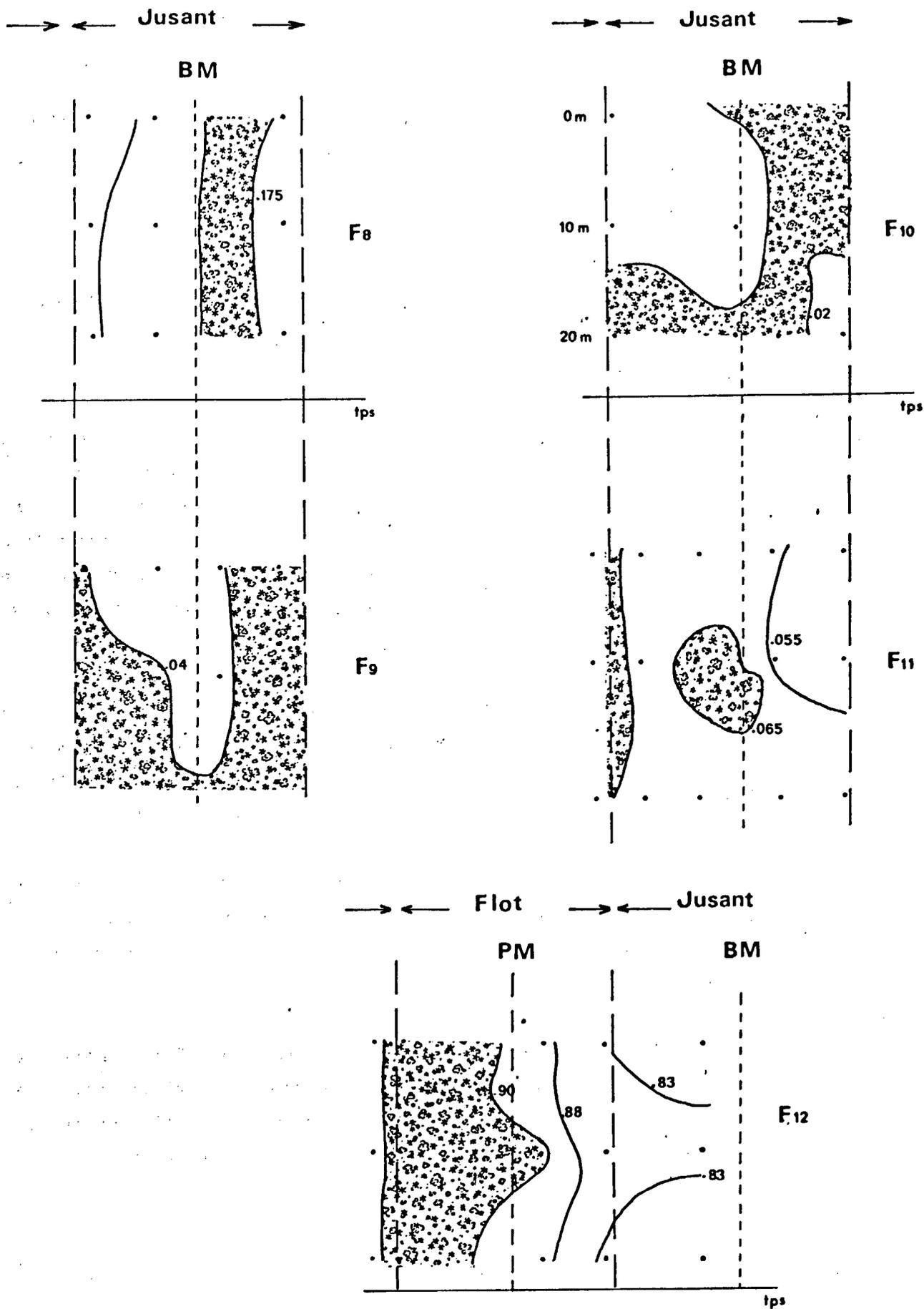


Fig. II.6



a) Variations au point Do

Les figures II.7 à II.19 montrent l'évolution des paramètres physico-chimiques au cours d'une année :

- La température de l'eau (Fig.II.7) homogène sur la colonne d'eau, présente son maximum en septembre ($17^{\circ}5$ environ), et diminue rapidement ensuite pour atteindre sa valeur minimale de 7° C en février.
- Les eaux dessalées observées lors des campagnes F.3 et F.12 sont probablement la conséquence des fortes pluies de septembre et de mai.
- La densité, calculée à partir de la température et de la salinité, est minimale à la fin de l'été (température élevée, associée à une baisse de salinité) et croît régulièrement jusqu'en janvier. Comme le laissait supposer l'homogénéisation verticale de la température et de la salinité (mise à part une valeur probablement aberrante de la salinité en F.5), on ne constate aucune stratification de densité sur la colonne d'eau.
- Les eaux souvent sursaturées de la région de FLAMANVILLE (conséquence de forts brassages de la masse d'eau) présentent leur maximum en septembre (F.3) et en mai (F.12) ce qui pourrait être mis en relation avec le développement des populations phytoplanctoniques.
- Le manque de données fiables de poids de matières en suspension lors des premières campagnes (F.1 à F.5) ne permet pas de suivre leurs variations sur un cycle annuel. De F.6 à F.12, leur taux ne dépasse pas 18 mg/l (en avril).
- Au réchauffement printanier et à la dessalure de février-mars correspondent des maxima de concentration en sels nutritifs tels que les nitrates et les phosphates ; par contre, les silicates et les nitrites sont principalement abondants en novembre (F.5).

fig II .7 à II .19

POINT D'APPUI

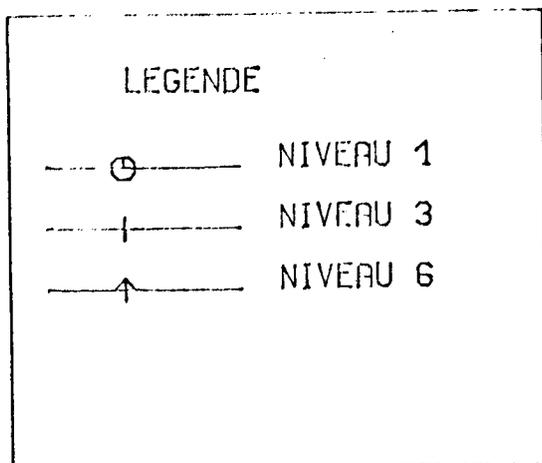
FLAMANVILLE

POINT DE MESURE

 **point Do**

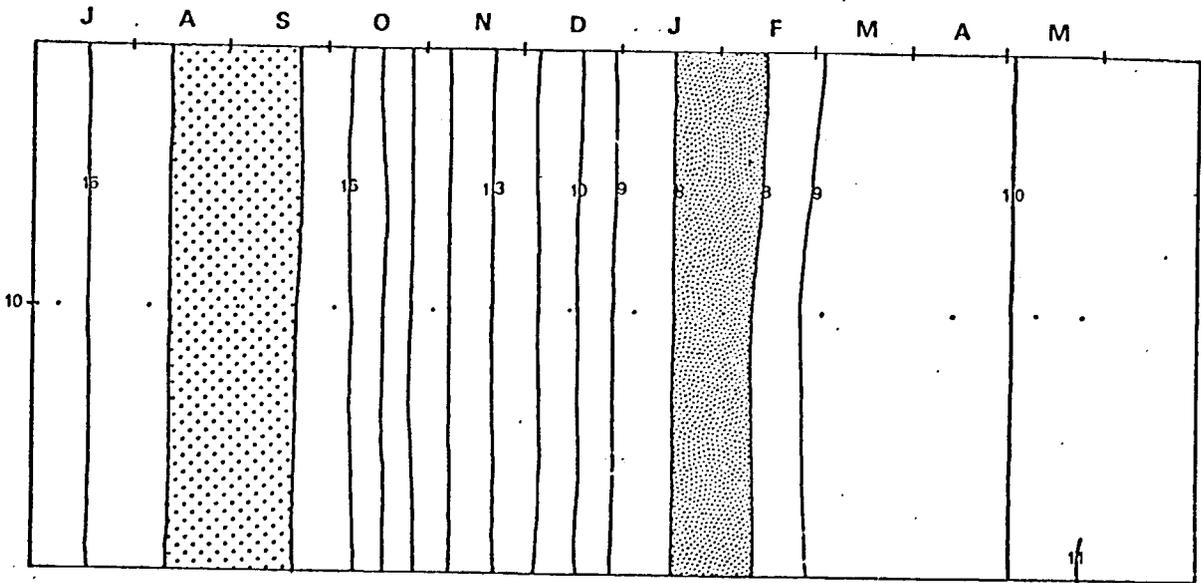
LAT : N 49 26 7

LONG : W 1 54 8

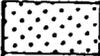


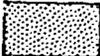
T° - point Do

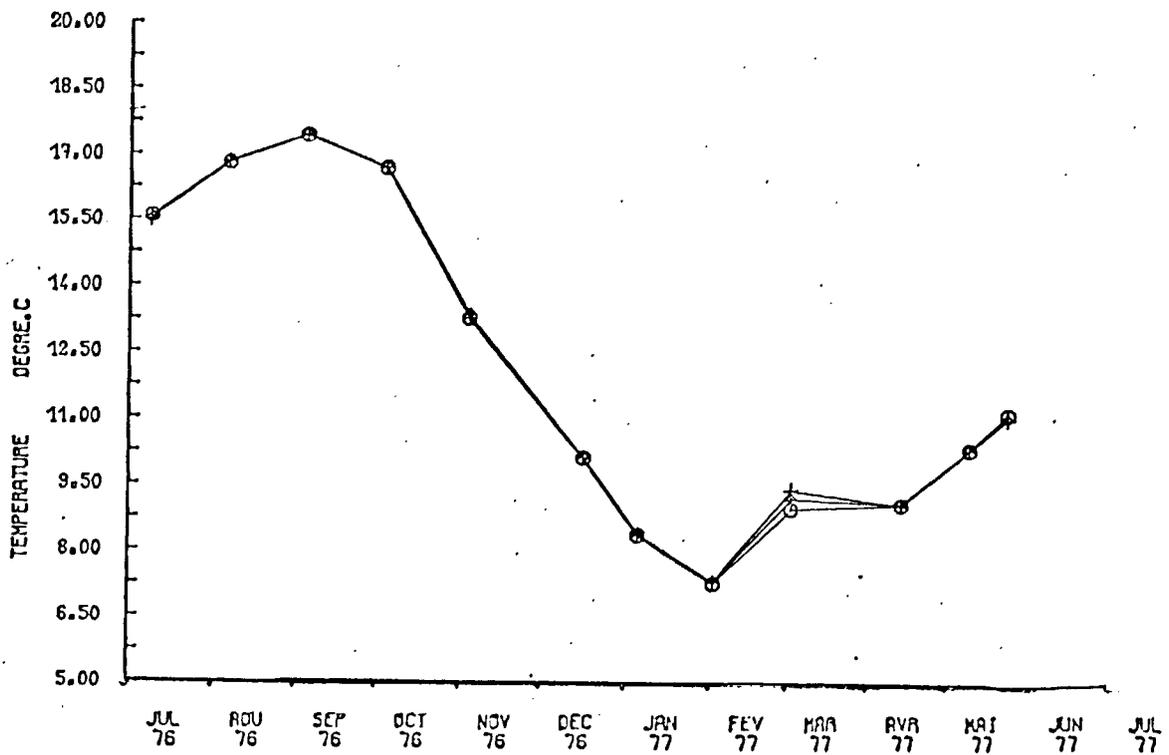
Fig. II.7



de 1 en 1°C

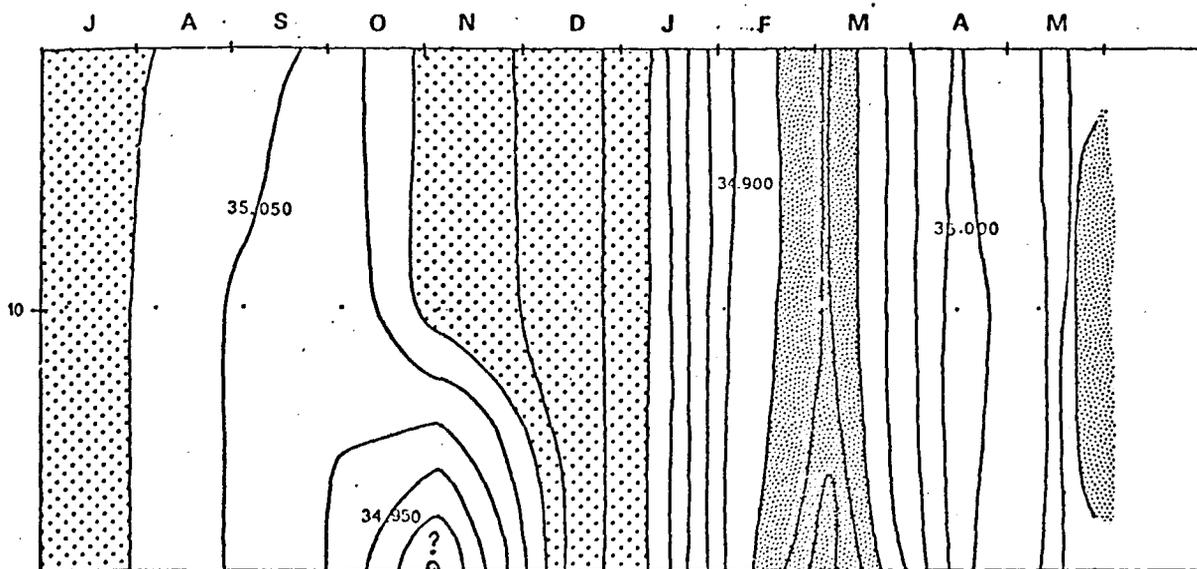
 superieur à 17°C

 inferieur à 8°C



S‰ - point Do

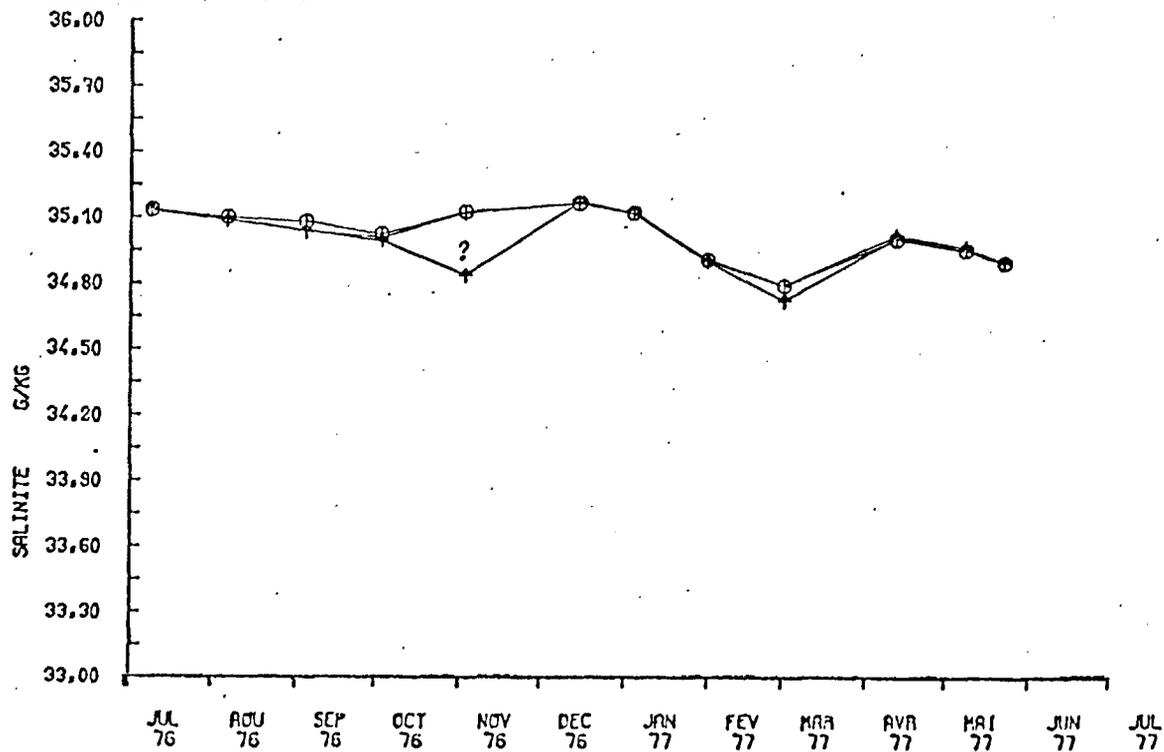
fig. II.8



de 0,050 en 0,050 ‰

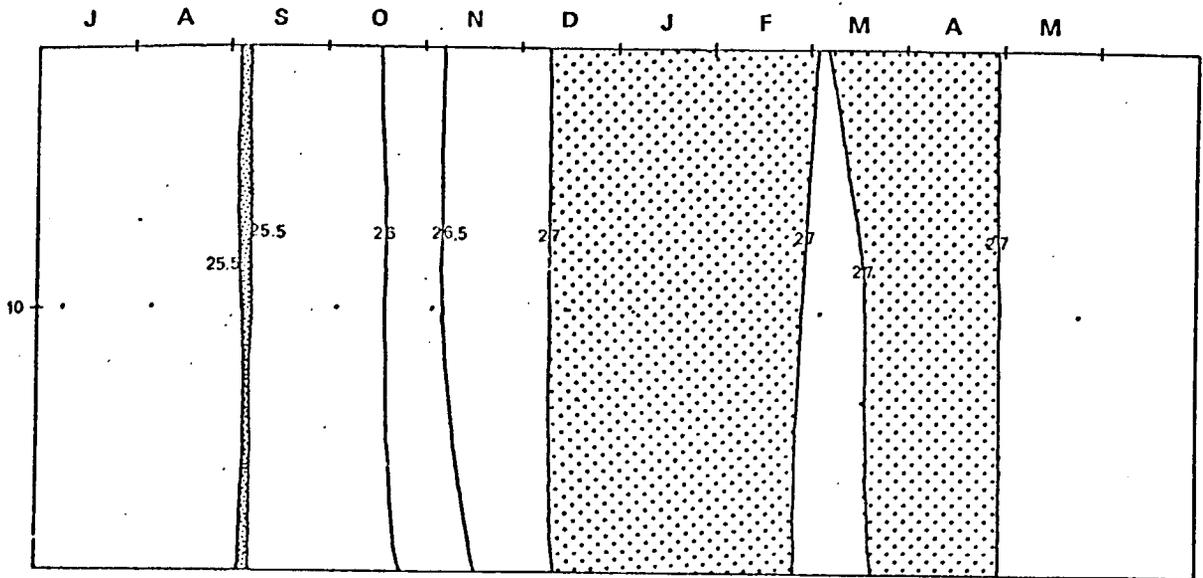
 supérieur à 35,100 ‰

 inférieur à 34,850 ‰

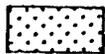


Densité - point Do

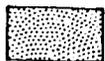
Fig.II.9



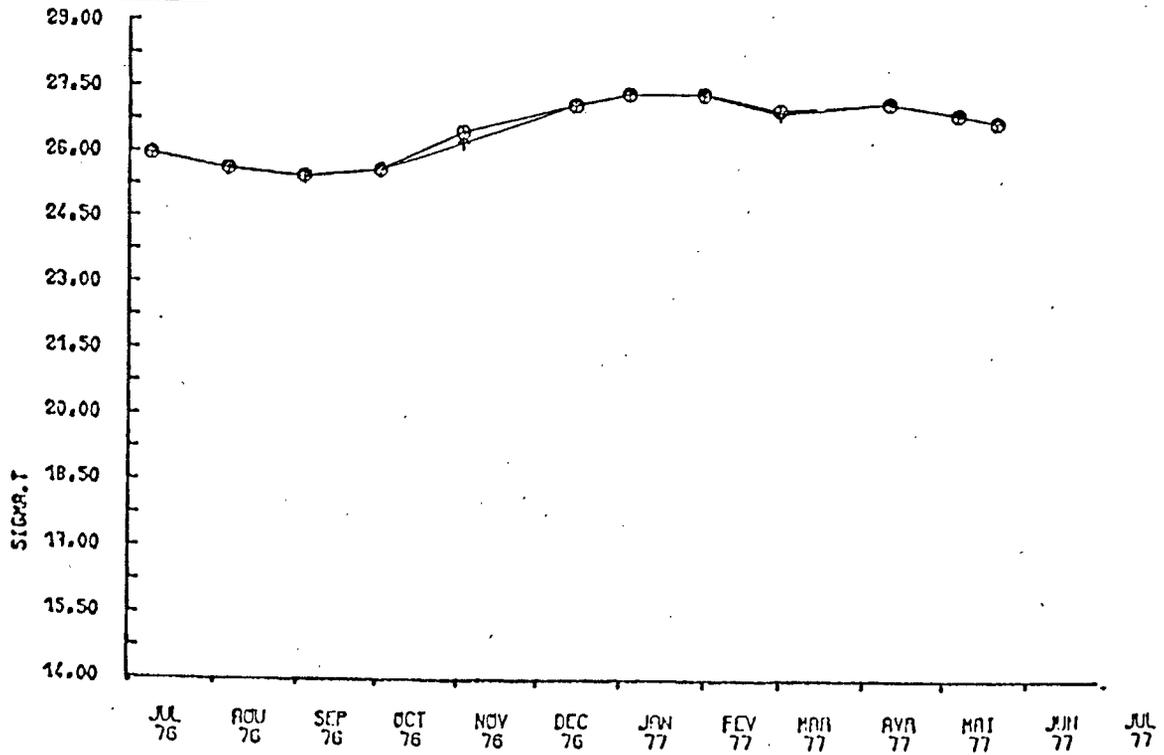
de 0,5 en 0,5



superieur à 27

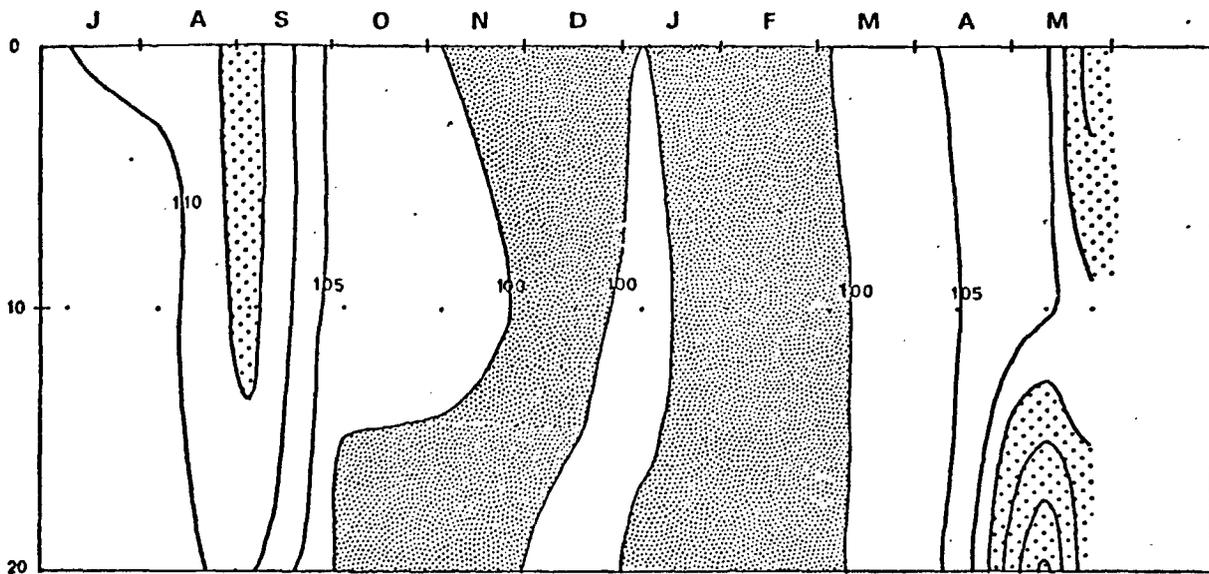


inferieur à 25.5

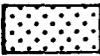


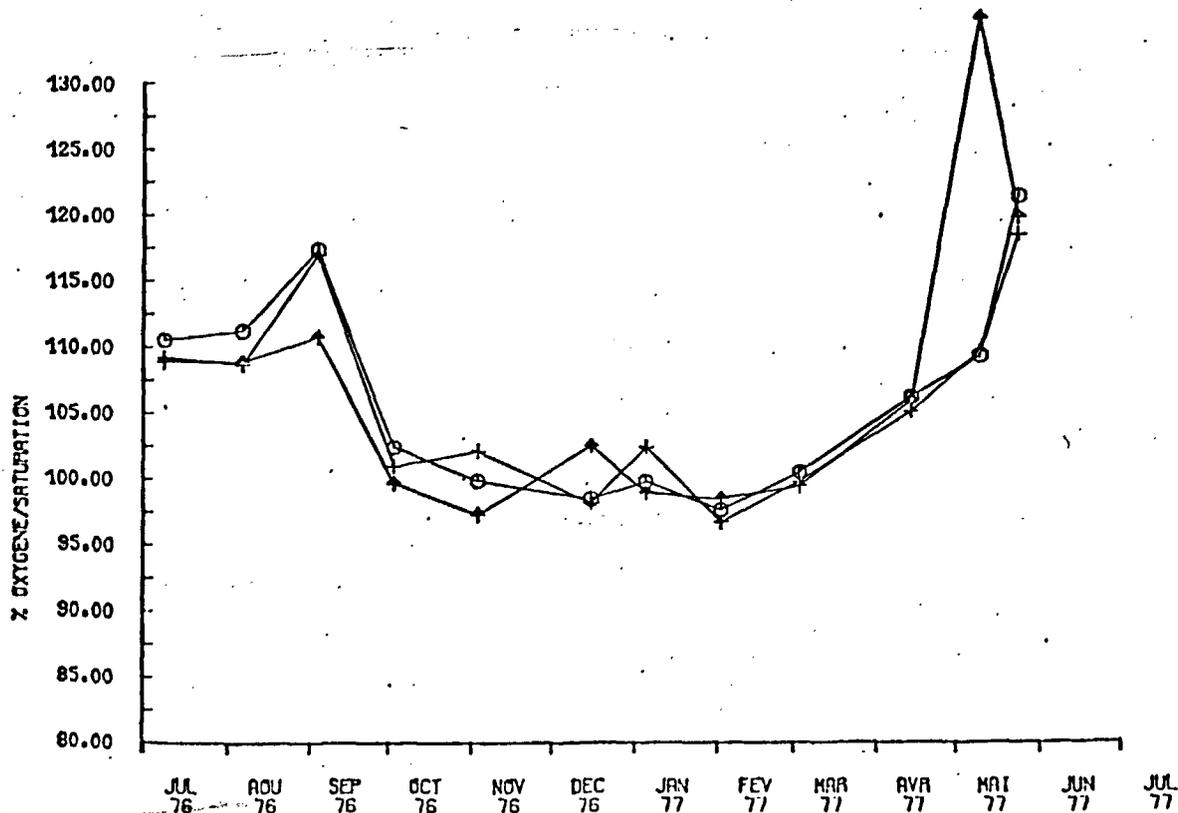
O2 - point Do % de saturation

fig. II.10



de 5 en 5%

-  supérieur à 115%
-  inférieur à 100%



FLAMANVILLE

Fig. II.11

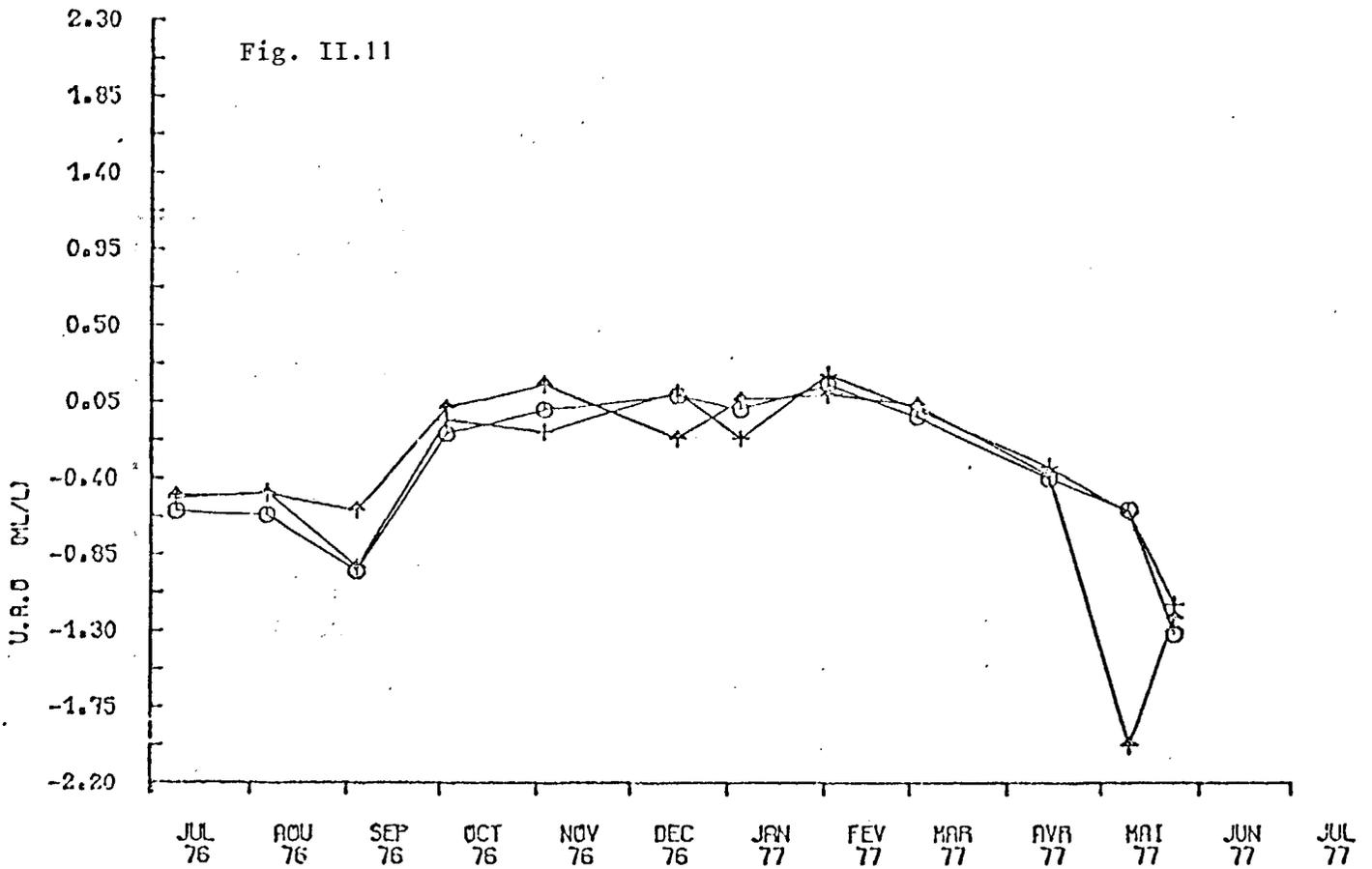


Fig. II.12

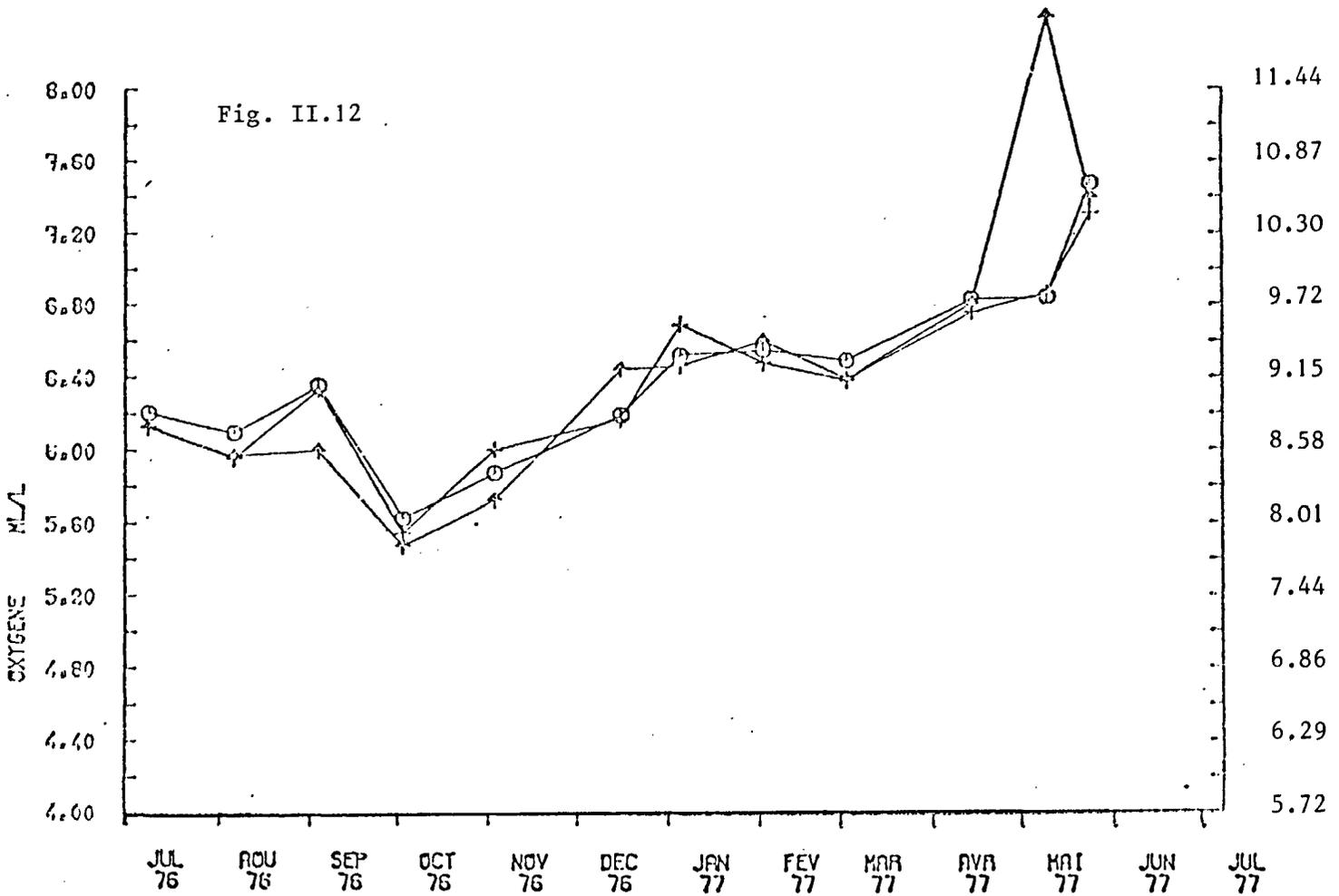
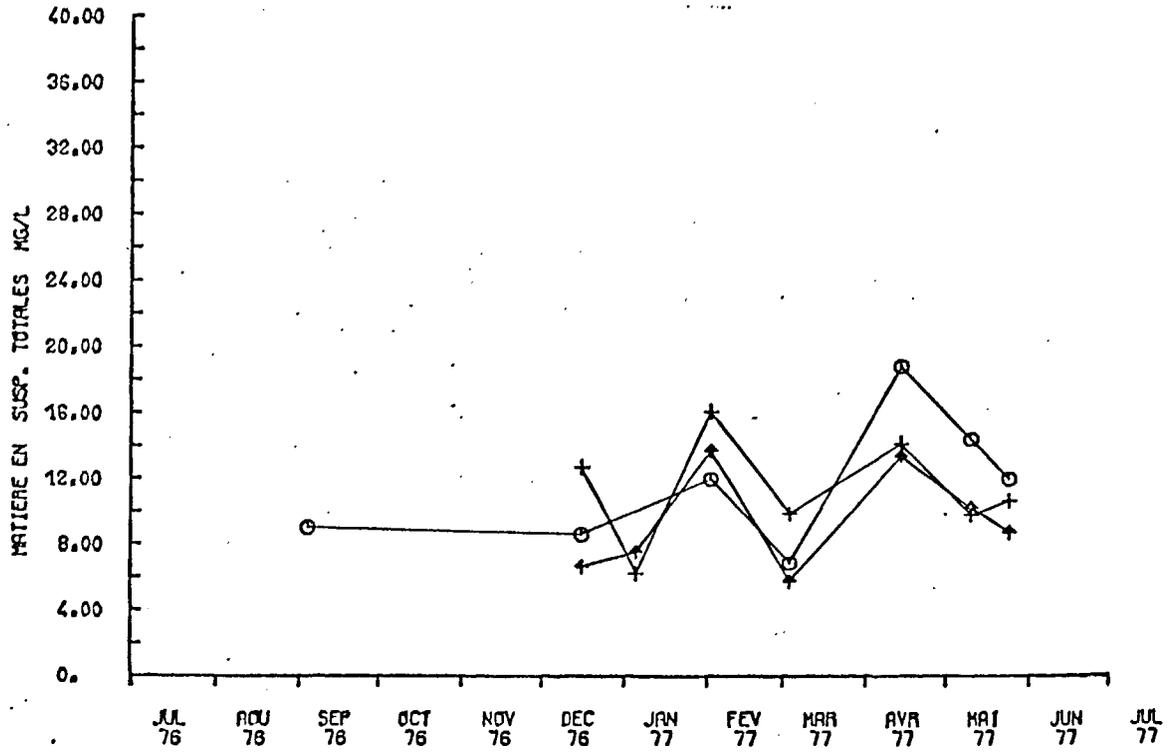
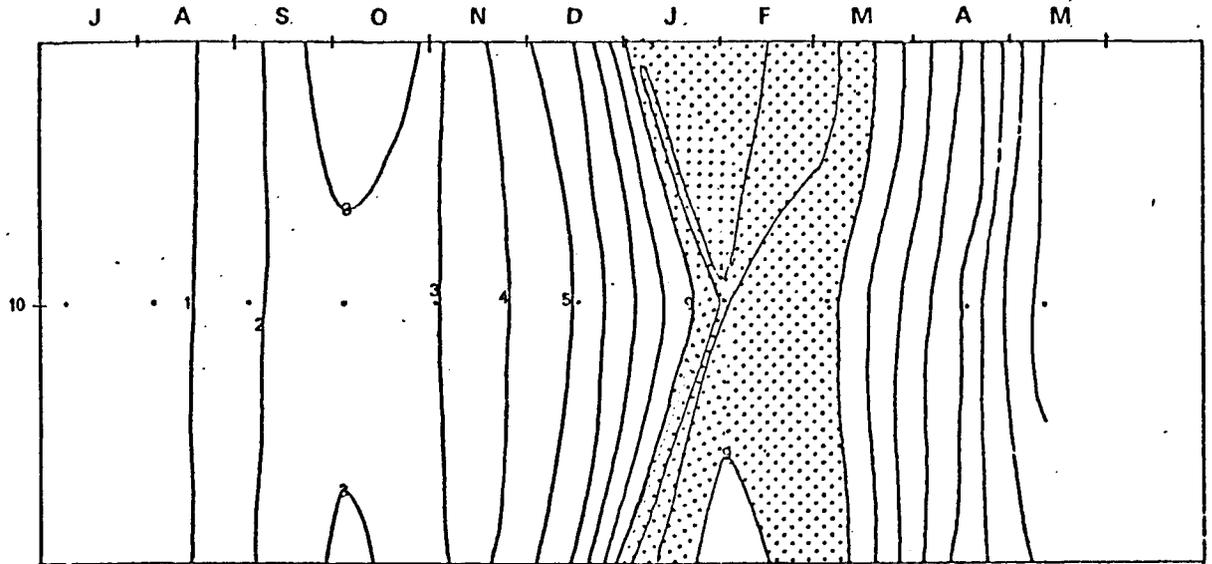


fig. II.13

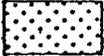


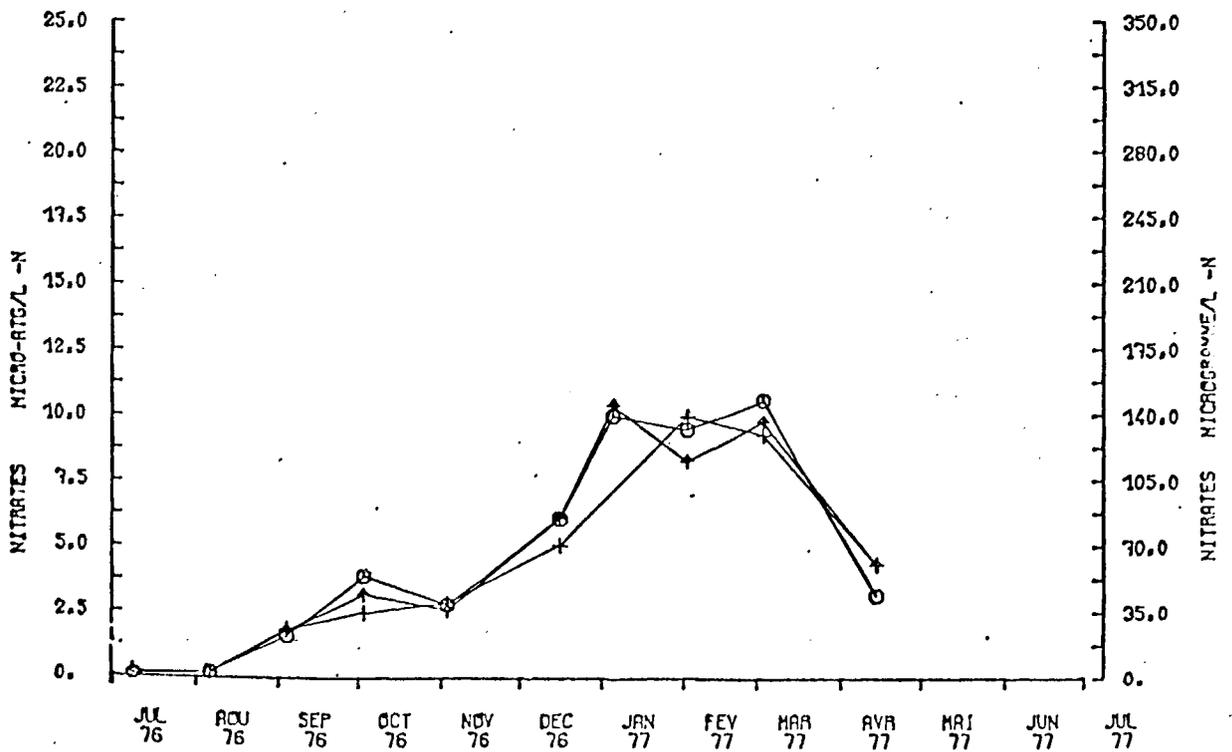
Nitrates

Fig. II.14



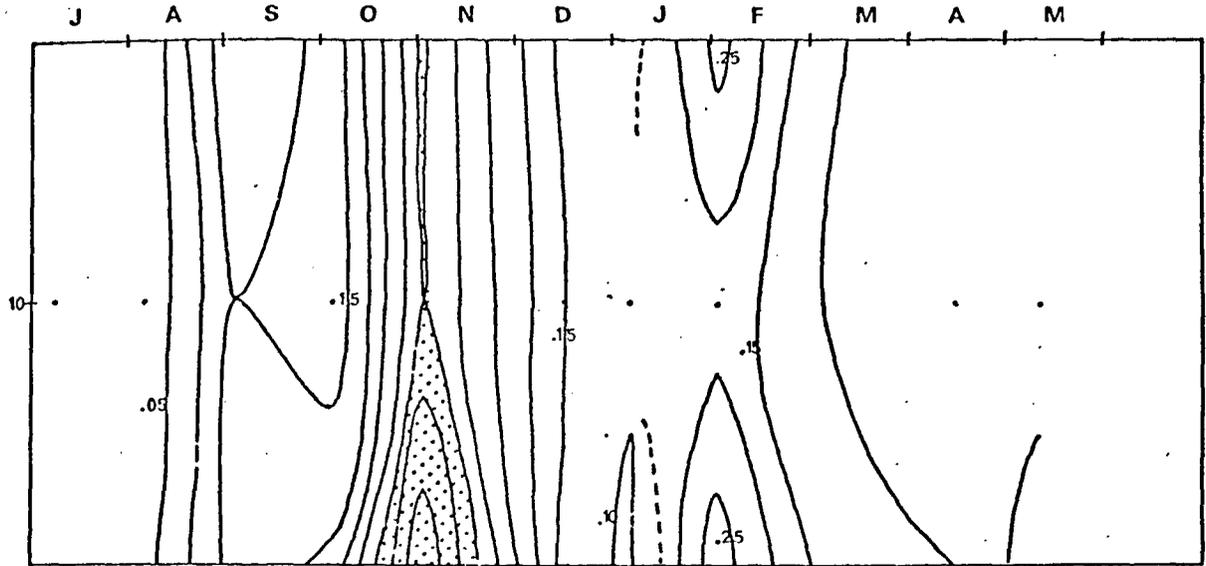
de 1 en 1 $\mu\text{atg l}^{-1}$

 supérieur à 9



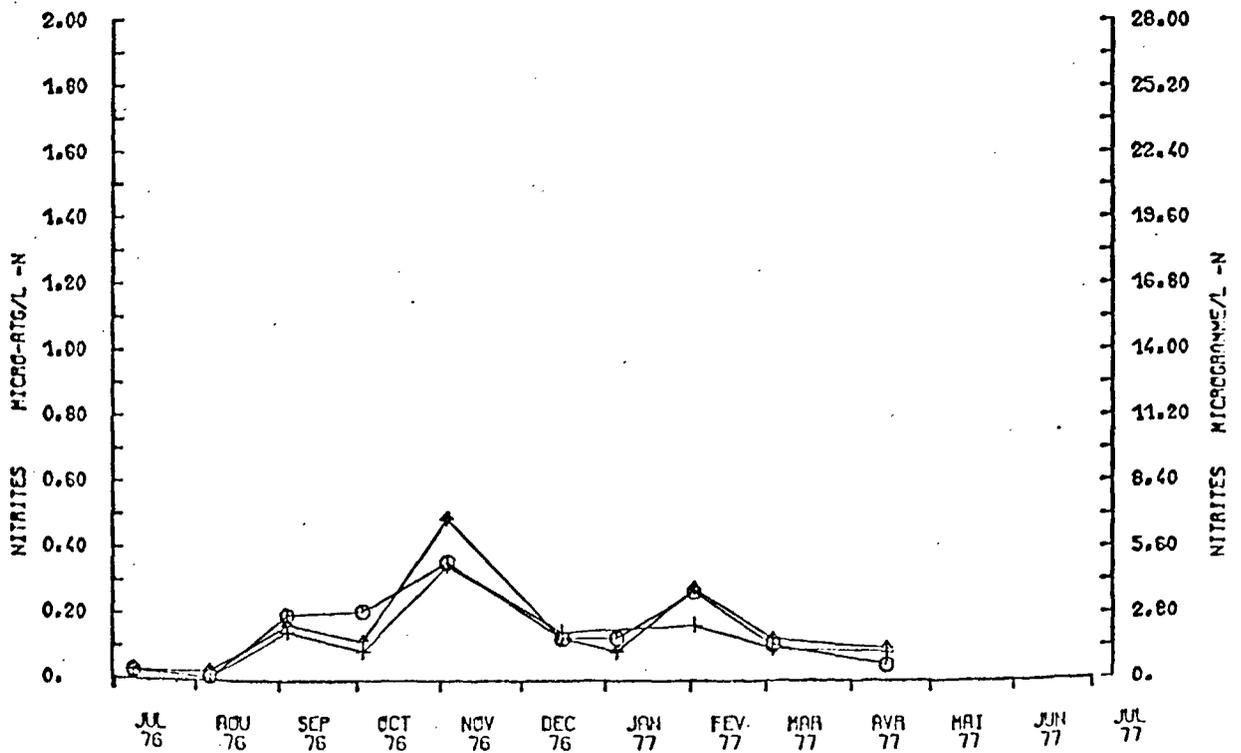
Nitrites

fig. II.15



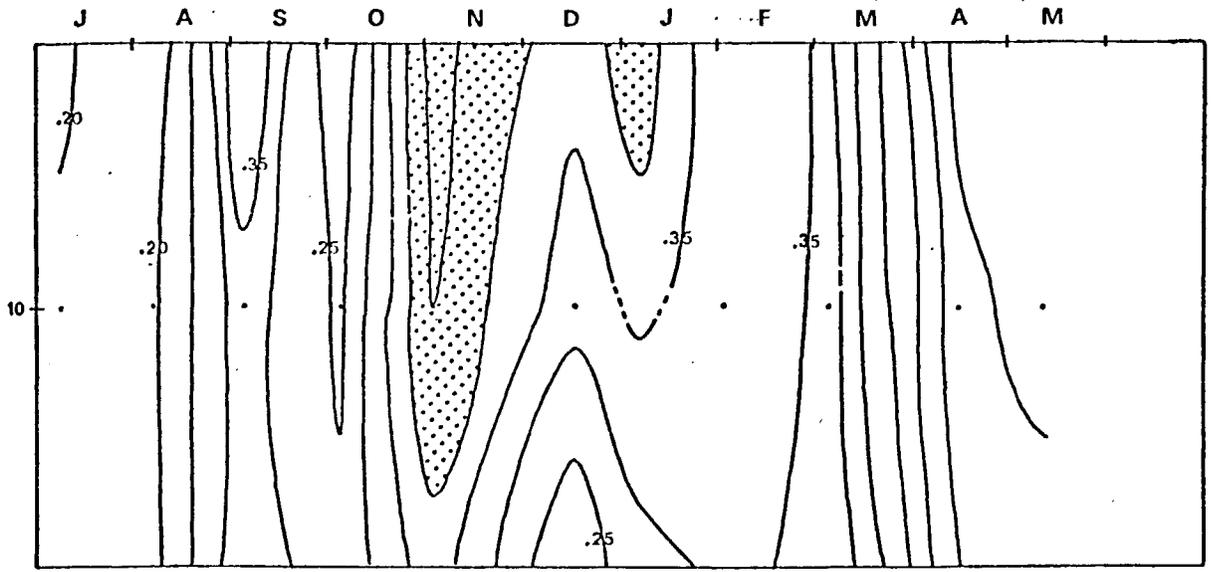
de 0.05 en 0.05 $\mu\text{atg l}^{-1}$

 supérieur à 0.35

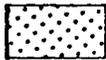


Silicates

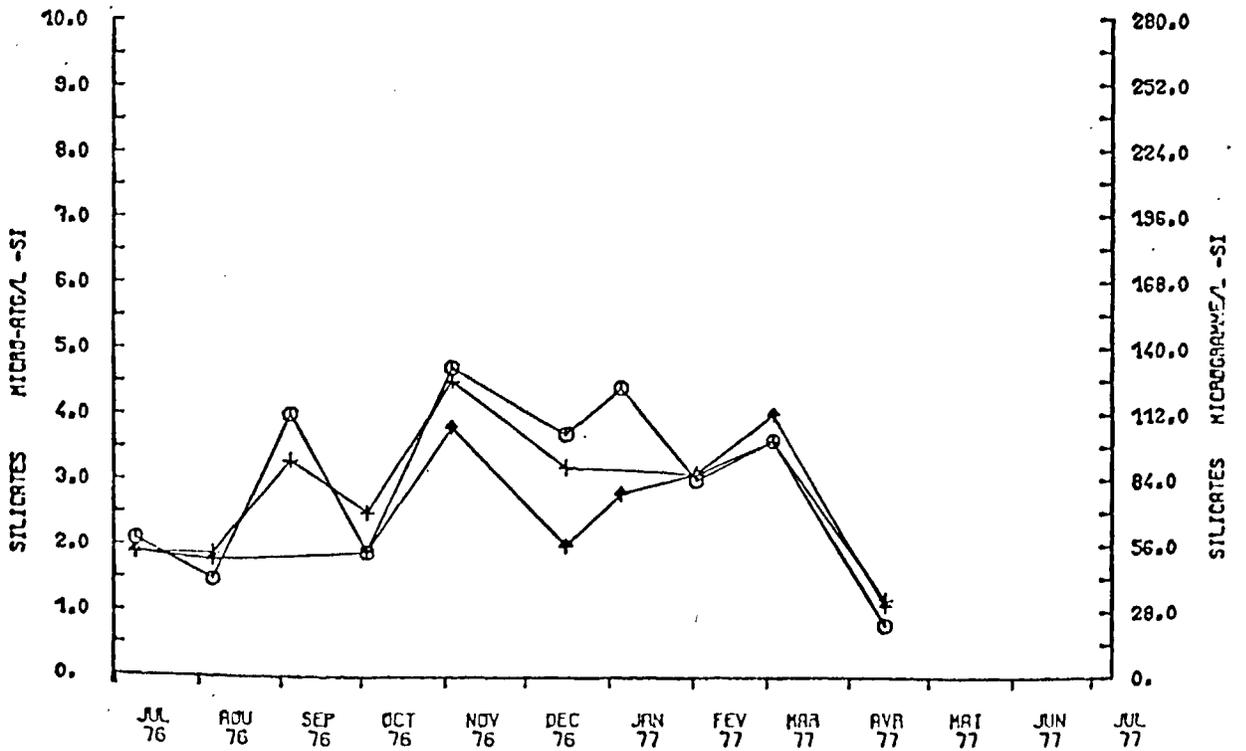
fig. II.16



de 0,05 en 0,05 µatg l⁻¹

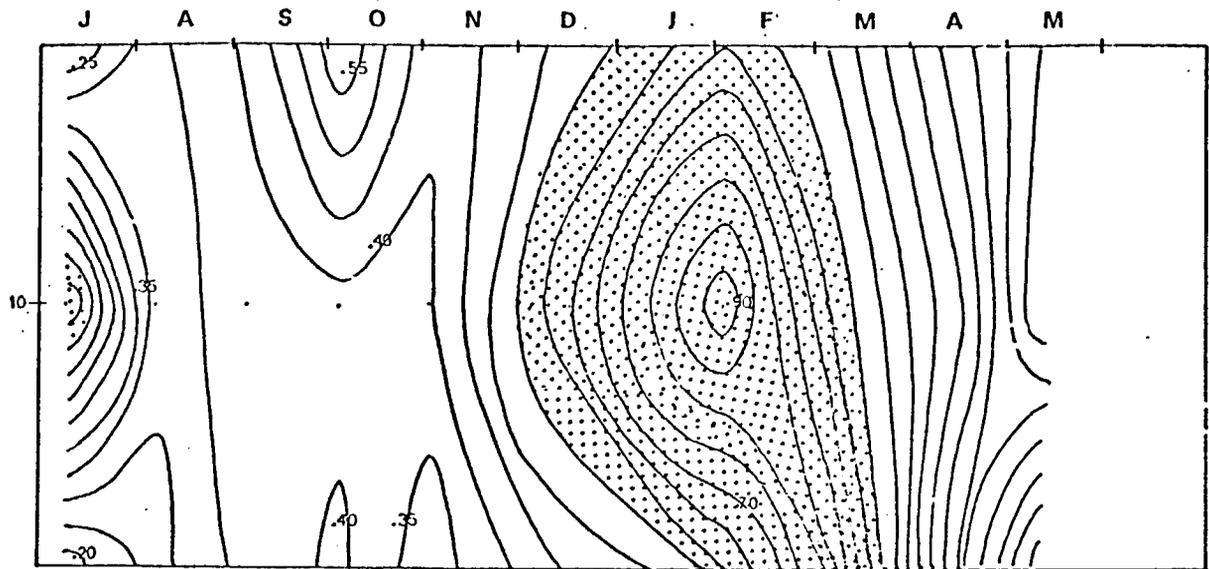


supérieur à 0.40



Phosphates

fig. II.17



de 0.05 en 0.05 $\mu\text{atg l}^{-1}$

 supérieur à 0.60

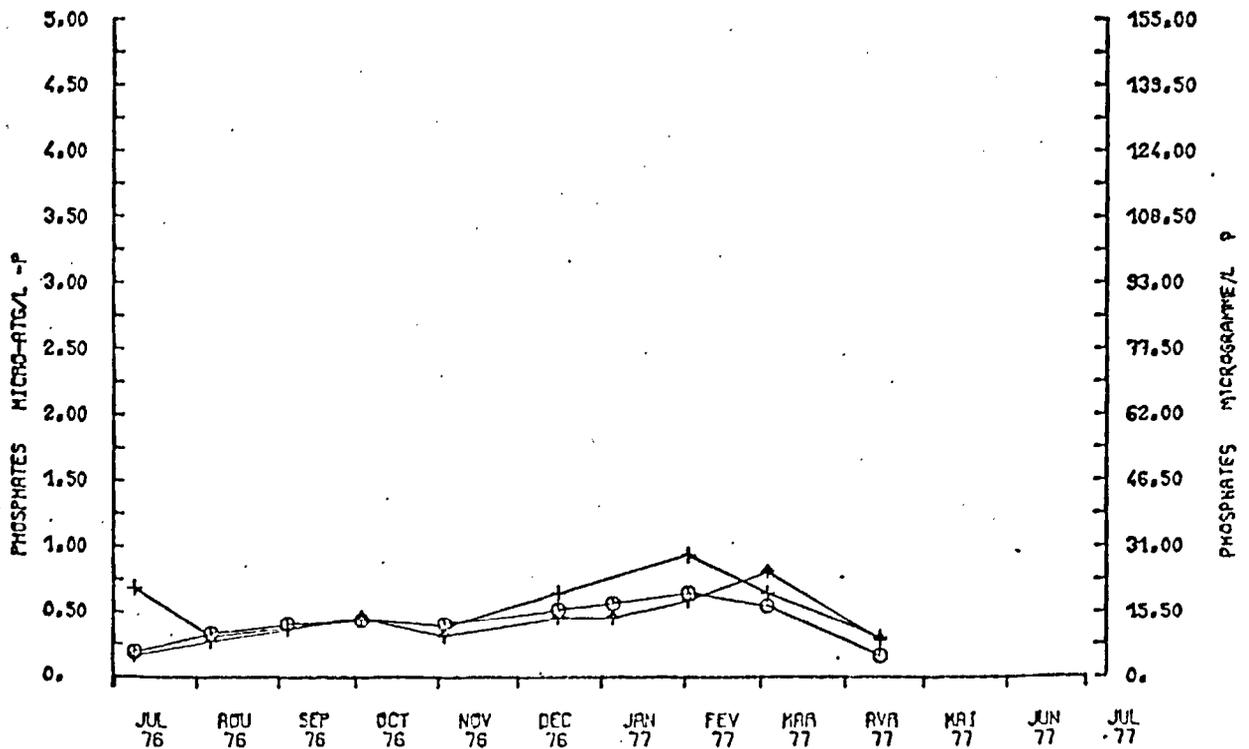


fig. II.18

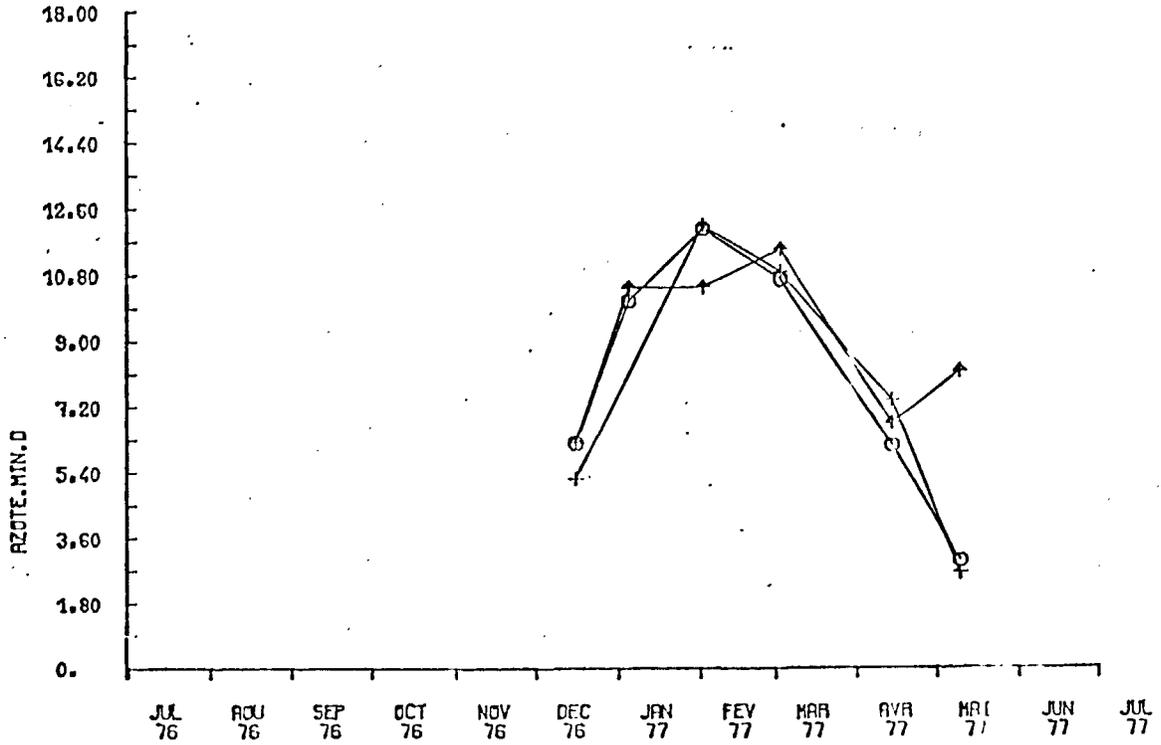
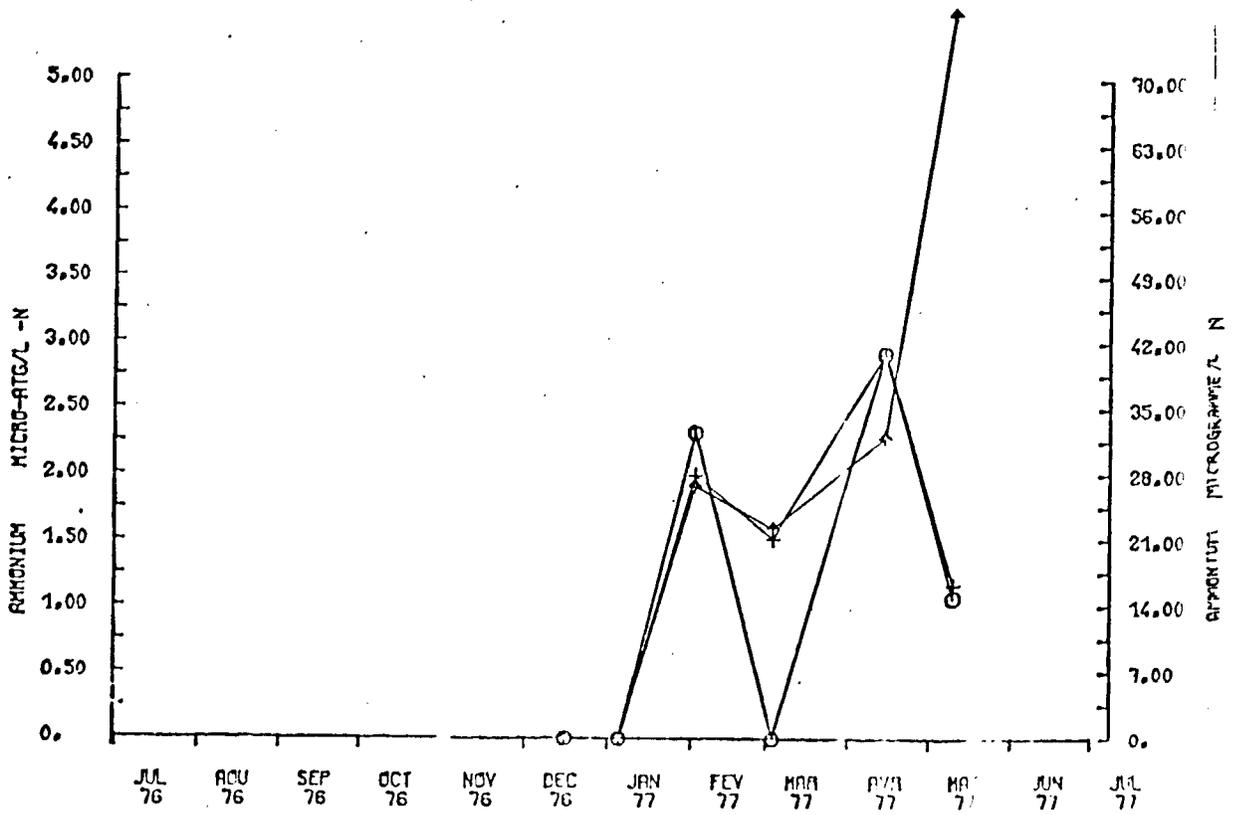


fig. II.19



b) Variations au point B.

Les figures II.20 à II.32 représentent les variations des différents paramètres lors des campagnes "lourdes" et intermédiaires.

Certains paramètres comme la température et la densité présentent peu de variations par rapport aux valeurs correspondantes de la station Do. Par contre, pour plusieurs autres, l'amplitude des variations relevée à chaque campagne (dépendantes du cycle de marée) est telle qu'elle permet difficilement de suivre une évolution significative du paramètre considéré dans le temps. Ceci est particulièrement net pour :

- La salinité, ne montrant comme fluctuation évidente qu'une légère dessalure durant l'été 1977 par rapport à l'été 1976.
- La concentration en phosphates paraît constante dans le temps (Fig. II.32), celle des silicates semble présenter un plateau de septembre à mars, qui n'est que de décembre à mars pour les nitrates, alors que le maximum des nitrites apparaît en novembre.

3) Discussion

3.1 - Relation avec climatologie et hydrodynamique

Les variations de la température de l'eau présentent un décalage de l'ordre d'un à deux mois par rapport à celles de la température de l'air, ce qui est très supérieur au décalage relevé sur les autres sites de la Manche (GRAVELINES et PALUEL). Ceci s'explique par l'influence nettement Atlantique des masses d'eau de cette région. Une campagne effectuée le 6 avril 1976 à bord du "Pluteus" (avec la participation de J.R. GRALL) montre l'arrivée par le Nord-Ouest d'eau plus froide et plus salée (donc du large et probablement Atlantique) dans le bassin délimité par les îles Anglo-normandes (Fig.II.33 à II.38) Les masses d'eau rencontrées au Nord-Est et au Sud sont vraisemblablement dépendantes des courants de marée existant au moment du prélèvement. Sur la figure I.3 est indiqué l'emplacement des neuf stations de prélèvements et, sur les roses de courants, avec le chiffre correspondant à la station, la direction et la force approximative du courant au moment du prélèvement (marée de morte-eau).

fig II.20 à II.32

POINT D'APPUI

FLAMANVILLE

POINT DE MESURE

2 point B

LAT : N 49 31 5

LONG : W 1 56 4

LEGENDE

- ⊙ — NIVEAU 1
- † — NIVEAU 3
- ↑ — NIVEAU 6

FLAMANVILLE

fig.II.20

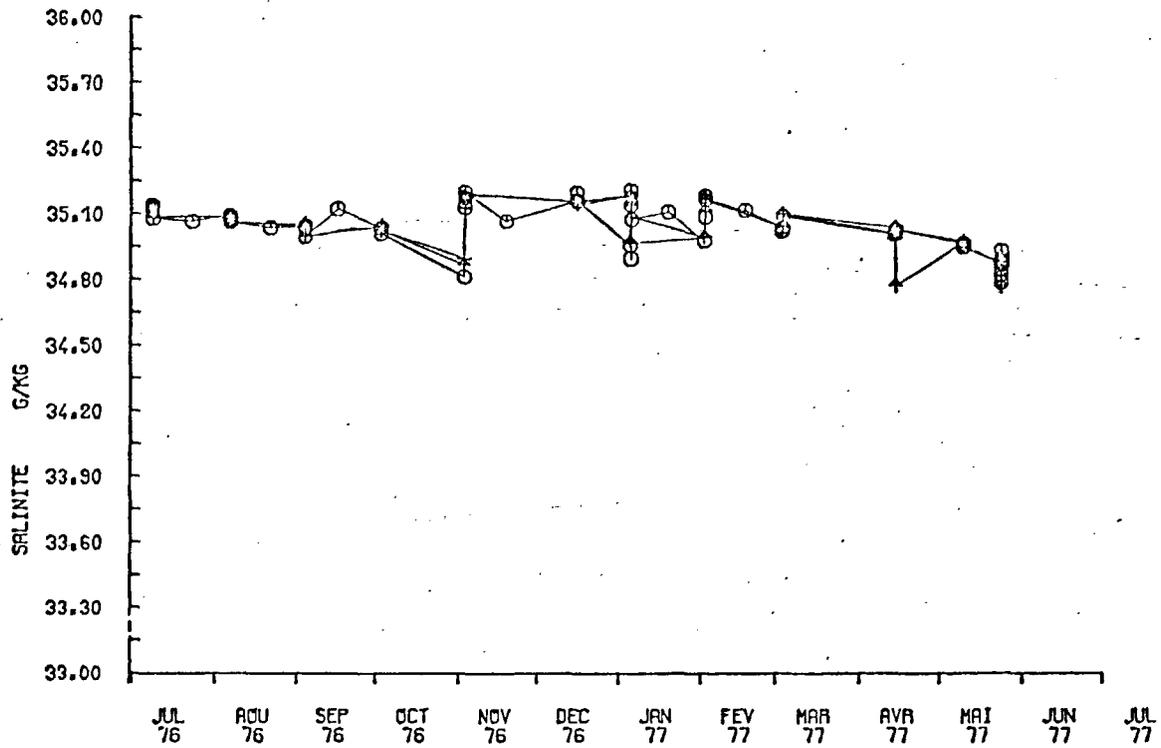
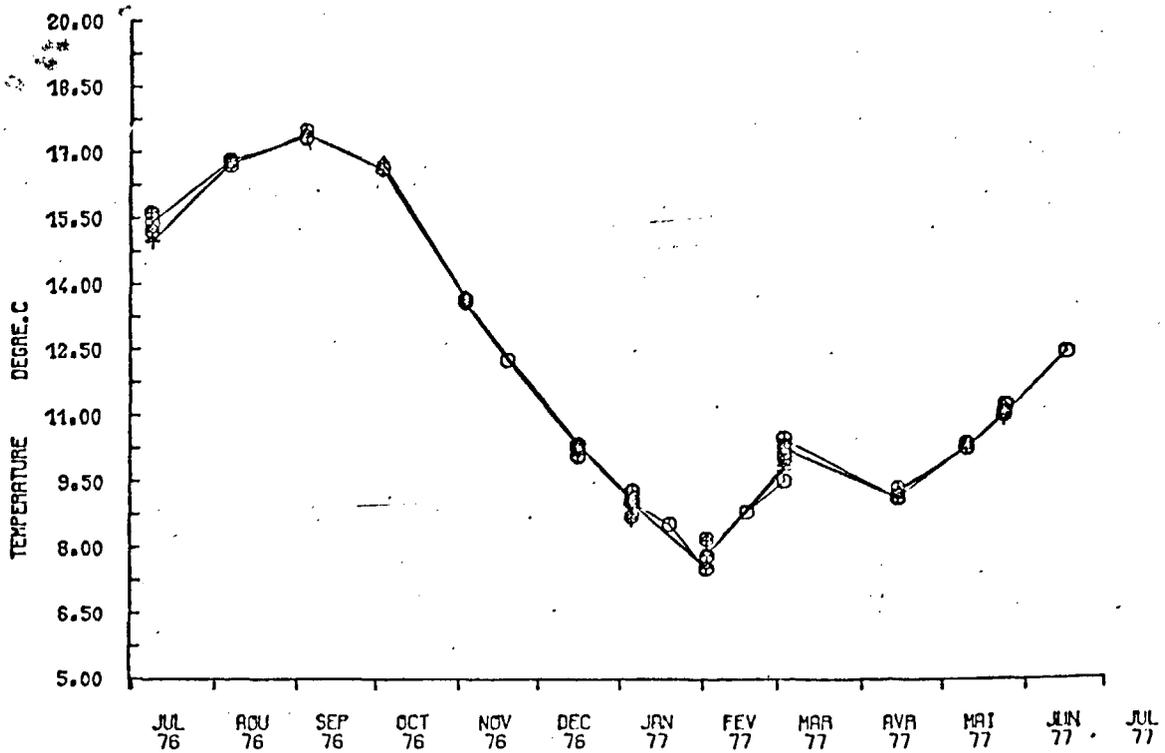


fig. II.21



FLAMANVILLE

fig. II.22

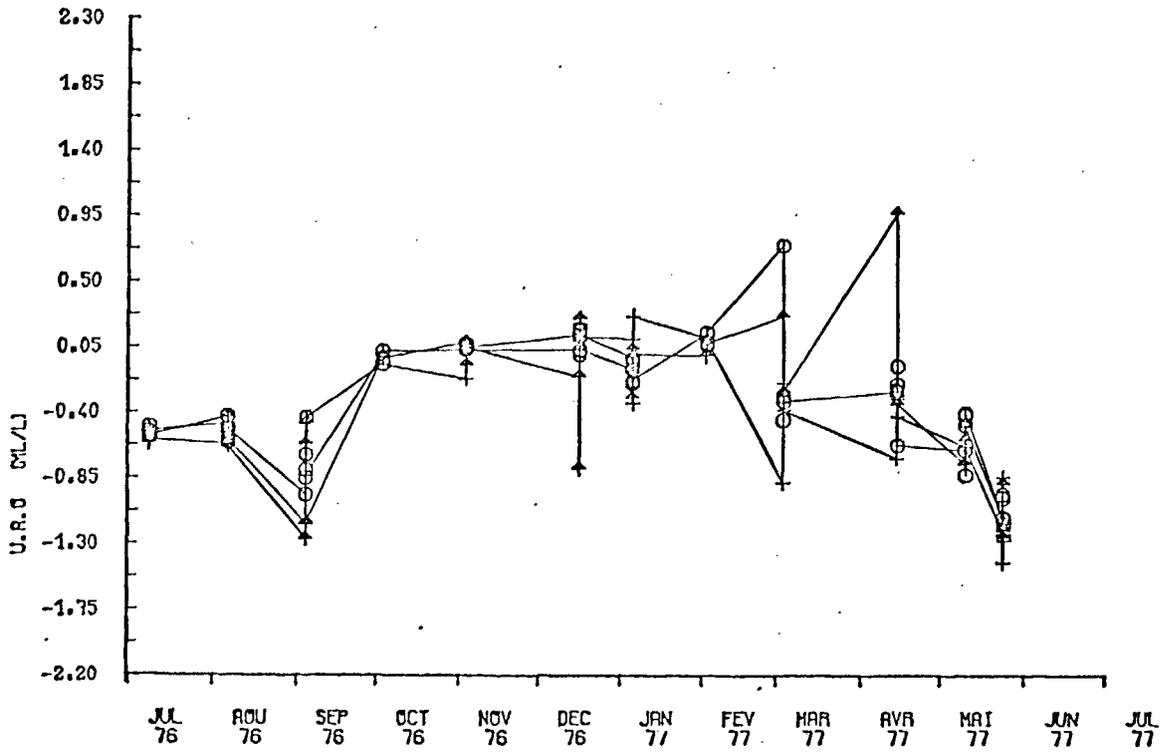


fig. II.23

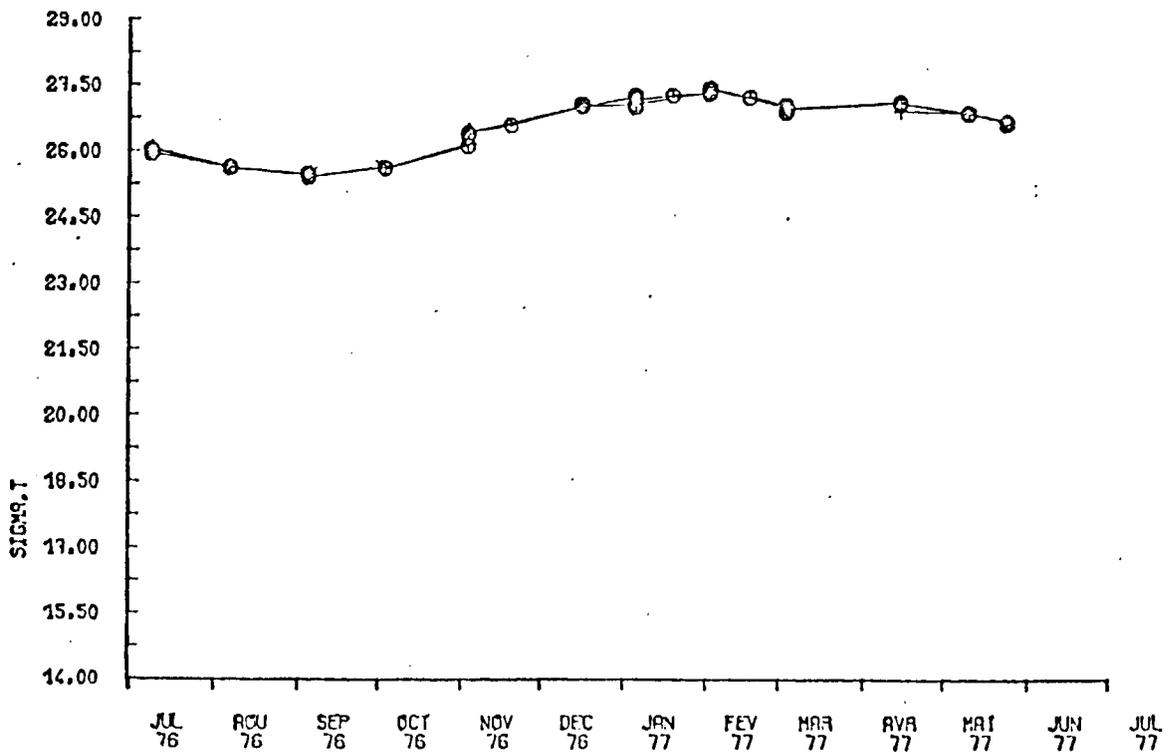


fig. II.24

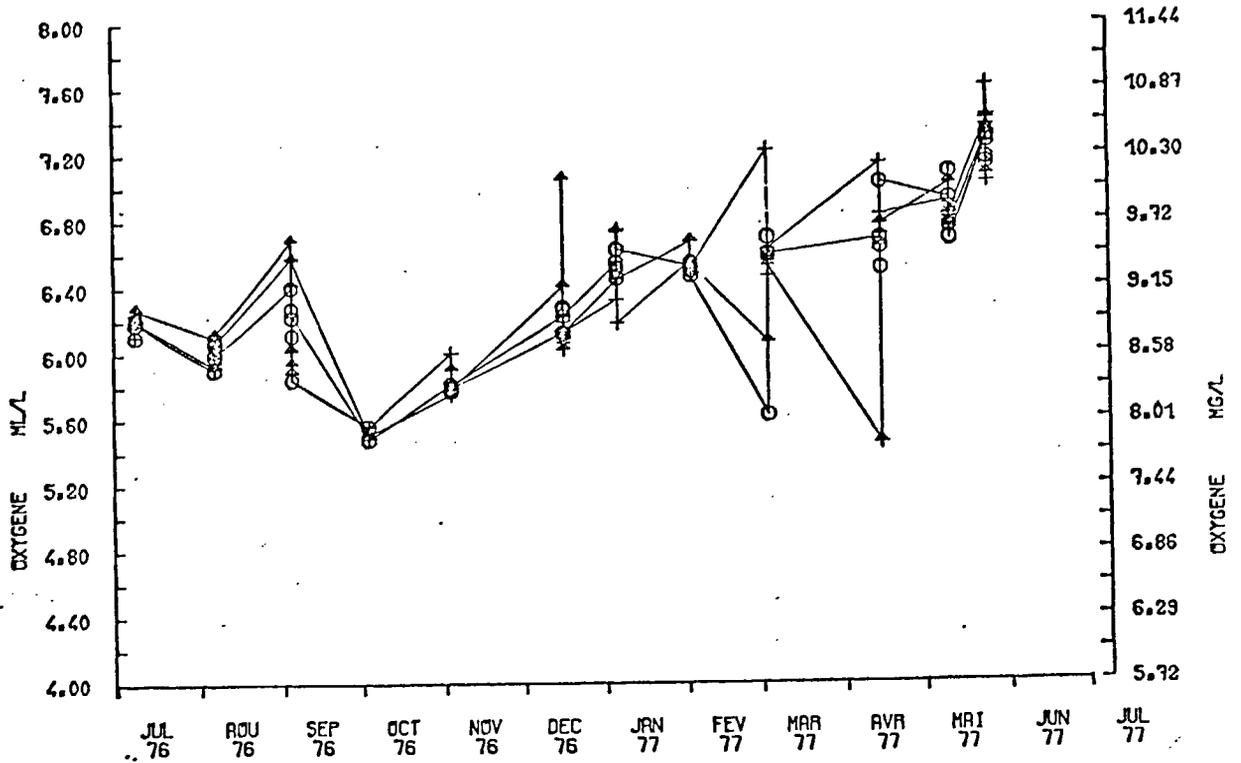


fig. II.25

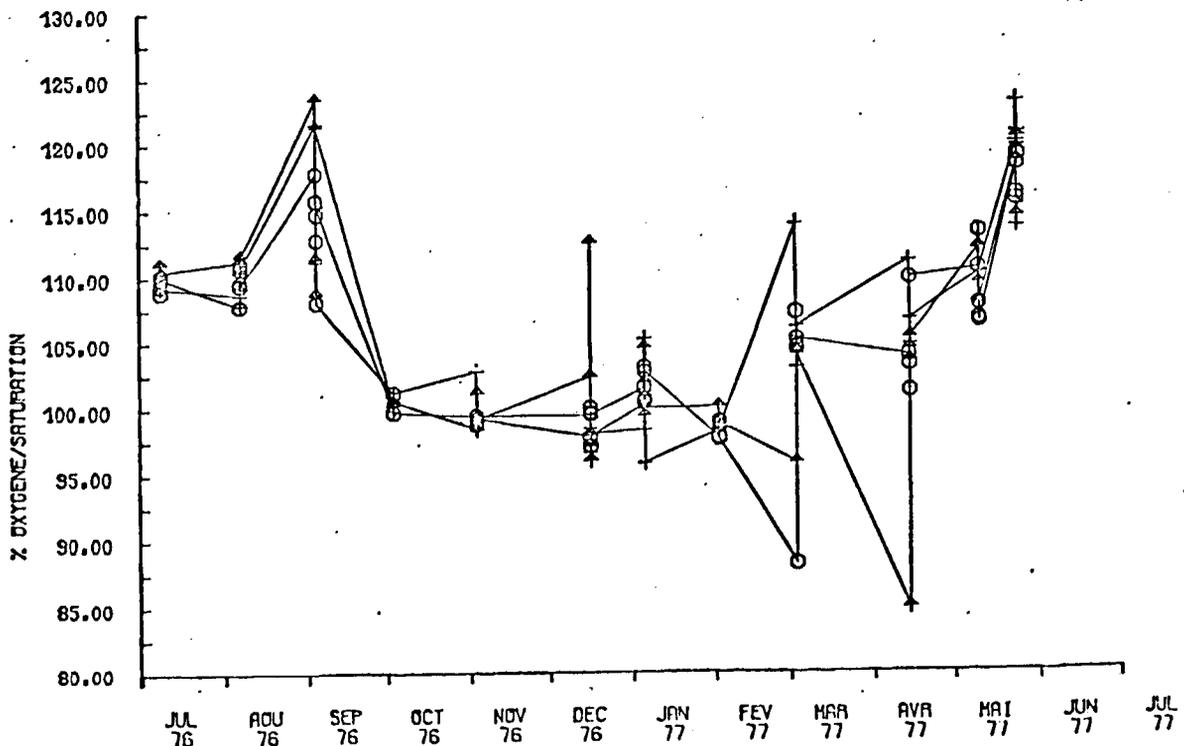


fig. II.26

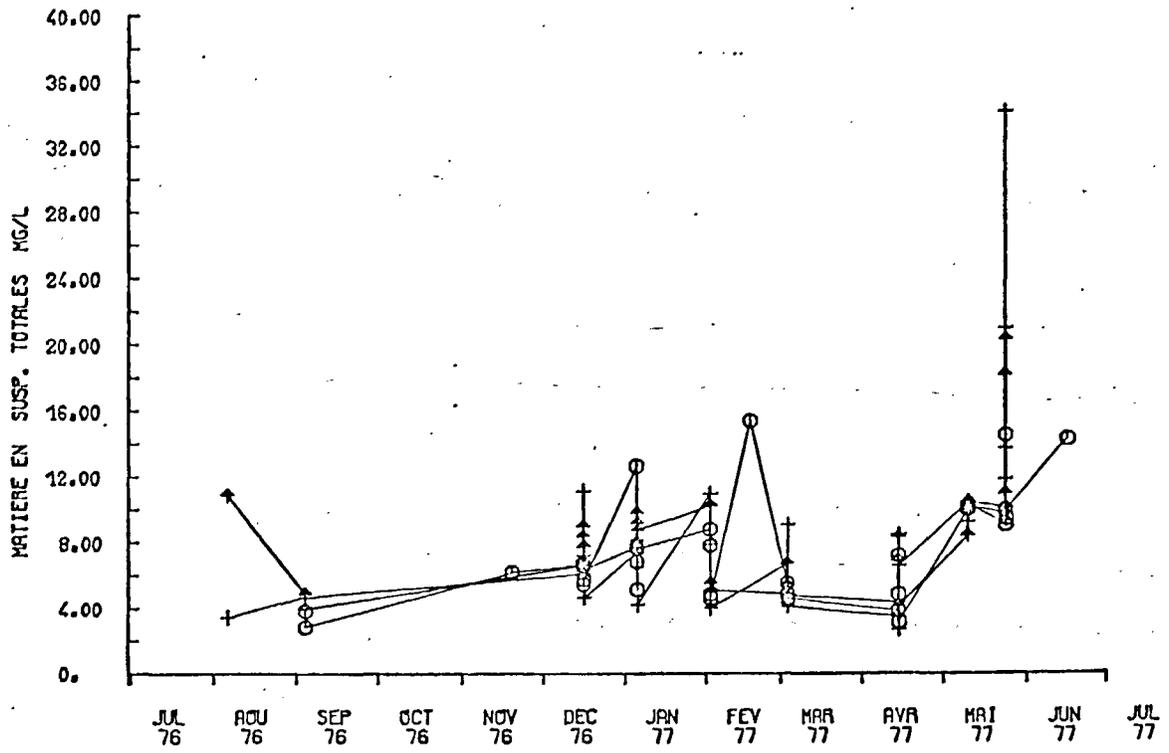


fig. II.27

FLAMANVILLE

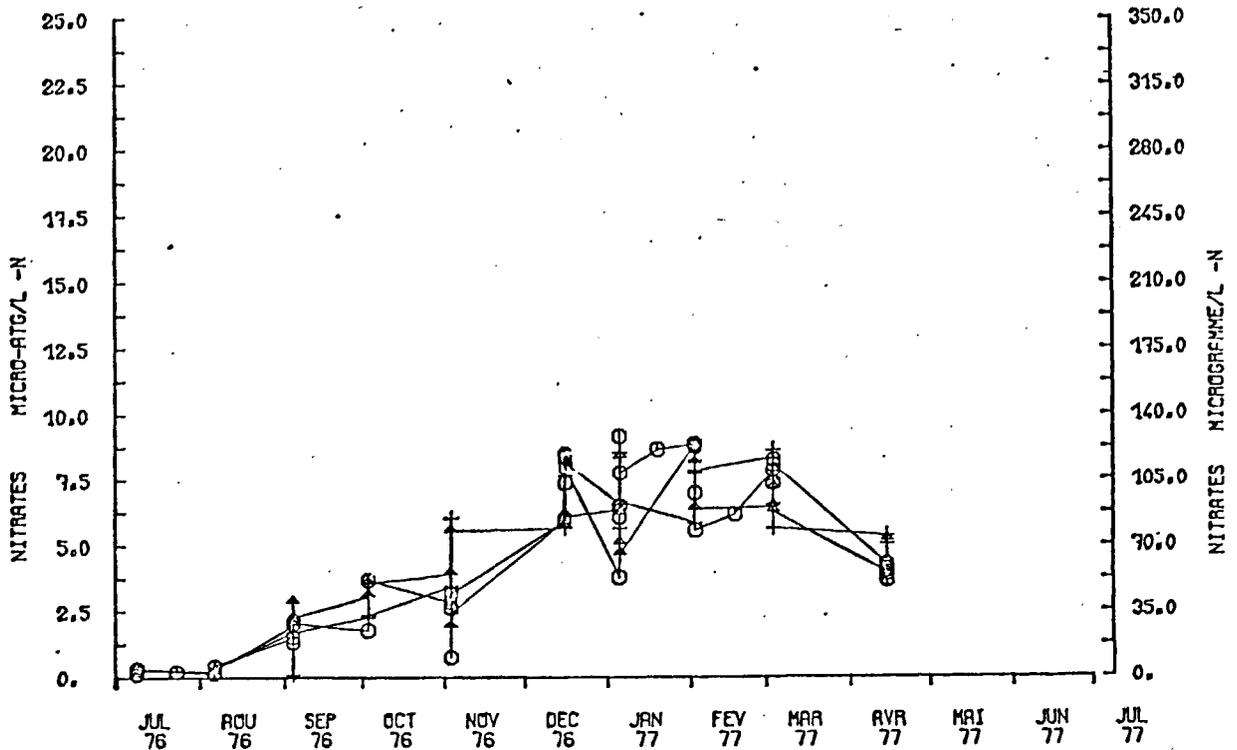


fig. II:28

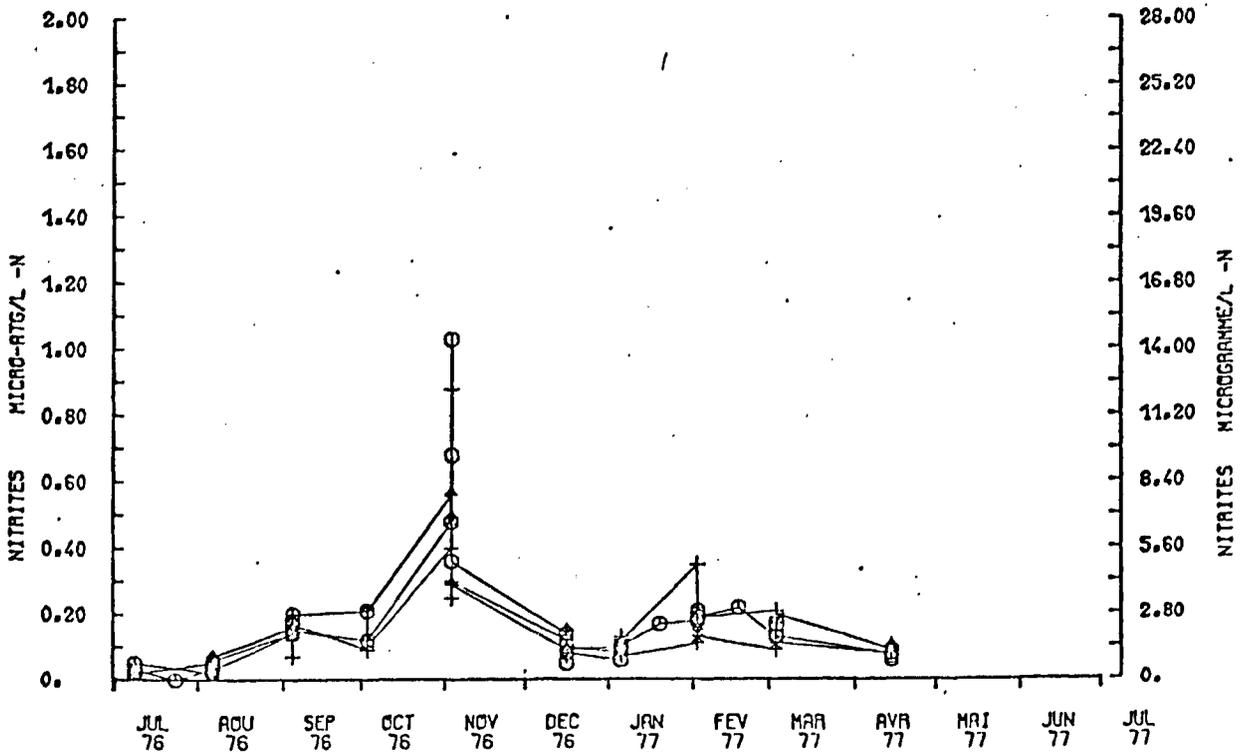


fig. II.29

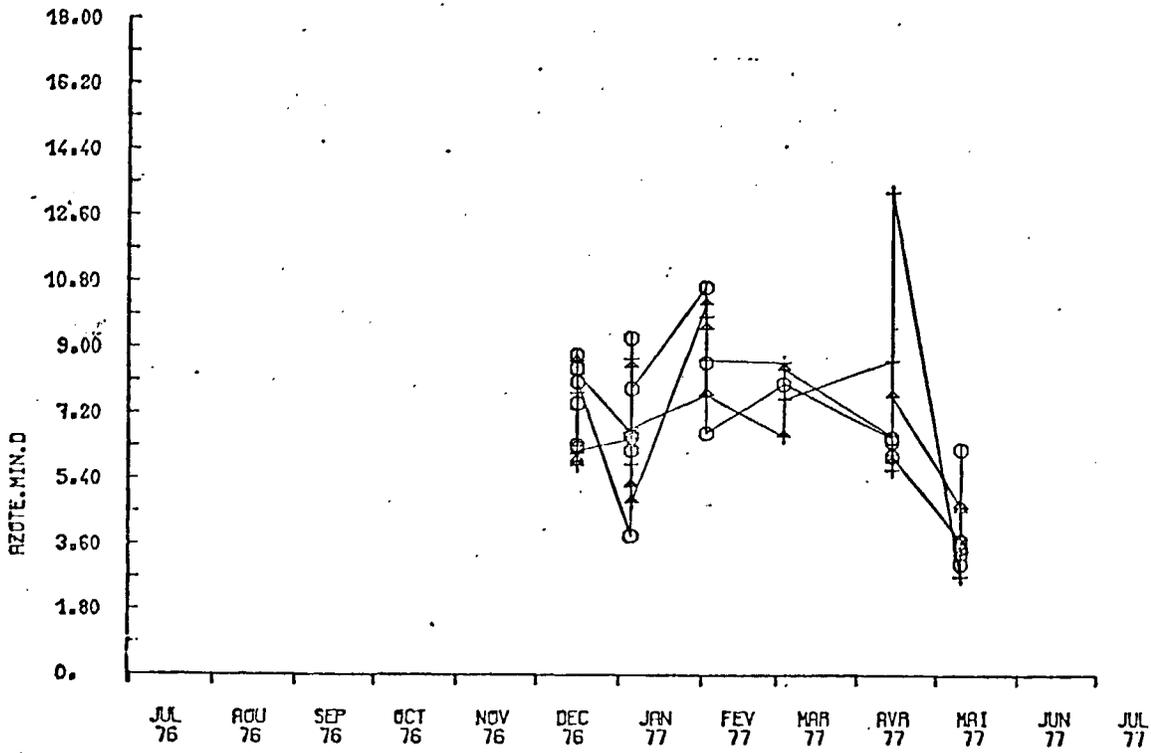
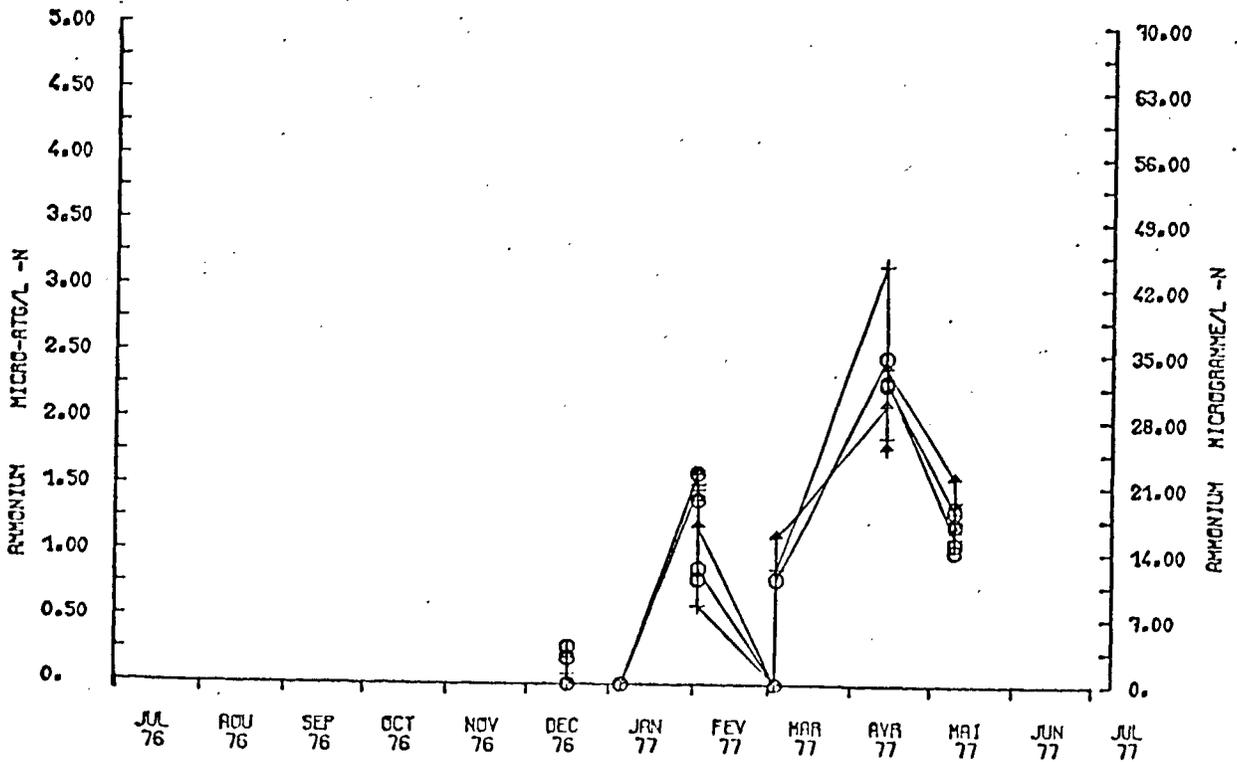


fig. II.30



FLAMANVILLE

fig. II.31

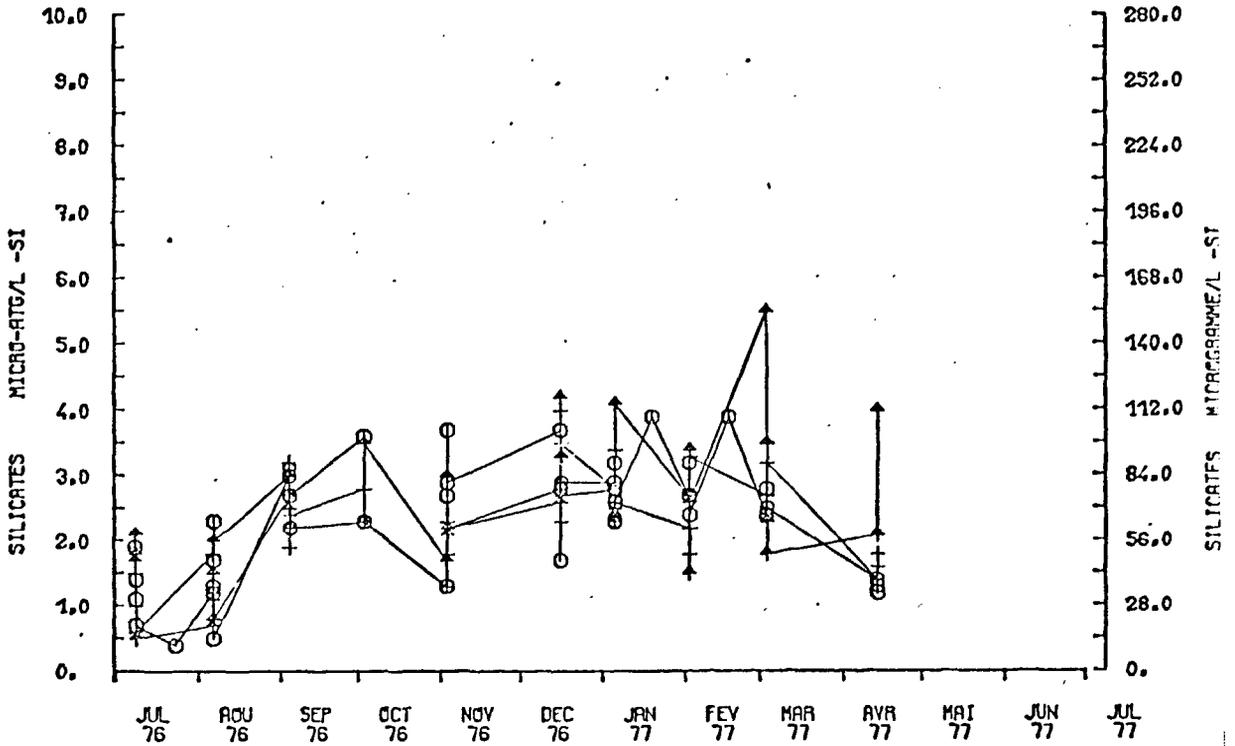
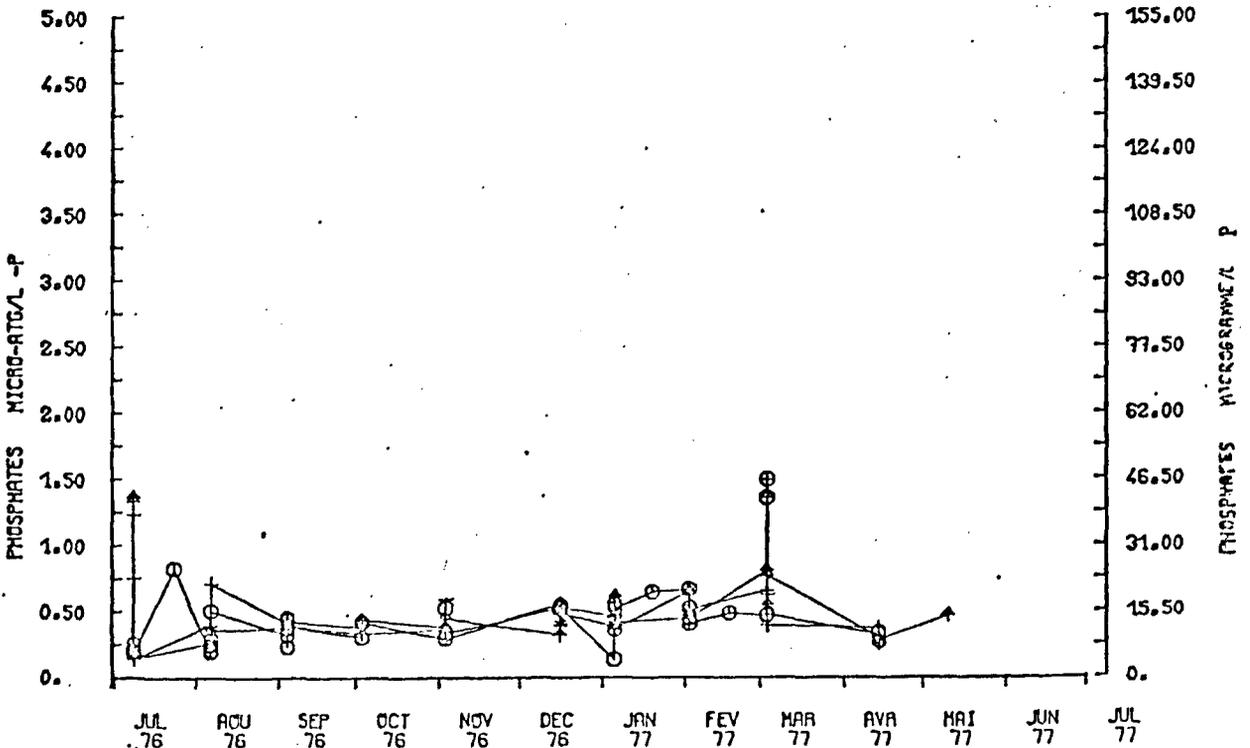


fig. II.32



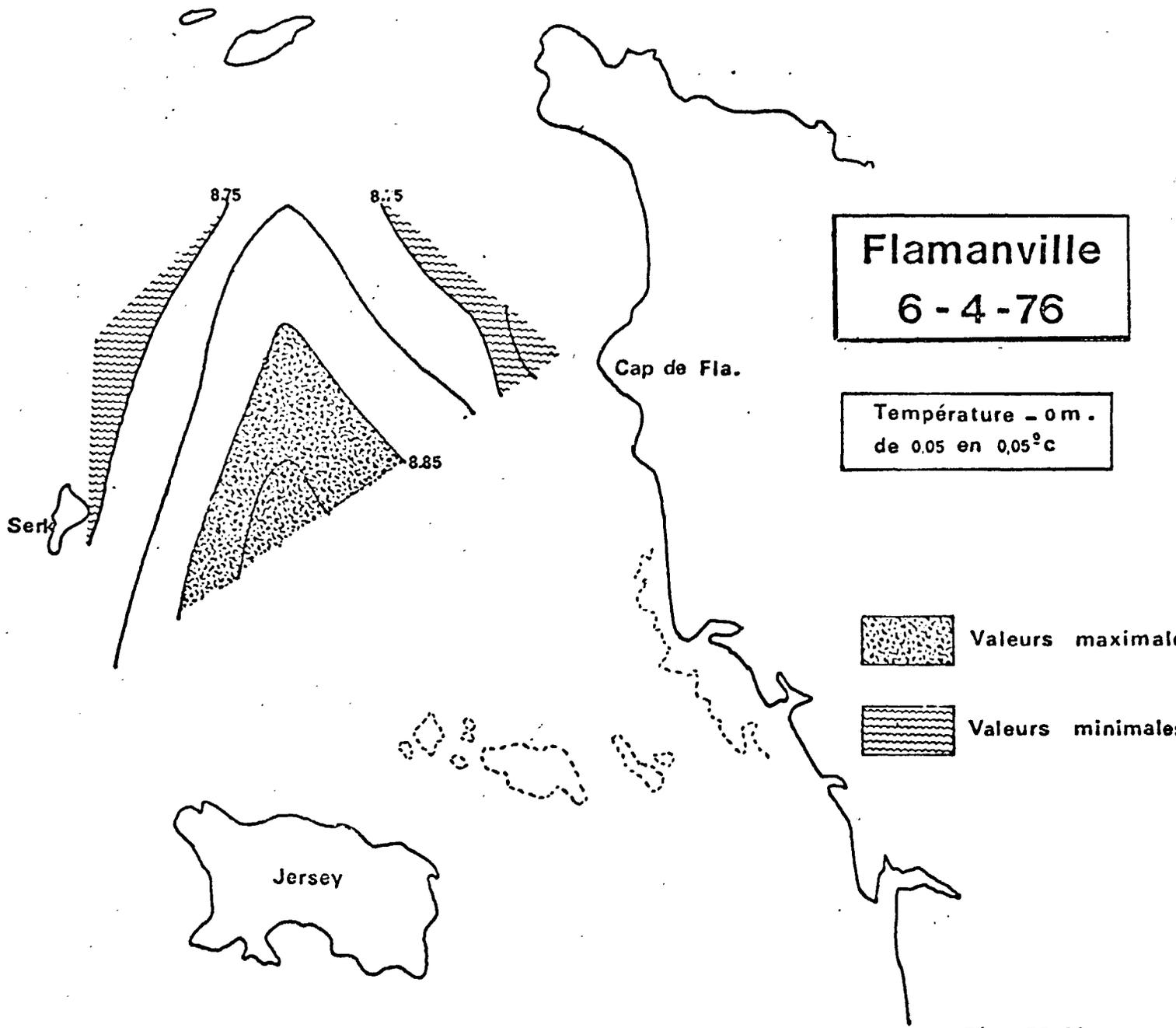


Fig. II.33

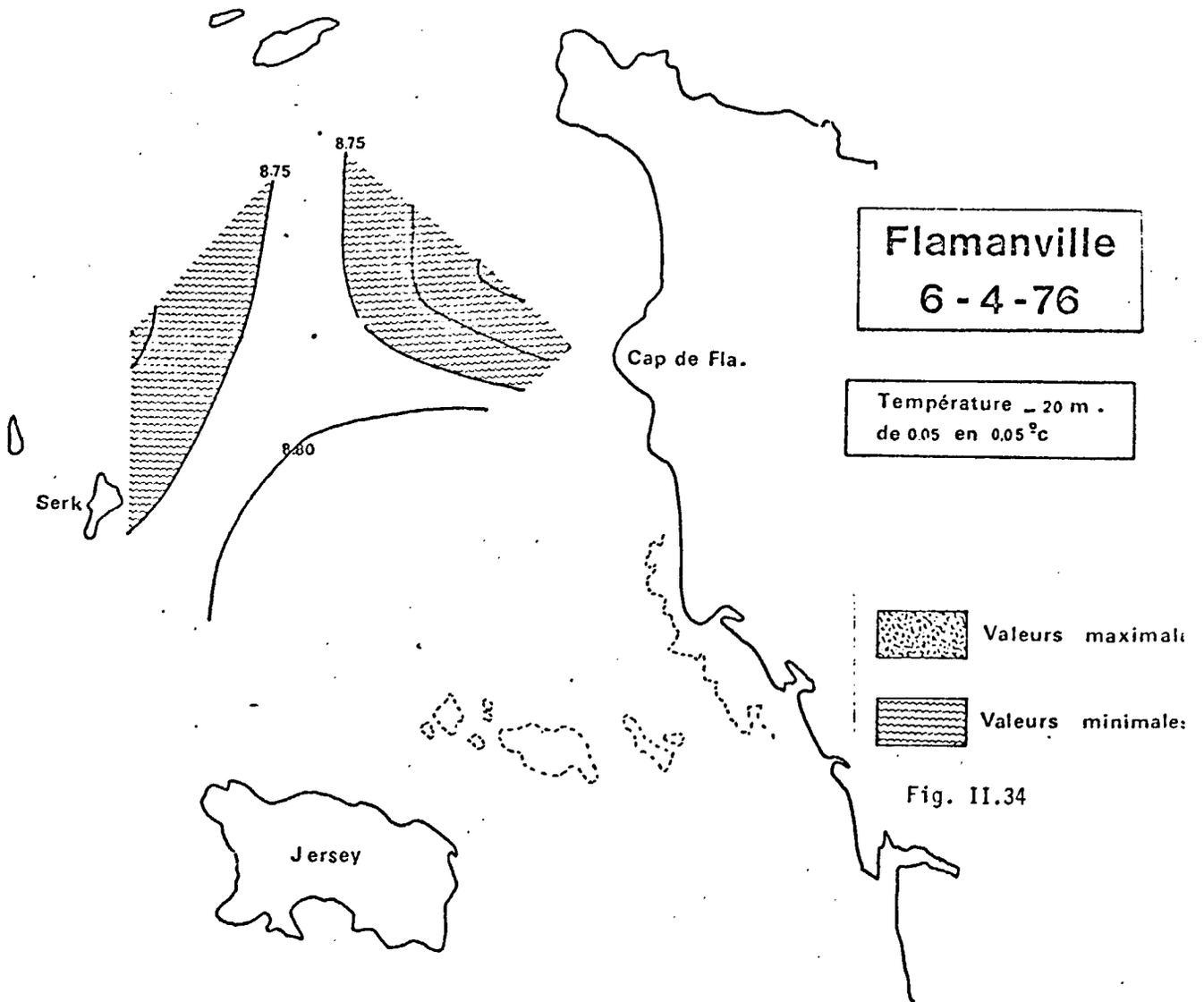
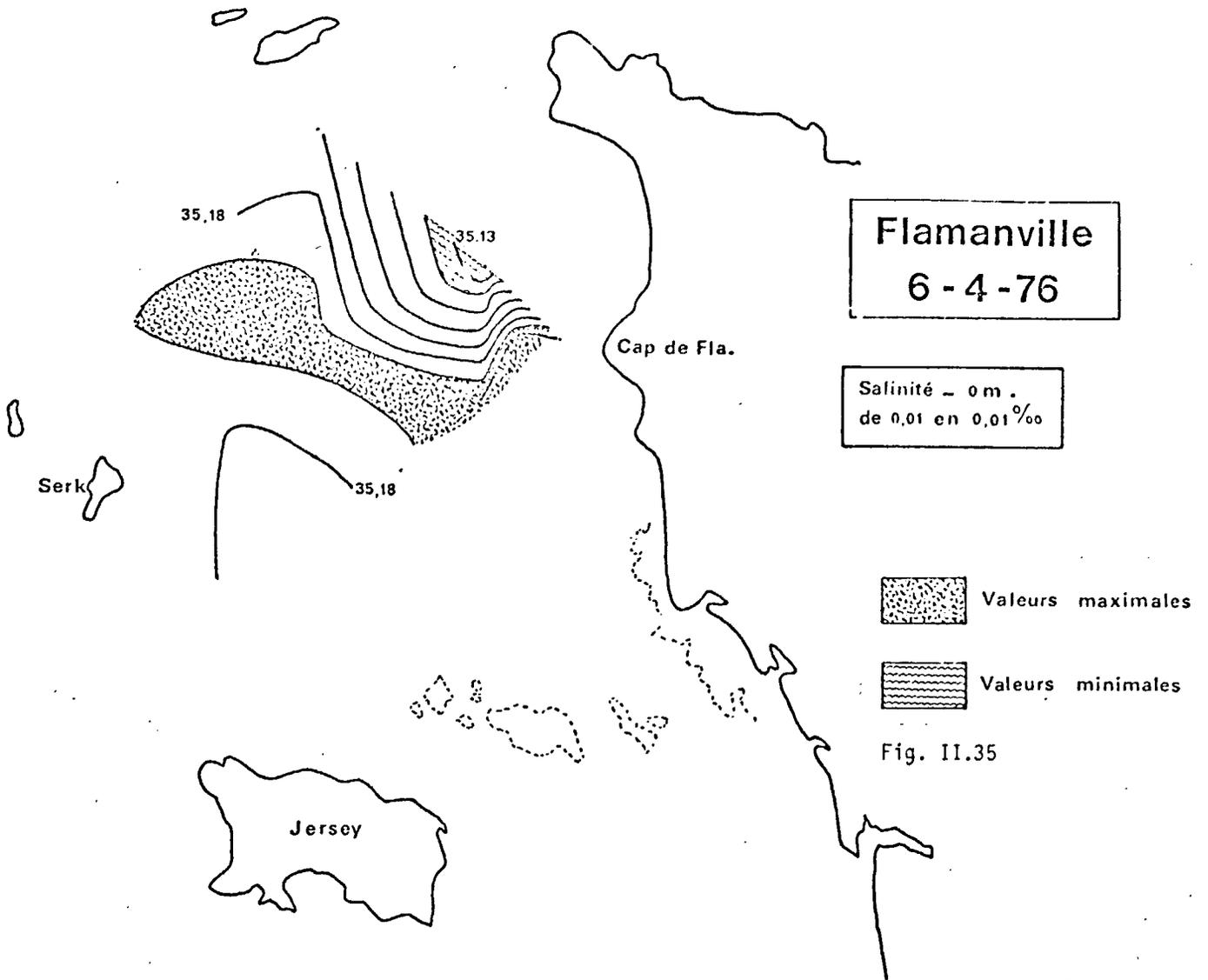
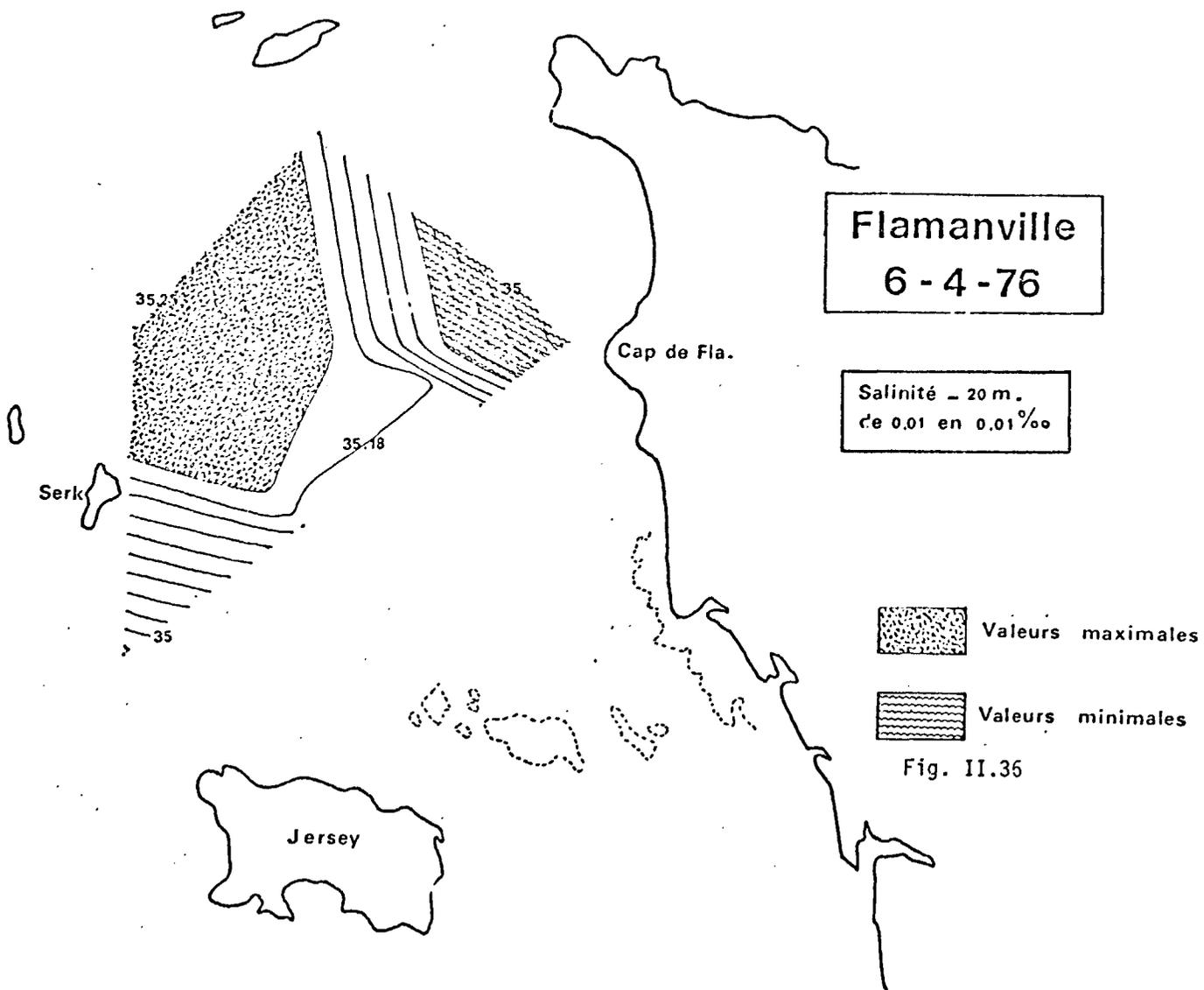


Fig. II.34





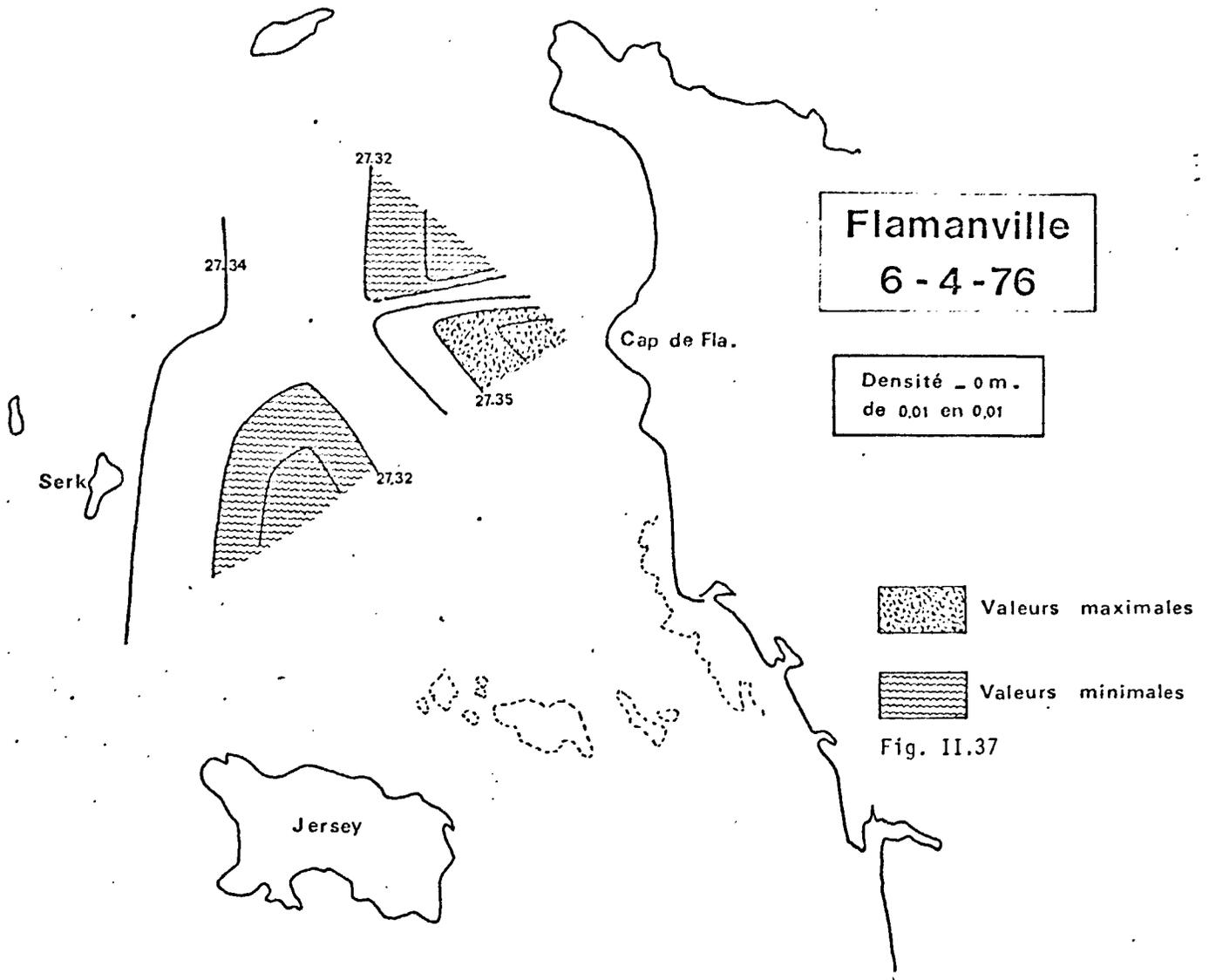
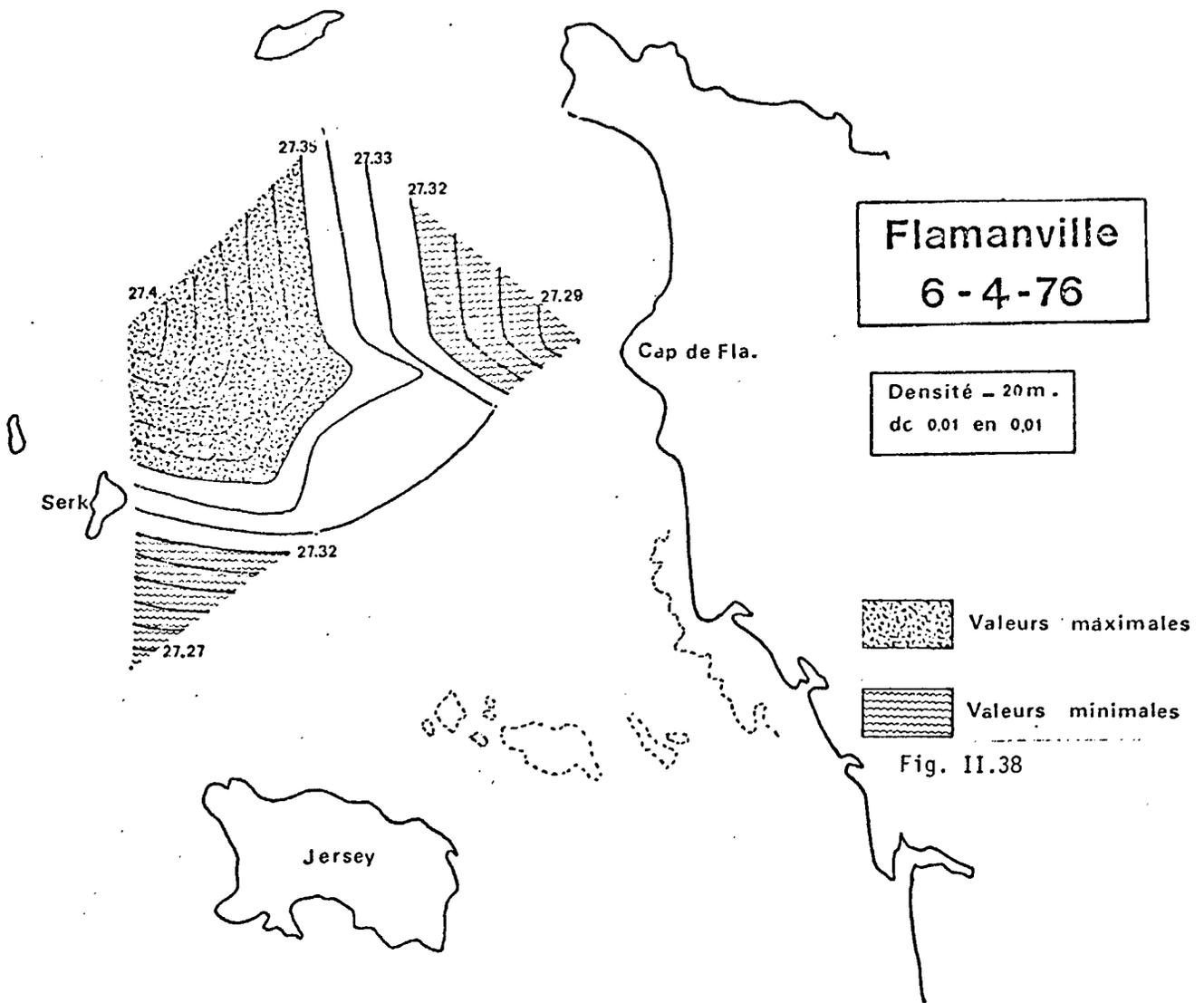


Fig. II.37



Pendant l'année d'études, les précipitations semblent avoir assez peu d'influence sur la salinité de la zone étudiée (pourtant côtière). La tendance "atlantique" paraît donc l'emporter sur l'effet que pourrait avoir l'arrivée d'eau continentale par écoulement le long de l'estran. Ces arrivées sont sans doute à l'origine des variations locales et ponctuelles rencontrées lors de certaines campagnes, mais sans abaisser de façon sensible la moyenne générale de la salinité ; celle-ci reste de l'ordre de celle relevée à ROSCOFF.

Dans ces conditions, l'augmentation de la concentration en sels nutritifs en automne ne semble pas dépendre uniquement d'apports pluvieux et terrestres. Sans négliger une croissance du stock par non consommation (phytoplancton rare), on peut envisager également l'arrivée de masses d'eau du large plus profonde et plus chargées en éléments nutritifs, provenant de mouvements de convection liés au refroidissement des eaux de surface.

Il n'a pas été toujours possible de respecter les dates de sorties théoriques fixées en fonction du coefficient de marée. Celui-ci varie de 41 à 94 (cf. Tableau II.1 et Figure II.42 où toutes les campagnes "lourdes" et intermédiaires sont reliées par un trait plein et seulement les campagnes "lourdes" par un trait pointillé). Rappelons que la force des courants de marée est liée au coefficient ; on peut donc s'attendre à ce que les variations de certains paramètres correspondent à celles du coefficient comme les matières en suspension (cf. Rapport d'études premier cycle de PALUEL) et son corrélaire, la profondeur de disparition du disque de Secchi. Les données sont peu nombreuses pour l'un ou l'autre de ces paramètres : absentes pour les matières en suspension lors des premières missions, et incomplètes pour le disque de Secchi (fig. II.40) ; cependant, il semble qu'une relation inverse existe entre les coefficients de marée et le disque pour les campagnes hivernales (de F.4 à F.9). Pour les autres campagnes (F.10 à F.12 en particulier), il se peut que le développement du phytoplancton intervienne.

3.2 - Différences observées entre Do et les stations de la radiale.

Ces différences s'illustrent en partie par la représentation du diagramme T.S. Sur la figure II.41 s'inscrivent les valeurs moyennes de température et de salinité pour le point B et le point Do. Le décalage noté entre les deux diagrammes peut être précisé par la figure II.39 qui met en évidence :

Fig. II.39

Station Do

FLAMANVILLE
JUILLET 76



Disque de Secchi

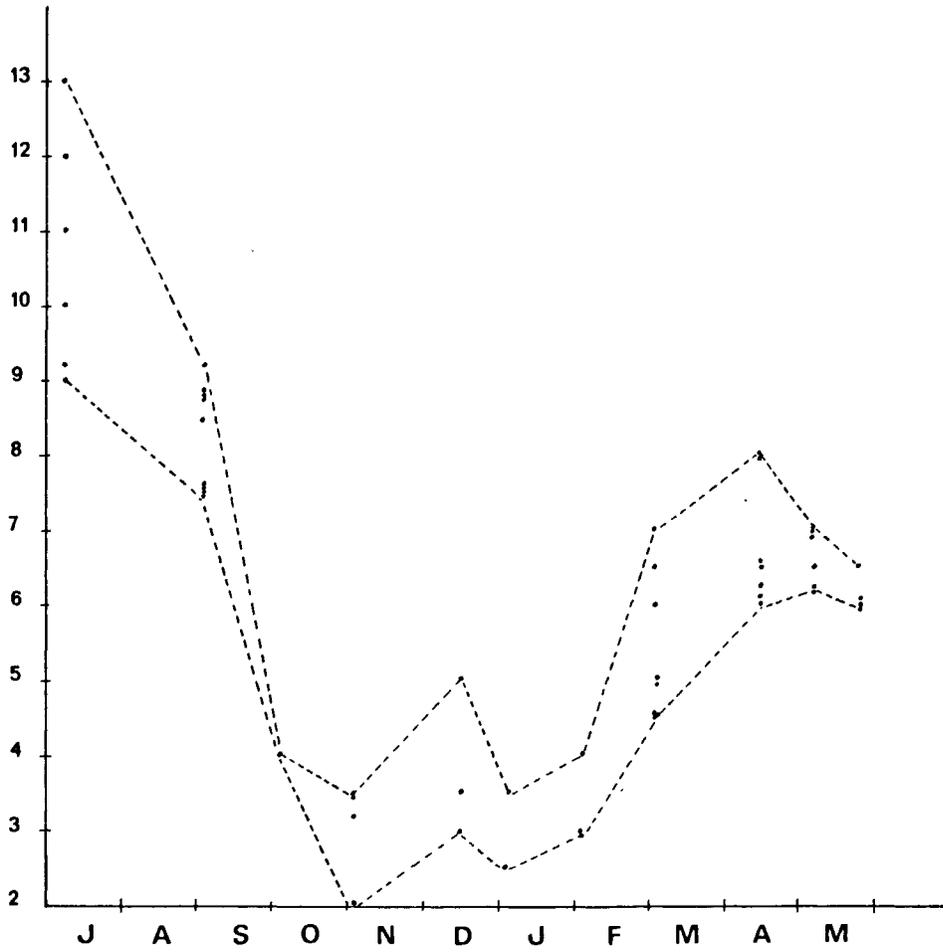
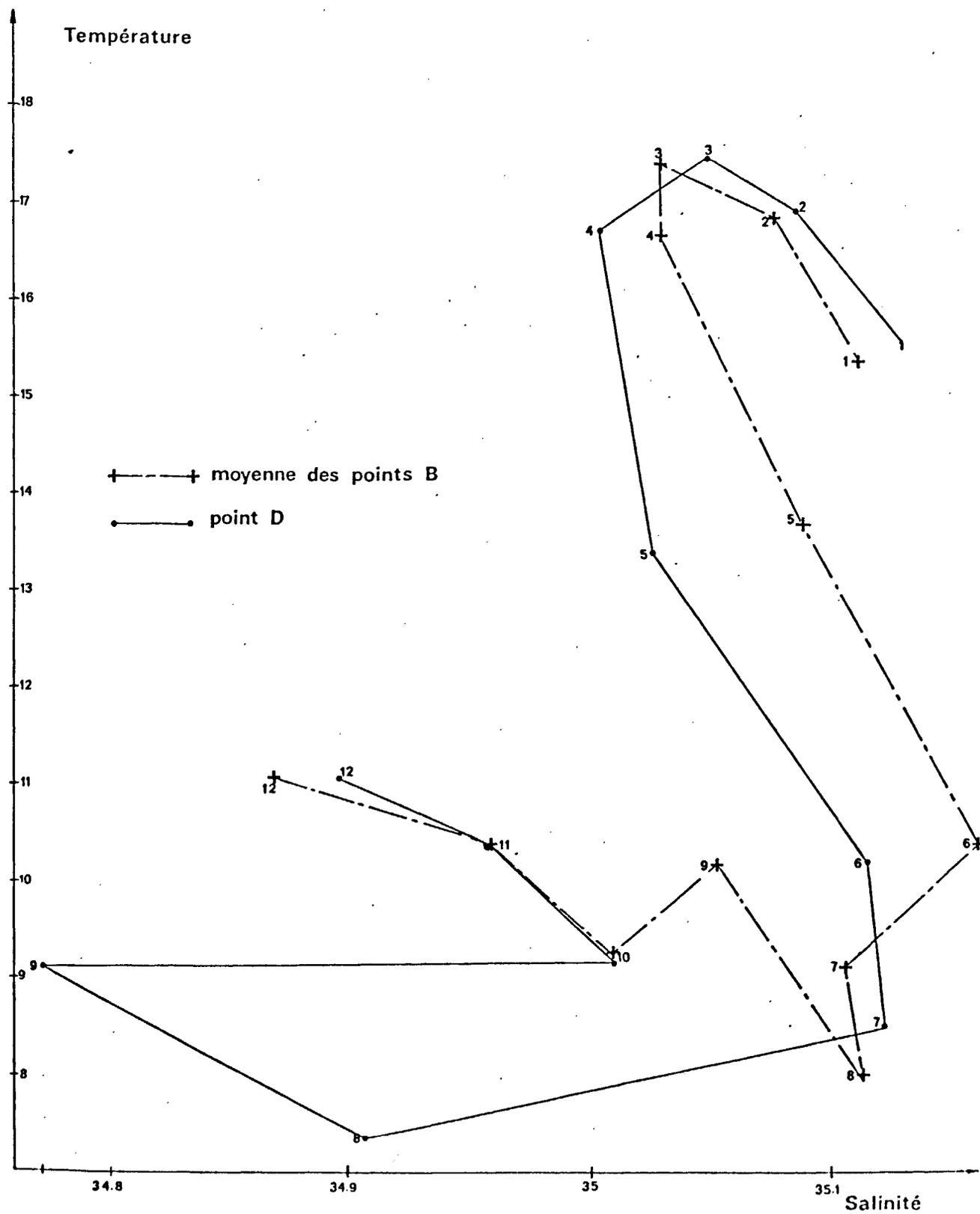
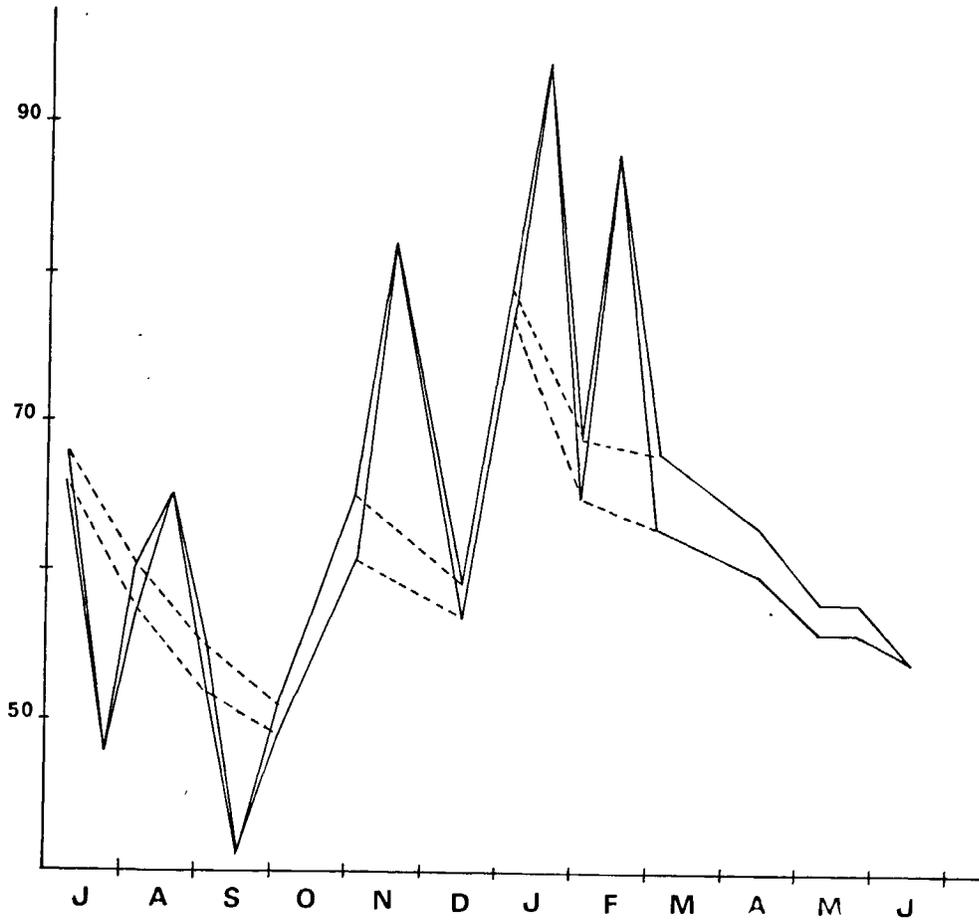


Fig. II.41



Coefficients de marée pendant les campagnes



- Les températures relevées en D sont parmi les plus élevées des campagnes estivales telles que F1, F3, F4, F10 et F11.
- Mais elles sont les plus froides des campagnes hivernales comme F5 à F9.
- d'autre part, la station D se distingue très nettement de l'ensemble des stations pour les campagnes F8 et F9 par une salinité particulièrement basse.

Ces observations tendraient à prouver la tendance plus côtière de la station "hors-zone" par rapport aux trois stations de la radiale, bien qu'elle soit située à une distance de la côte comparable à celle du point B (médiante de la radiale). L'interprétation de ces faits est assez malaisé : la constance des prélèvements en Do par rapport à la marée entraîne l'échantillonnage régulier d'une même masse d'eau venant du Sud à chaque campagne. En ce point, la vitesse du courant n'est pas suffisante (de 0,5 à 1,0 m/s. à PM selon les coefficients) pour permettre à cette masse d'eau d'atteindre la radiale (distante de 10-11 km) où sont échantillonnées des eaux provenant du Nord ou du Nord-Ouest.

4) Conclusion

L'hydrologie du site de FLAMANVILLE présente les caractères suivants :

- fort brassage vertical entraînant une homogénéisation des valeurs sur la colonne d'eau.
- importantes amplitude de variation pendant un cycle de marée pour de nombreux paramètres rendant peu significatives les variations observées d'une campagne à l'autre.
- non reproductibilité de ces variations liées au cycle de marée (courant de marée influencés par les régimes de vent).
- influence atlantique dominant l'influence côtière potentielle (salinité = $35,0\text{‰}$ $\pm 0,1\text{‰}$, $t = 9-10^{\circ}\text{C}$).

Enfin, il faut noter le fait dominant de la période été 1976-été 1977 qui est la remarquable sécheresse sévissant d'avril 1976 à début septembre 1976, et se traduisant par l'absence de précipitations, une forte insolation et une température élevée. Il faut donc attendre la deuxième année d'études, débutant par un été normal, pour préciser les variations estivales et automnales.

C - MICROBIOLOGIE

1) Prélèvements

Afin de prendre connaissance des données techniques du problème à résoudre, un ingénieur du laboratoire a participé à la première sortie le 3 octobre 1976, puis il a été convenu que le personnel scientifique du CNEXO effectuerait les prélèvements à l'aide du matériel approprié, renouvelé à chaque fois.

Outre 1 flacon stérile de 250 ml et 1 flacon stérile de 1 litre, emballés dans du papier sulfurisé avant stérilisation et protégés de l'humidité par des sachets en plastique après stérilisation, le matériel à prélèvements comporte par ailleurs :

- 1 panier lesté destiné à contenir les flacons de 250 ml.
- 1 panier lesté destiné à contenir les flacons de 1 litre.
- 1 chaînette avec mousqueton de fixation, servant en même temps au verrouillage du panier, pour que la bouteille ne flotte pas au moment de l'immersion.
- 1 cordelette également munie d'un mousqueton, permettant par traction, de déboucher le flacon de prélèvements à la profondeur choisie. A cette fin, est fourni à chaque fois, un nombre suffisant de bouchons de liège munis d'un anneau, stérilisés dans des emballages de papier sulfurisé, et contenus dans des flacons étanches. Ce dispositif de débouchage commandé est le plus simple qui soit, mais une expérimentation antérieure minutieuse de tous les matériels connus et des échanges de points de vue avec d'autres utilisateurs, nous ont convaincus qu'il fallait absolument éviter les matériels coûteux (car les risques de perte par grosse mer sont loin d'être négligeables), lourds (pour des raisons de sécurité pour les usagers penchés sur le bord du bateau, mais aussi parce qu'il est alors plus difficile de se tenir éloigné de la coque, à moins de disposer d'une potence appropriée), fragiles et sujets à pannes et détériorations diverses plus ou moins difficiles à stériliser.

La préoccupation dominante est de toujours revenir avec le ou les prélèvements désirés, effectués dans de bonnes conditions d'aseptie et ceci même aux dépens de l'élégance.

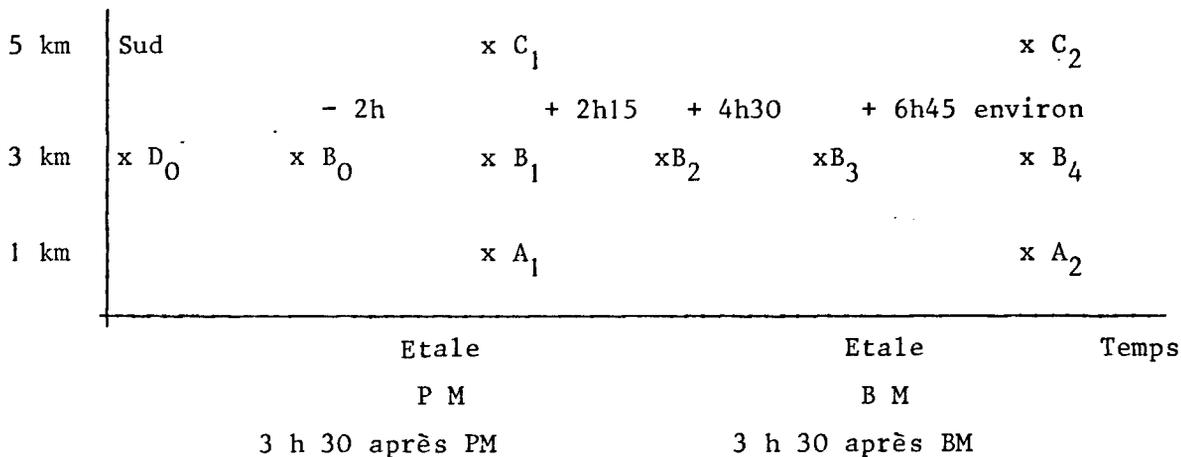
Un flacon d'alcool à brûler permet au manipulateur de se désinfecter les mains et de désinfecter le matériel (panier, chaînette, cordelette et même bouchon en cas de nécessité, puisque l'alcool perd toute action antiseptique, même à long terme lorsqu'il est très dilué).

Les prélèvements sont transportés à Caen en coffre glacière.

Toutefois, le délai qui s'écoule entre le prélèvement et l'analyse est assez long, et cela fait courir des risques certains de modifications. Ainsi le prélèvement effectué le 10 mai 1977 à 4 H 30 n'est arrivé au port de Carteret que vers 17 h 30 et au laboratoire vers 19 h 30. Il n'a pu être traité que le lendemain dans la matinée et en ce qui concerne le dénombrement des germes en épifluorescence, compte tenu de la nécessité d'effectuer les ultimes filtrations du colorant et du liquide de rinçage au dernier moment, les examens microscopiques n'ont pu être effectués qu'à 11 h 30 du matin, soit 31 heures après le prélèvement.

Par rapport à des prélèvements ayant pu être traités plus rapidement, la proportion de germes colorables en vert ou en orange a pu changer grandement.

Le plan d'échantillonnage est le suivant :



2) Analyses

Les méthodes d'analyses à employer ont été communiquées par Monsieur DELATTRE, Directeur du Laboratoire de Microbiologie Marine, au CERTIA à LILLE. Le laboratoire de Rouen a reçu les mêmes informations et les résultats analytiques obtenus par ces 3 laboratoires peuvent donc être comparés entre eux.

2.1 - Germes totaux sur milieu de ZOBELL - OPPENHEIMER modifié (suppression du glucose).

Composition :

- Peptone (Pastone)	5 g
- Extrait de levures	0,1 g
- Phosphate ferrique	0,1 g
- Agar Pasteur A	15 g
- Eau distillée	250 ml

- Eau de mer "vieillie" 750 ml
(il s'agit d'eaux de mer de provenance diverse, filtrées, rassemblées et conservées à l'obscurité à l'abri de la lumière une quinzaine de jours).
- pH final 7,6
- Stérilisation 20 minutes à 120° C.

Après étalement de 0,1 ml d'échantillon par plaque de gélose, à raison de 5 boîtes par échantillon, incubation à 20° C. pendant 10 jours en surveillant les boîtes à partir du 4ème jour.

Les nombres de germes cultivant dans ces conditions sont faibles, et leurs variations ne répondent à aucune loi apparente, si ce n'est toutefois que le point "hors zone" (Do) présente un nombre de germes significativement plus élevé que les autres :

- Moyennes des Do = 441 germes cultivant par ml (moyenne de 7 valeurs)
- Moyenne des autres points = 158 (moyenne de 38 valeurs).

Le contrôle effectué dans le port de Carteret a, bien entendu, été écarté de cette moyenne.

Certaines séries sont entièrement faibles, d'autres uniformément plus riches en germes cultivant sur gélose de Zobell, sans que des facteurs saisonniers semblent pouvoir être invoqués. Ceci confirme l'opinion dont M. DELATTRE nous a fait part, en octobre 1976.

Ces colonies obtenues sur boîtes sont essentiellement des Bacillus type Subtilis qui, vu leur faible nombre, présentent peu d'intérêts.

2.2 - Germes fluorescents par coloration à l'acridine orange

L'examen consiste à dénombrer sous un microscope équipé en épifluorescence (microscope ORTHOPLAN Wild-Leitz) les cellules microbiennes recueillies par filtration d'un volume connu d'eau de mer sur membrane noire de porosité 0,45 μ et colorées à l'aide d'une solution diluée d'acridine orange. Ce colorant est spécifique de l'acide nucléique des cellules. Si l'ADN est intact (cellules "vivantes"), l'acridine se fixe en faible quantité et le complexe fluorescent formé est vert. Si au contraire l'ADN est dégradé, le complexe fluorescent formé est rouge, et les cellules sont déclarées "mortes".

Mais il y a de nombreux cas intermédiaires (coloration jaunâtre, cellules de forme allongée à centre vert (spore ?) et extrémités oranges, etc... Il y a aussi dans une eau de mer filtrées une foule de particules fluorescentes dont certaines sont de taille infime, plus petites que des bactéries, d'autres de même taille que ces dernières, mais de forme semblant exclure l'hypothèse d'une cellule organisée, d'autres enfin nettement plus grosses, quelquefois constituées par des éléments planctoniques figurés très reconnaissables, mais bien plus souvent par de simples "débris" habituellement colorés en rouge. Dans cet ensemble, les bactéries ne constituent qu'un cas particulier, et vu la nécessité d'une exploration rapide de tout le champ (ou de la moitié du champ lorsque les nombres sont trop élevés, en raison de la vitesse d'extinction de la fluorescence), il n'est pas possible de se poser autant de cas de conscience que de points lumineux. De ce fait, un facteur individuel considérable intervient, et si c'est habituellement le même chef de laboratoire qui fait tous les examens microscopiques de cette nature, il y a cependant des exceptions et ce n'est en tous cas pas le même qu'à Rouen ou à Lille.

Par ailleurs, si nous sommes parvenus à une bonne maîtrise du problème du dépoussiérage et de l'élimination des corps microbiens dans le matériel et dans le colorant utilisés, grâce à un lavage immédiat de tout le matériel à l'eau elle-même dépoussiérée et à son séchage aussitôt après utilisation, et grâce à des filtrations répétées des liquides (colorant, eau de rinçage) sur membrane de porosité $0,20\mu$ immédiatement avant leur emploi (résultats désastreux sans cette précaution, même en les conservant en réfrigérateur), il n'en reste pas moins un nombre appréciable de germes dénombrables sur les membranes témoins, l'une faite au début de la série de filtrations, l'autre à la fin.

Ces membranes sont simplement colorées 5 minutes à l'aide de 5 ml de solution au 1/10.000 ème d'acridine orange (au lieu de 15 ml au 1/30.000ème préconisés par Monsieur DELATTRE parce que nous nous sommes aperçus que moins on utilisait de volume de solution de colorant, moins on introduisait de contamination de base). Elles présentent au microscope 0 à 8 germes verts et un peu moins de germes oranges par champ, mais plus du tout de débris. De ce fait, leur dénombrement est facilement exact, alors que sur les membranes ayant servi à la filtration d'eaux de mer, la nécessité de juger très vite ce qui doit être considéré comme bactéries parmi des débris divers, amène certainement à une sous-estimation du nombre de bactéries. La meilleure preuve en est que pour compter les germes de 20 champs par membrane, en deux directions croisées, nous comptons les verts

d'abord dans une première direction, les rouges d'abord dans l'autre direction, et que le rapport entre les nombres de germes de ces deux couleurs est nettement différent dans ces deux séries.

Enfin, le temps qui s'écoule entre les prélèvements et les analyses, surtout tant que nous n'aurons pas reçu l'équipement pour examen en épifluorescence au laboratoire, et que nous serons tributaires des heures et jours d'accessibilité au microscope Orthoplan du Service de virologie du Centre Hospitalier Universitaire, temps qui peut, nous l'avons vu au début de ce rapport, dépasser 24 heures, fausse certainement dans de grandes proportions le pourcentage de germes prenant l'une ou l'autre coloration. Ce problème sera bientôt résolu, et les examens toujours effectués le soir même. En attendant, nous avons été obligés de renoncer à ce dénombrement au microscope, lorsque les échantillons étaient débarqués à Carteret le vendredi soir.

Actuellement, les résultats obtenus sont les suivants :

- Moyenne dans 1 ml pour toute la campagne (à l'exception du prélèvement témoin dans le port de Carteret).

. Germes colorés en verts dits "vivants"	= 104.749
ou en éliminant la série qui semble aberrante du 24 mai 1977	= 31.089
. Germes colorés en rouge dits "morts"	= 10.890
ou en éliminant la série du 24 mai 1977	= 11.318

Il n'apparaît pas de différences significatives d'une saison à l'autre, les nombres les plus élevés de germes colorables en vert par exemple étant rencontrés en décembre, mai, juin.

Mais nous considérons l'exploitation des résultats de ces dénombrements de germes "morts" et "vivants" comme extrêmement aléatoire dans l'état actuel de la question, et avons proposé lors de la réunion du 17 mai dernier au siège de l'E.D.F. à Paris une réunion de concertation à ce sujet entre laboratoires intervenants. Cette réunion devrait avoir lieu rapidement si l'on veut tirer davantage de profit de la deuxième année d'expérimentation, déjà engagée.

2.3 - Dénombrement des germes sulfato-réducteurs

Nous avons adopté le milieu de ZOBELL (1951) indiqué par J. BRISOU (microbiologie du milieu marin), mais nous avons été amenés peu à peu à le géloser davantage (8 g. par litre au lieu de 3) car nous avons constaté qu'à 3 g/litre, nous obtenions des colonies noires uniquement au fond, donc il y avait une sédimentation trop importante avant prise de la gélose, et cela rendait la lecture difficile. Dans les premières séries, les tubes apparaissaient comme positifs ou négatifs, sans dénombrement possible. Mais comme les tubes positifs étaient en minorité, ils ont été considérés comme ne contenant chacun qu'une seule colonie de germes sulfato-réducteurs.

La composition du milieu utilisé est la suivante :

Lactate de calcium	3,5 g
Néopeptone Difco	1,0 g
Extraits de levures	1,0 g
Acide ascorbique	0,1 g
Mg SO ₄	0,2 g
KH ₂ PO ₄	0,2 g
Sel de Mohr	0,1 g
Gélose	8 g
Eau de mer filtrée, vieillie	750 ml
Eau distillée	250 ml

Le pH de ce milieu est initialement 5,9. Nous l'amenons à 8,2 à la soude. Nous le filtrons avant de le répartir à raison de 9 ml par tube de 140x14, et de le stériliser 20' à 120° C.

Jusqu'ici le nombre de colonies de germes sulfato-réducteurs trouvé est excessivement faible, et pour la 2ème campagne, au lieu d'ensemencer 5 tubes avec 1 ml et de donner le résultat dans 5 ml (généralement 0, quelquefois 1, 2 ou 3, exceptionnellement 50), nous ensemençons 7 tubes avec 1,4 ml ce qui permet de sensibiliser la méthode et de donner un nombre de germes dans 10 ml d'eau de mer.

Les résultats obtenus ne permettent pas de faire apparaître de différences significatives entre les 3 distances de prélèvements et le point "hors influence", ni entre les saisons.

2.4 - Recherche de Vibrio parahaemolyticus dans 1 litre d'eau par enrichissement.

L'enrichissement joue à deux niveaux :

Le litre d'eau de mer est filtré stérilement sur membrane de porosité $0,45\mu$ et un grattage de la membrane à l'anse de platine permet un isolement direct du sédiment (visuellement très faible) obtenu. Cela correspond à un transport de germes bien supérieur à l'inoculation de 1 ml d'eau de mer.

La membrane portant encore la plus grande partie du sédiment est alors placée dans un tube de milieu liquide.

Le milieu utilisé, tant liquide pour l'enrichissement que gélosé pour l'isolement direct ou pour l'isolement après enrichissement est le milieu d'Akiyama et Colle, de formule suivante :

Extrait de viande de boeuf	5 g
Tryptone	10 g
Na CL	30 g
Saccharose	10 g
Teepol	2 ml
Bleu de bromothymol	0,08 g
Eau distillée	1 l
(gélose)	(15 g)

pH final 7,8

Répartition en tubes

Stérilisations 20 minutes à 115°

Le milieu marin qu'il nous est donné d'étudier est très peu soumis aux contaminations telluriques. De ce fait, il n'est pas étonnant que nous n'ayons jamais rencontré de *Vibrio parahaemolyticus*. Par contre, nous avons trouvé une fois *Vibrio alginolyticus* (et une autre fois dans le port de Carteret). Nous avons testé la méthode avec succès avec des eaux du bord ou des coquillages où les *Vibrio alginolyticus* sont beaucoup plus fréquents.

3) Conclusion

L'étude à laquelle notre laboratoire a été appelé à participer à partir d'octobre 1976, selon le contrat N° 76/5343 passé avec le Centre Océanologique de Bretagne, a nécessité quelques mises au point et rencontré quelques difficultés :

Au début, et lorsque les échantillons étaient collectés le vendredi, le dénombrement des germes fluorescents par colorations à l'acridine n'a pu être effectué. Plusieurs tournées ont été annulées ou les prélèvements non effectués.

Dans les premiers mois, la méthode de culture des germes sulfato-réducteurs a dû être améliorée.

De tout cela, il résulte qu'il n'est pas possible de considérer que l'étude ait valablement porté sur une année complète. La deuxième année, déjà engagée, doit permettre d'opérer sur des bases scientifiquement plus sûres, surtout si une nouvelle concertation dont nous formons le vœu est suscitée dans les plus brefs délais entre les laboratoires concernés.

Deux catégories de germes se sont révélés peu abondants ou absents : germes sulfato-réducteurs et *Vibrio halophiles*. Ce constat n'en a pas moins d'intérêt par son caractère à peu près négatif.

Les germes aérobies mésophiles cultivables sur Zobell-Oppenheimer sont peu abondants, et les moyennes font apparaître que le point Do en est plus riche, sans que nous puissions en formuler la raison. Il sera intéressant de vérifier si cette différence se confirme. Par contre, une plus grande abondance dans le port de Carteret est normale.

Seuls les nombres de germes colorables à l'acridine sont élevés, et sur une période plus longue, des lois apparaîtront peut-être quant à leur répartition dans l'espace, dans le temps ou entre ceux qui sont supposés "vivants" et "morts". Sur ce dernier point, une accélération des délais d'analyse permettra une meilleure approche de la réalité.

Mais les examens microscopiques font nettement apparaître que les bactéries ne représentent qu'une faible partie de la biomasse du milieu, et que bien des particules risquent d'être comptées pour des bactéries, sans en être. Du fait du facteur de multiplication très important pour passer de 20 champs microscopiques à l'immersion à 1 ml d'eau de mer, ces erreurs deviennent très importantes en valeur absolue. D'autres procédés utilisant par exemple les ressources de la biochimie, pourraient être envisagés pour compléter l'appréciation de

l'activité biologique de l'eau de mer.

Dans toute comparaison avec les résultats actuels, postérieurement à la mise en service de la centrale nucléaire de Flamanville, il nous semble qu'il conviendra de tenir compte du fait que les différentes catégories de germes sont recherchées dans le film superficiel (- 1 m) d'une eau qui, si elle est en mouvement de translation constant (courants, marée) n'est pas forcément l'objet d'un mélange entre les différents niveaux. Or, lorsqu'elle sera pompée, réchauffée et rejetée, de l'eau du fond se retrouvera en surface avec les germes qu'elle contient peut-être en proportions différentes. Nous pensons notamment que le nombre de germes sulfato-réducteurs pourrait ainsi se trouver augmenté dans le film superficiel, du simple fait du brassage.

Nous avons pensé prématuré de donner la physionomie bactériologique de chacun des points de prélèvements séparément, afin d'effectuer des comparaisons entre eux et d'en observer ultérieurement les modifications éventuelles. Une telle étude pourrait avoir beaucoup plus d'intérêt au terme de la deuxième campagne.

ANALYSES BACTERIOLOGIQUES DE L'EAU DE MER

SUR LE SITE DE FLAMANVILLE (Manche)

Points de prélèvements

Sur la radiale au droit du site E.D.F. (à l'Est du sémaphore de Flamanville) :

à 1 km de la côte : A1 - Coordonnées DECCA : D(rouge)=17,80 - A(vert)=16,10 - C(violet)=74,40
 à 3 km " B1 - " " " 16,40 " 46,40 " 73,60
 à 5 km " C1 - " " " 15,00 " 47,50 " 72,20

(A1, B1, C1 à l'étale de pleine mer)

à 3 km hors zone (en dehors de la tache thermique présumée)

Do - Coordonnées DECCA : E(rouge)= 8,00 - B(vert)=30,60 - C(violet)=70,40

Bo, B2, B3 suivi du point B en station de marée ;

A2, B4, C2 mêmes coordonnées que A, B, C à l'étale de basse-mer.

N° d'analyse Date de prélèvement	Point de prélèvement	Heure	NOMBRE PAR ml D'EAU DES :			GERMES SULFATO- REDUCTEURS par 10 ml *	Vibrio parahaemolyticus dans 1 ml par enrichis- sement
			GERMES AEROBIES Totaux	GERMES FLUORESCENTS A L'ACRIDINE			
				germes (vert)	germes (rouges)		
232.875	A1	6 H 30	206			2	absence
3.10.1976	B1	7 H 30	49			0	absence**
	C1	8 H 25	121			0	absence
233.675	Bo	8 H 30	310			100	absence
3.11.1976	B3	12 H 30	793			6	absence
	C1	9 H 30	770			6	absence
	C2	15 H 50	700			4	absence
234.137	B	10 H 40	277			0	absence
19.11.1976							
16.12.1976	B1	5 H 30	88	114.000	5.000	4	absence
	B4	11 H 50	78			2	absence
05.01.1977	A1	10 H 20	20	11.250	1.800	0	absence
	Bo	9 H 25	12	6.300	10.125	0	absence
	B1	10 H 50	25	3.825	3.825	0	absence
	C1	11 H 35	25	11.700	5.175	0	absence
	Do	8 H 30	22	8.775	5.400	0	absence
21.01.1977	B	16 H 20	164	5.000	2.925	2	absence
02.02.1977	B1	10 H 05	98	19.800	9.405	2	absence
	B4	15 H 40	78	19.890	4.960	0	absence
	Do	07 H 45	298	24.390	6.210	4	absence
236.626	B	16 H 40	28	8.010	990	0	absence
17.02.1977							

* Jusqu'au 2 février 1977, la recherche des germes sulfato-réducteurs n'a été faite que dans 5 ml et par suite les "0" correspondent à une absence dans ce volume.

** mais présence de Vibrio alginolyticus.

N° d'analyse Date de prélèvement	Point de prélèvement	Heure	NOMBRE PAR ml D'EAU DES :			GERMES SULFATO- REDUCTEURS par 10 ml	Vibrio parahaemoly- ticus dans 1 ml par enrichis- sement
			GERMES AEROBIES	GERMES FLUORESCENTS A L'ACRIDINE			
				Totaux	Germe (vert)		
237.039 04.03.77	B1 B4 Do	9 h 35 15 H 05 07. II 45	70 30 84	7.065 5.850 4.860	1.863 1.080 450	0 0 0	absence absence absence
238.841 10.05.77	B1 B4 Do	04 H 30 10 H 50 02 H 30	122 104 240	70.650 48.600 1.000	31.500 2.812 8.505	0 2 1	absence absence absence
24.05.77	B1 B2 B4	15 H 15 17 H 40 9 H 30	50 2 6	508.726 738.328 687.680	10.692 1.688 -	0 0 0	absence absence absence
239.927 16.06.77	B	16 H 20	34	24.221	54.570	1	absence
240.349 30.06.77	B1 B5 Do	10 H 40 17 H 05 8 H 25	62 80 244	70.681 72.932 116.151	6.753 30.388 4.052	0 0 3	absence absence absence
241.062 29.07.77	A1 A2 B1 B2 B4 C1 C2 Do	12 H 00 16 H 35 10 H 40 14 H 20 17 H 20 11 H 30 18 H 00 8 H 45	154 200 218 160 156 248 142 812			0 0 0 0 0 0 0 0	absence absence absence absence absence absence absence absence
241.458 11.08.77	B Port de Carteret (prélève- ment témoin)	16 H 20 18 H 00	18 1552	29.025 150.975	51.300 113.850	0 4	absence absence**
241.764 26.08.77	Bo B3 Do	9 H 30 16 H 00 7 H 30	146 86 1288			7 5 7	absence absence absence

** Mais présence de Vibrio alginolyticus

Remarque : les deux dernières sorties sont des sorties de rattrapage non prévues au planning initial.

D - PHYTOPLANCTON - PRODUCTION PRIMAIRE

Les paramètres retenus pour l'étude du phytoplancton et de la production primaire pélagique sont de deux sortes :

a) Quantitatif :

avec une estimation de la biomasse pigmentaire comprenant les calculs de concentration en chlorophylle a et en phéophytine a, cette dernière étant le pigment de dégradation de la chlorophylle a. Le rapport chlorophylle a, chlorophylle a + phéophytine a permet de déterminer l'importance de la chlorophylle dite active et donc, d'apprécier l'état physiologique des populations :

- un comptage du nombre de cellules appartenant au microplancton et au nanoplancton
- des mesures de la vitesse d'assimilation de carbone pour l'élaboration de la matière organique par les organismes autotrophes photosynthétiques.

b) Qualitatif :

avec une détermination des espèces de microplancton à partir de laquelle est calculée la diversité des populations par l'équitabilité (dérivant de la formule de Shannon-Weaver).

1) Matériel et méthodes (Annexe)

2) Résultats (listings en Annexe)

L'étude des populations phytoplanctoniques permet de distinguer 108 taxons assemblés en plusieurs groupes comme les Bacillariophycées (ou Diatomées), les Dinophycées (ou Dinoflagellés), les Silicoflagellés, les Haptophycées, les Chlorophycées, les Cyanophycées, les Eugléniens (cf. liste des espèces p.66-67). Certains organismes tels les microflagellés de taille variable d'environ 5 μm sont groupés sous le terme de "nanoplancton". Ce terme est injustement employé si l'on suit la définition de JACQUES (1970) qui considère le nanoplancton comme l'ensemble des "flagellés" (autotrophes) qui, par leurs dimensions, font partie du "nanoplancton" sens. strict. DUSSART (1965), dimensions allant de 2 à 20 μm . Le nanoplancton considéré ici est essentiellement constitué de Cryptophycées et comprend également l'Haptophycée *Phaeocystis* sp. observé lors de la campagne F12 (fin mai).

BACILLARIOPHYCEAE (81 taxons)

<i>Actinocyclus</i> sp.	<i>Chaetoceros sociale</i>	<i>Nitzschia longissima</i>
<i>Actinoptychus senarius</i>	<i>Chaetoceros subtile</i>	<i>Nitzschia seriata</i>
<i>Asterionella japonica</i>	<i>Chaetoceros teres</i>	<i>Nitzschia</i> sp.1
<i>Asterionella kariana</i>	<i>Chaetoceros</i> sp.1	<i>Nitzschia</i> sp.
<i>Asteromphalus</i> sp.	<i>Chaetoceros</i> sp.2	<i>Paralia sulcata</i>
<i>Bacillaria paxillifer</i>	<i>Chaetoceros</i> sp.3	<i>Plagiogramma</i> sp.
<i>Bacillaria</i> sp.	<i>Chaetoceros</i> sp.	<i>Pleurosigma</i> sp.
<i>Biddulphia alternans</i>	<i>Corethron criophilum</i>	<i>Podosira stelliger</i>
<i>Biddulphia aurita</i>	<i>Corethron</i> sp.	<i>Rhizosolenia alata</i> f. <i>alata</i>
<i>Biddulphia pulchella</i>	<i>Coscinodiscus radiatus</i>	<i>Rhizosolenia delicatula</i>
<i>Biddulphia regia</i>	<i>Coscinodiscus</i> sp.	<i>Rhizosolenia faerøensis</i>
<i>Biddulphia sinensis</i>	<i>Coscinosira polychorda</i>	<i>Rhizosolenia fragillissima</i>
<i>Carataulina pelagica</i>	<i>Diploneis</i> sp.	<i>Rhizosolenia setigera</i>
<i>Chaetoceros affine</i>	<i>Ditylum brightwellii</i>	<i>Rhizosolenia shrubsolei</i>
<i>Chaetoceros compressum</i>	<i>Eucampia zodiacus</i>	<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>
<i>Chaetoceros crinitum</i>	<i>Fragilaria</i> sp.	<i>Skeletonema costatum</i>
<i>Chaetoceros curvisetum</i>	<i>Grammatophora oceanica</i>	<i>Stauroneis membranacea</i>
<i>Chaetoceros danicum</i>	<i>Guinardia flaccida</i>	<i>Streptotheca tamensis</i>
<i>Chaetoceros debile</i>	<i>Gyrosigma</i> sp.	<i>Surirella</i> sp.
<i>Chaetoceros decipiens</i>	<i>Lauderia borealis</i>	<i>Thalassionema nitzschioïdes</i>
<i>Chaetoceros densum</i>	<i>Leptocylindrus danicus</i>	<i>Thalassiosira decipiens</i>
<i>Chaetoceros didymum</i>	<i>Leptocylindrus minimus</i>	<i>Thalassiosira gravita</i>
<i>Chaetoceros gracile</i>	<i>Limnophora</i> sp.	<i>Thalassiosira levanderi</i>
<i>Chaetoceros perpusillum</i>	<i>Navicula pelagica</i>	<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>
<i>Chaetoceros rigidum</i>	<i>Navicula</i> sp.	<i>Thalassiosira rotula</i>
<i>Chaetoceros simile</i>	<i>Nitzschia closterium</i>	<i>Thalassiosira subtilis</i>
<i>Chaetoceros simplex</i>	<i>Nitzschia delicatissima</i>	<i>Thalassiosira</i> sp.

DINOPHYCEAE (18 taxons)

Ceratium lineatum
Dinophysis acuta
Dinoflagellées indéterminés
Exuviella sp.
Gymnodinium fusus
Gymnodinium lohmanni
Gymnodinium splendens
Gymnodinium sp.
Gyrodinium sp.
Minuscula bipes
Peridinium brevipes
Peridinium cerasus
Peridinium claudicans
Peridinium ovatum
Peridinium sp.
Prorocentrum gracile
Prorocentrum micans
Pyrocystis lunula

SILICOFLAGELLATEAE

Dictyocha speculum
Ebria sp.

HAPTOPHYCEAE

Phaeocystis sp.

CHLOROPHYCEAE

Scenedesmus quadricauda
Scenedesmus sp.

CHRYSOPHYCEAE

Chrysophyceae indéterminée
Trochischia sp.

EUGLENINEAE

CYANOPHYCEAE

Cellules indéterminées

Parmi les Diatomées (81 taxons) certaines posent quelques problèmes d'identification, notamment les cellules en chaînes qui, par l'agitation des échantillons (selon la méthode d'Utermöhl), se trouvent séparées comme les genres :

- *Thalassiosira* (dont la taille des cellules varie suivant l'état physiologique)
- *Fragilaria* sp., *Navicula pelagica* et *Plagiogramma* sp. cellules souvent malaisées à distinguer les unes des autres, et regroupées sous le terme de "chaînes".
- *Chaetoceros*, aux soies très fragiles, qui supportent mal la fixation au lugol.

Lors des analyses systématiques, certaines espèces n'ont pu être identifiées, aucune description n'ayant été retrouvée dans la littérature consultée ; les espèces rencontrées lors des différentes campagnes ont donc été dénommées *Chaetoceros* sp.1, *Chaetoceros* sp2, *Chaetoceros* sp3, *Nitzschia* sp1 (cf. Fig. II.43 quelques espèces non déterminées). Les Dinoflagellés représentent en moyenne 0,5% de l'ensemble du microplancton et leur détermination jusqu'au niveau spécifique est souvent difficile.

2.1 - Variations spatiales

Si certains paramètres physico-chimiques présentent un gradient de valeurs de la côte vers le large, il n'en est pas de même pour les paramètres phytopélagiques. En effet, aucune répartition spatiale cohérente n'a été relevée que ce soit quantitativement (concentration en pigments photosynthétiques, production primaire potentielle, nombre de cellules de microplancton) ou qualitativement (variations des espèces).

L'homogénéisation verticale des valeurs physico-chimiques se retrouve en biologie. Le brassage hydrodynamique est suffisant pour empêcher une stratification du phytoplancton par rapport à la couche euphotique ; les organismes photosynthétiques ont sensiblement la même productivité potentielle sur toute la colonne d'eau (voir tableau II.3).

2.2 - Variations temporelles

A) Variations sur un cycle de marée

Là encore, les fluctuations parfois importantes observées sur un cycle de marée ne paraissent pas reproductibles d'une campagne à l'autre : les maxima de chlorophylle peuvent se rencontrer à tout moment de la marée (fig. II.44 et II.45). Les maxima de concentration en cellules phytoplanctoniques semblent être cependant notés assez souvent entre la renverse de flot et la basse mer (fig. II.46 et II.47).

TABLEAU II.3.

RESULTATS PRODUCTION PRIMAIRE (mgC/m3/h)

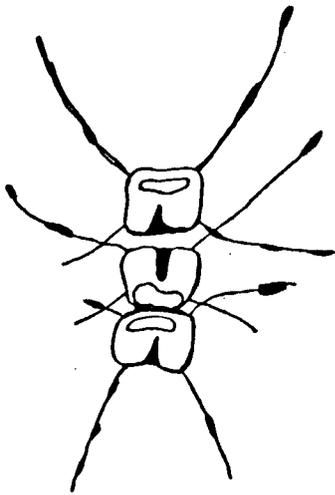
Campagnes	Lumière	Durée d'incubation	Prof.	Do	B1	B2	B4
F 1	N	4 heures	0 m.	0,10	0,88		0,93
			10 m.	0,43	0,19		0,81
			20 m.	0,23			0,76
F 2	N	4 h. pour Do et B1	0 m.	0,24	3,28		4,13
			10 m.	0,43	1,38		4,43
		2 h 30 pour B4	20 m.	0,54	1,89		3,44
F 6	A	4 h 15 pour Do	0 m.	0,98		2,96	
			10 m.	1,70		1,46	
		4 h pour B2	20 m.	2,48		2,39	
F 6	A	4 h pour Do et B1	0 m.	1,08	1,25		0,81
			10 m.	0,98	1,18		0,66
		2 h pour B4	20 m.	0,93	1,33		0,92
F 7	A	4 h	0 m.		0,80		
			10 m.				
			20 m.	0,50	0,91		
F 8	A	4 h	0 m.	1,84	1,28		
			10 m.	1,78	1,49		
			20 m.	2,28	1,72		
F 10	A	4 h	0 m.	7,62	7,56		1,10
			10 m.	7,13	5,69		1,09
			20 m.	7,67	7,03		1,21
F 12	A	4 h	0 m.	13,32	10,56		16,90
		filtration 13 h 30	10 m.	13,94	22,09		15,45
		après incubation	20 m.	19,54	13,16		14,80

N = Naturelle

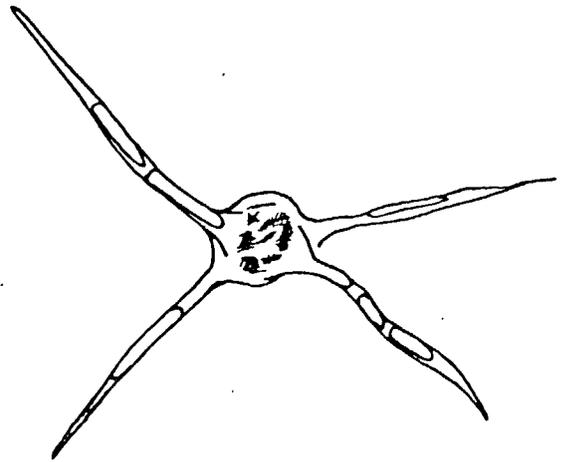
A = Artificielle

QUELQUES ESPECES NON DETERMINEES

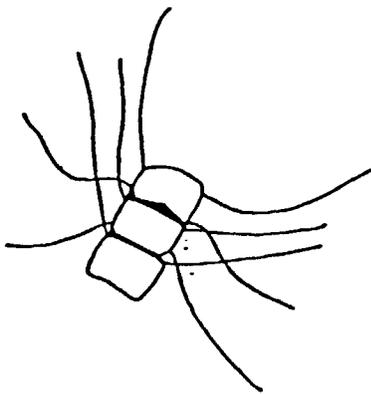
Fig.II.43



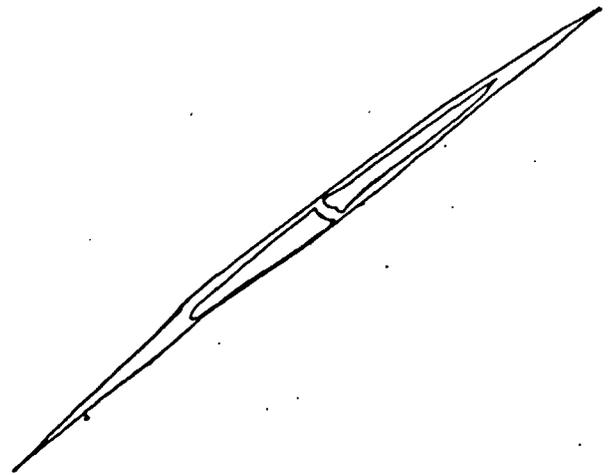
Chaetoceros sp. 1
($< 10\mu$)



Chaetoceros sp. 2
(corps cellulaire 10μ environ)
("soie" 20μ environ)



Chaetoceros sp. 3
 $\geq 5\mu$



Nitzschia sp. 1
(50μ)

Variations sur un cycle de marée

chlorophylle a ($\mu\text{g l}^{-1}$)

Fig. II.44

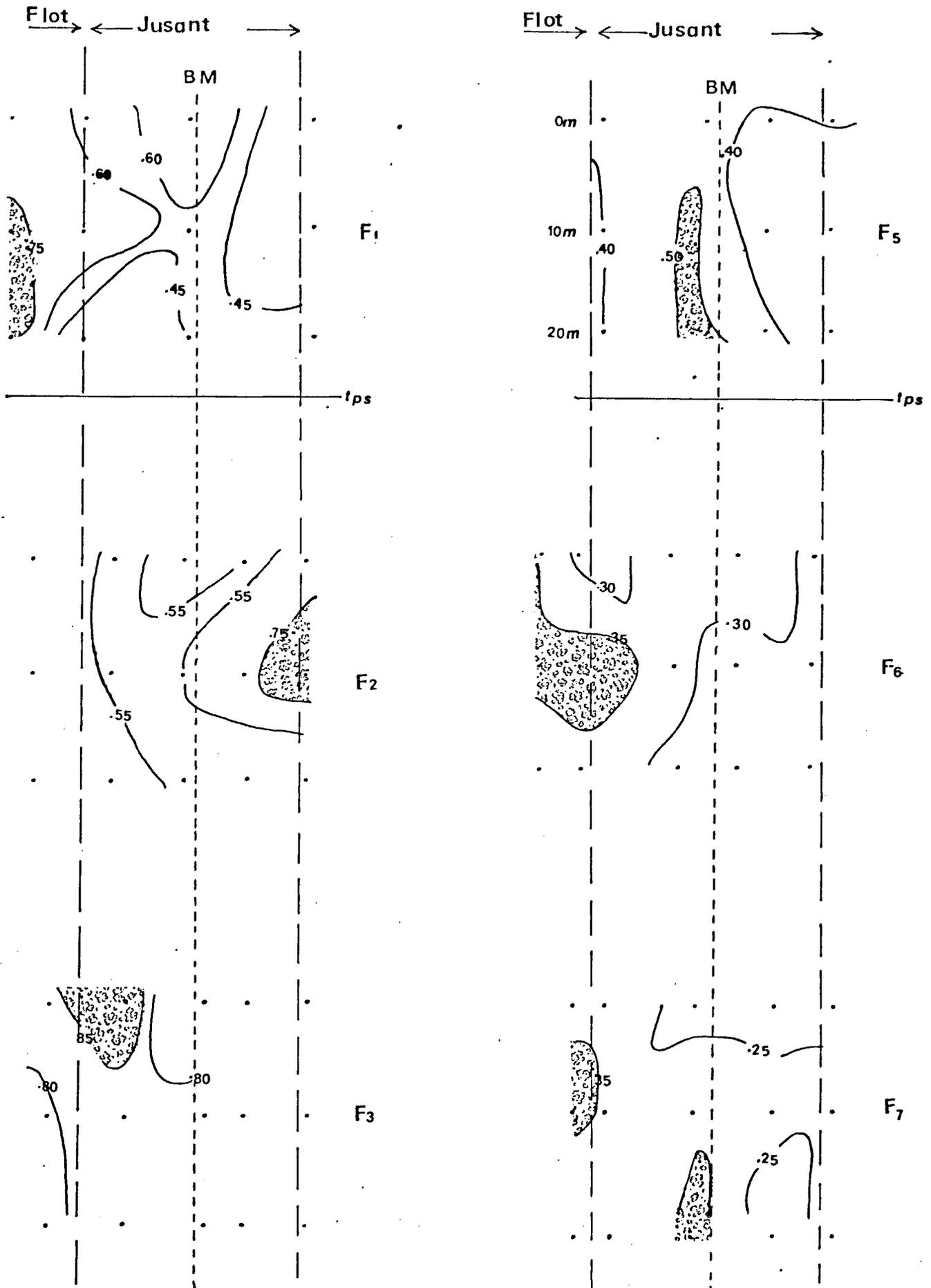
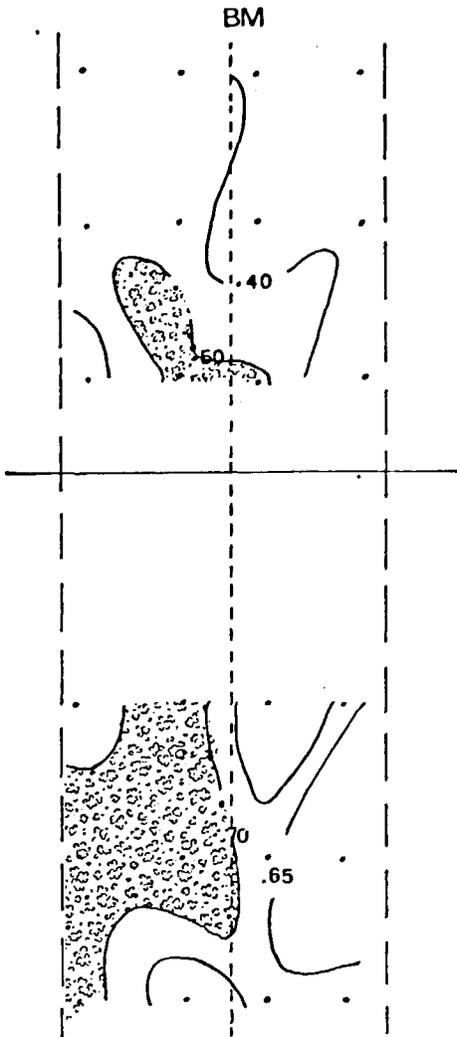


Fig. II.45

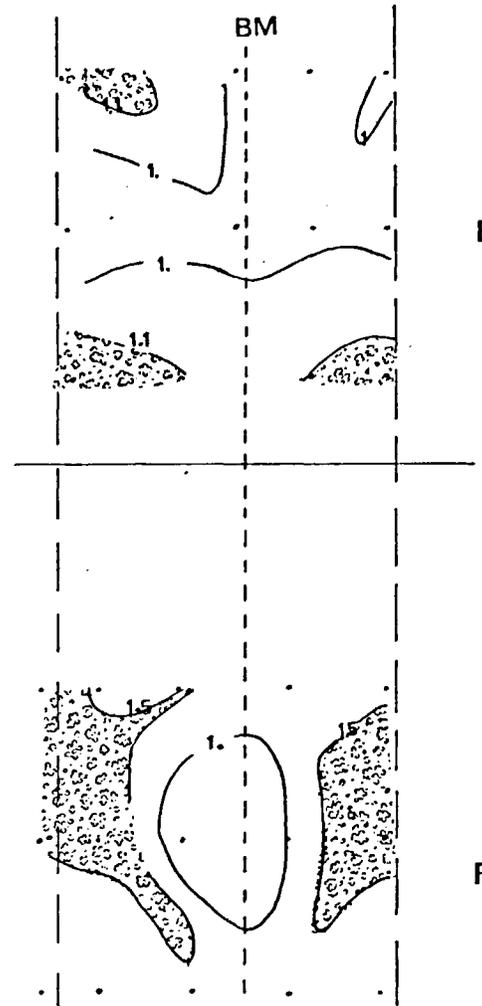
Flot ← Jusant →



F8

F9

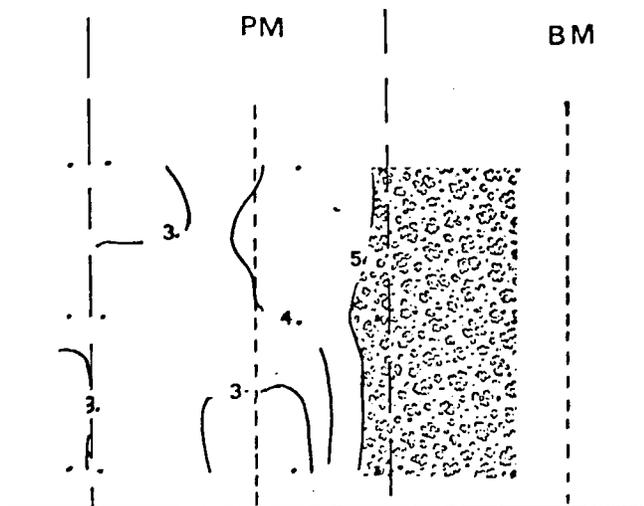
Flot ← Jusant →



F10

F11

→ ← Flot → ← Jusant



F12

Variations sur un cycle de marée

Fig.II.46

Phytoplancton

nombre de cellules par cm³

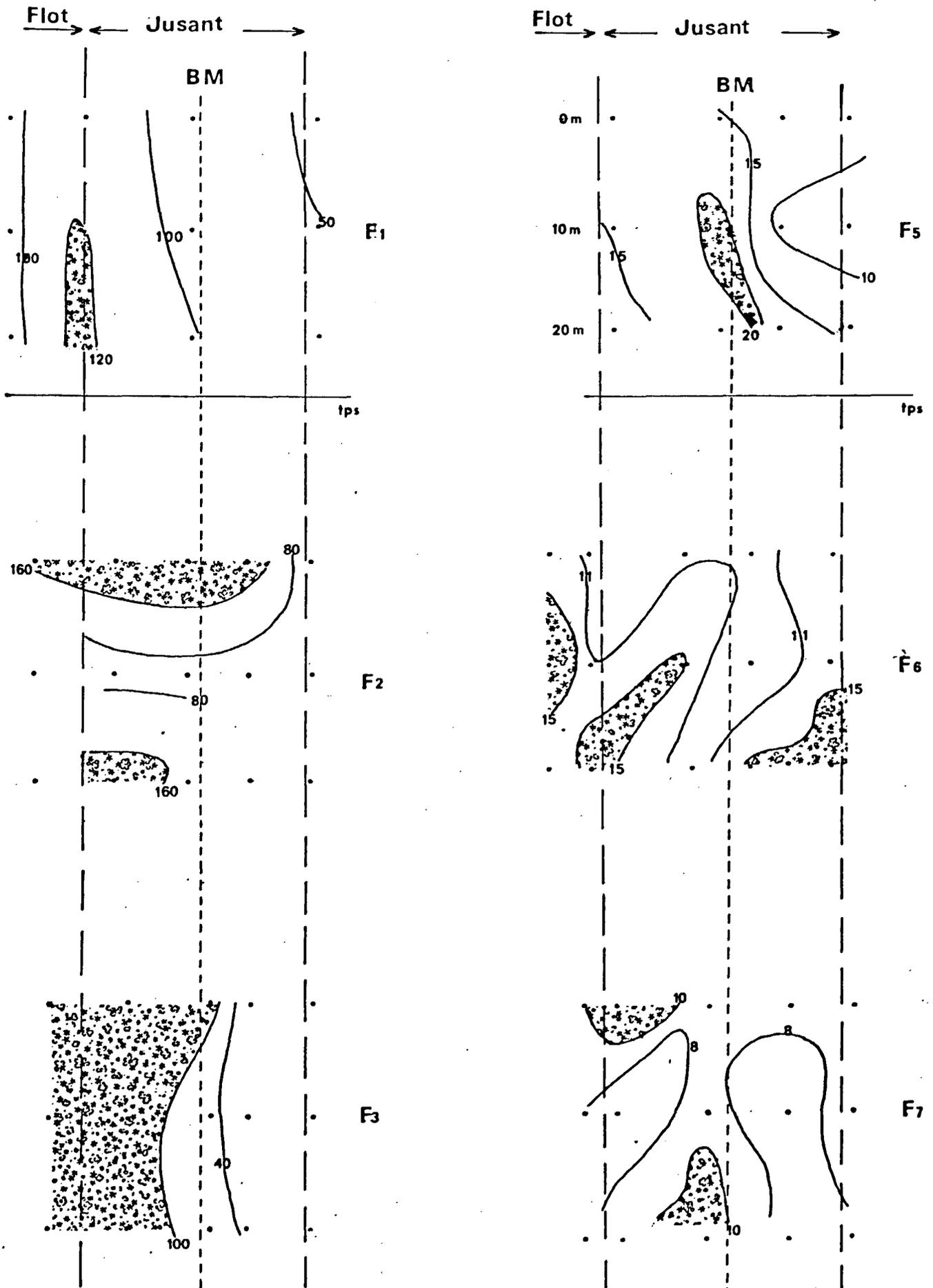
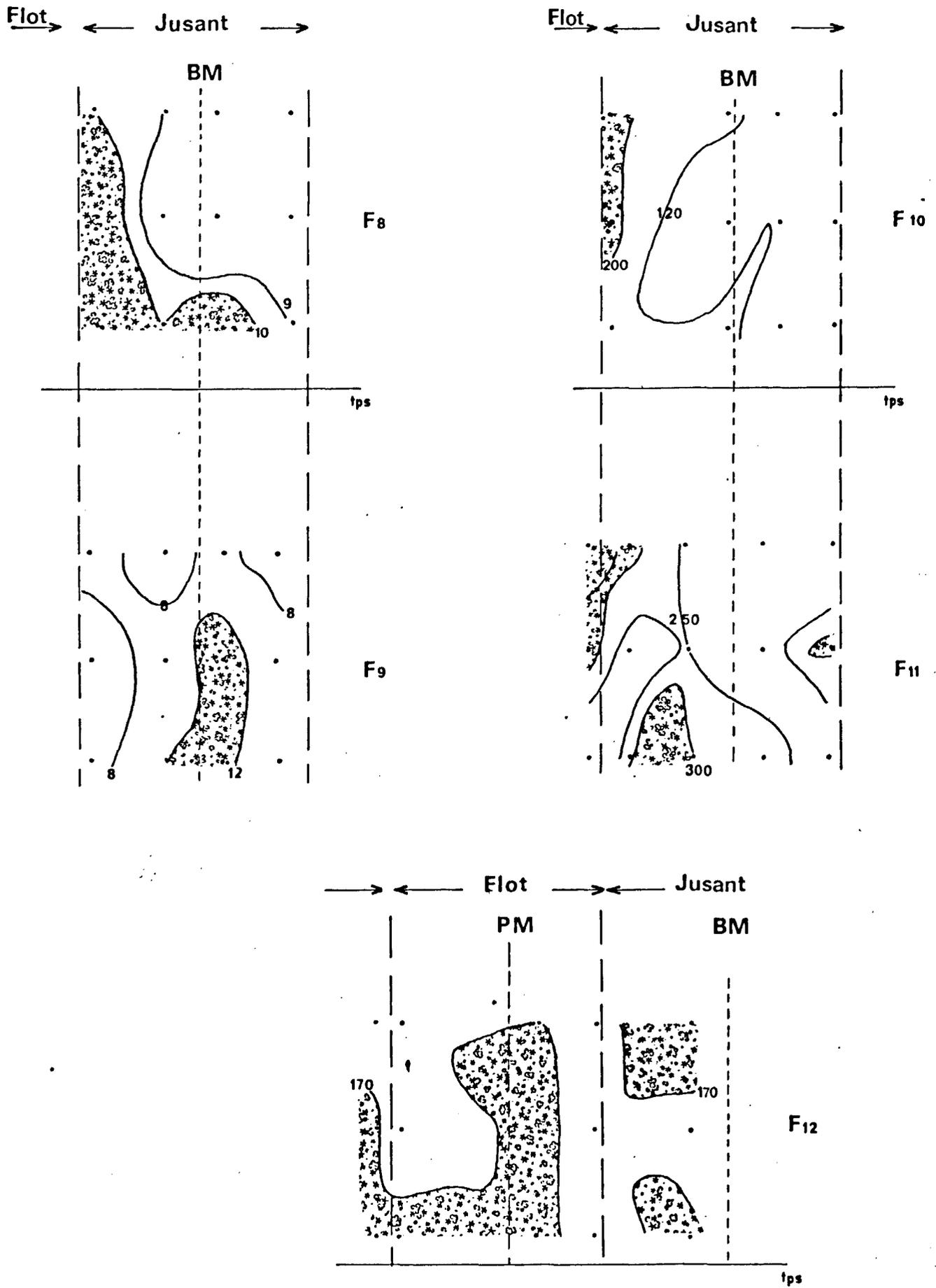


Fig. II.47



D'un point de vue qualitatif, d'importantes variations de dominance spécifique s'observent au point fixe au cours des campagnes. L'exemple pris pour la figure II. 48 est *Paralia sulcata* particulièrement abondant lors des campagnes F.5 à F.9 : ses variations ne présentent aucune constance tant pendant le cycle de marée que sur la colonne d'eau. Aucune des espèces étudiées ne se distingue de ce schéma.

B) Variations sur un cycle annuel

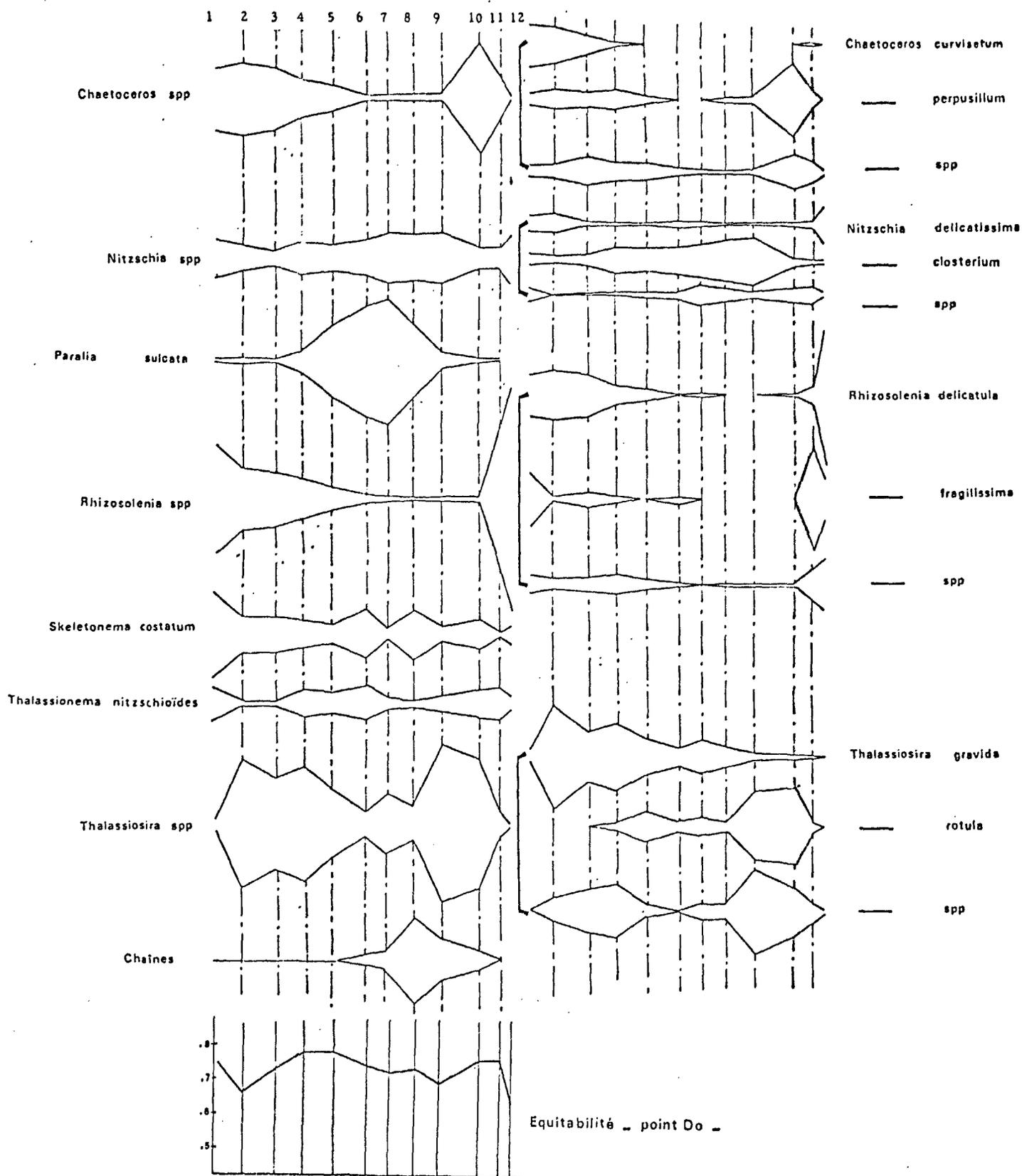
a/ Point_Do (Fig. II.49 à II.52).

D'un point de vue quantitatif, les valeurs moyennes des pigments chlorophylliens sont assez faibles sur toute l'année ($< 1 \mu\text{g/l.}$) avec deux maxima : en septembre et à partir d'avril (campagnes F10, F11 et F12), essentiellement de la chlorophylle a active (80 à 95% par rapport à l'ensemble des pigments chlorophylle a + pheophytine a). Les mois de décembre et janvier sont les plus pauvres en pigments. Les variations de la chlorophylle a suivent celles de la production primaire correspondant aux échantillons incubés de façon identique (en lumière artificielle pour les campagnes F5 à F8, F10 et F12) (Fig. II.52).

Les variations du nombre de cellules de microplancton sont plus nettes et délimitent trois périodes d'inégale richesse : F1 à F3 (140.000 cellules/litres), F4 à F9 (15.000 cellules/litre en moyenne) et F10 à F12 (autour de 200.000 cellules/litre). Le manque de données, actuellement pour le mois de juin 1977, ne permet pas de préciser si F1 à F3 et F10 à F12 correspondent à une même période (quantitativement) ou si on peut intercaler une phase de pauvreté relative.

D'un point de vue qualitatif également trois phases de succession de population peuvent être définies durant cette année d'études, correspondant au cycle saisonnier (Fig. II.53, Tableau II.4) :

- . Une période de juillet à septembre, dite d'été (F1, F2, F3) durant laquelle le nombre de cellules atteint 140.000/l. (F2), le genre *Rhizosolenia* y est le mieux représenté (31,6% en juillet). La poussée débute par l'espèce *Rh. fragillissima* (15,3%) supplantée à partir d'août par *Rh. delicatula* (14,3%).



SUCCESION DES POPULATIONS AU POINT D

Fig. II.53

7 DES ESPECES DOMINANTES PAR CAMPAGNE

	I	I'	II	II'	III	III'	IV	V	V'	VI	VII	VII'	VIII	VIII'	IX	X	XI	XII	XII'
<i>Chaetoceros curvisetum</i>	11		10,4		4,8		0,4	0		0	0		0		0	0	1,2	0	
<i>Chaetoceros perpusillum</i>	2,4		5,3		3,6		5,2	1,8		0	0		1,5		1,5	20,4	4,1	0	
<i>Chaetoceros spp.</i>	3,4		4,5		8,4		5	5		1,3	1,2		0,3		0,9	10,1	6	0,3	
<i>Nitzschia delicatissima</i>	3,9		4,9		0,4		1	0,3		2,3	1,2		0,6		0,5	0,8	0,9	10,9	
<i>Nitzschia closterium</i>	3,2		2,3		2,6		7,2	5,6		6,6	8,7		11,2		13	1,9	0,4	0,5	
<i>Nitzschia spp.</i>	3,9		0		0,8		0,8	1,2		1,7	5,8		1,4		0,6	4,4	5	0,7	
<i>Paralia sulcata</i>	1		0,5		0,5		5,3	2,1		32,4	36,7		20		4,5	0,7	0,3	0,7	
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	11,8		14,3		12		5,4	3,4		0	0,6		0		0	0,4	6	40,2	
<i>Rhizosolenia fragillissima</i>	15,3		1		3,9		1,5	0		1,9	0		0		0	0	30	11,8	
<i>Rhizosolenia spp.</i>	4,5		2,6		4,3		6,3	2,9		0,3	0		0,2		0,8	0,4	9,2	15,4	
<i>Skeletonema costatum</i>	25,4		9,6		9,6		8,2	4,8		13,9	2,5		14,3		3,9	7,7	0,6	4,6	
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	9,4		0,9		0,9		8,2	6,5		10,3	2,7		1,4		4,3	7,6	8,5	4,4	
<i>Thalassiosira gravita</i>	3,3		30,8		14,5		18,9	9,8		4,9	9,5		5,8		2,5	2,2	0,8	0	
<i>Thalassiosira rotula</i>	0		0		0		2	8,6		2,6	5,4		3		19	22,2	2,1	0	
<i>Thalassiosira spp.</i>	0		7,3		12,7		15,2	3		0	3,6		4,1		24,4	13,8	5,6	0,7	
"Chaînes"	0		0		0		0	0		3,1	4,9		25,2		11,3	5,9	0	0	
<i>Chaetoceros curvisetum</i>	6,6	1,8	7,7	2,9	4	2,4	0,5	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0,8	0	0
<i>Chaetoceros perpusillum</i>	2,8	0,2	1,7	0,5	4,5	0	5	1,5	0	0	0	0	0,7	0	1,1	11,4	1,1	0,1	0
<i>Chaetoceros spp.</i>	7,3	0,6	5,2	3,2	5,6	4,4	5,9	1,7	0	0,9	0,2	0	0,4	0,2	0,7	5,9	8	0,9	0
<i>Nitzschia delicatissima</i>	3	5,5	4,3	1,6	0,7	2,8	0,9	1,3	0	0,6	0,2	0	0,8	0	0,3	0,5	3,5	13,3	9,6
<i>Nitzschia closterium</i>	3,7	2,2	3,8	2	4	11,2	7,1	8,1	11,2	5,4	7,8	5,4	14,2	24,8	12,4	4,7	0,9	0,6	0,3
<i>Nitzschia spp.</i>	4,2	0,8	1,5	6,1	0,5	1,7	1,4	0,1	2	0,8	1,9	1,5	1,6	1,2	2,2	0,2	1,9	1	0,6
<i>Paralia sulcata</i>	0,9	0	0,4	0,2	1,9	3,1	4,9	32,1	23,2	39,6	43,8	67,1	20,1	21,2	5,6	0,3	0,5	0,5	0
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	12,5	7,8	14,7	40	10,9	4,5	3,1	2,2	0,2	0,1	0	0	0,1	0	0,1	0,5	5,6	40,9	58,5
<i>Rhizosolenia fragillissima</i>	16,8	21,2	3,2	9,6	2,9	2,2	2,4	0,1	0	0	0	0	0	0	0	0	27,8	6,3	1,2
<i>Rhizosolenia spp.</i>	4,2	1,6	1,7	13,6	2,3	5	1,8	1,6	3,7	1	0,6	0	0,2	0	0,5	0,4	8	19,7	24,6
<i>Skeletonema costatum</i>	21,7	48,3	11,1	7,5	18,5	9	10,5	6,8	11,6	5,7	2,3	0	8,7	2	7,1	10,1	1,9	3,9	0
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	10,4	8,7	1,3	2,4	2,3	3,1	6,3	6,8	4,4	6,2	2,6	0,7	1	1,2	4,4	11,1	9,6	3,2	0
<i>Thalassiosira gravita</i>	4,4	0,2	29,3	3,6	18,5	24,5	26,9	6,7	0	4,6	6,5	1,7	4,9	3,4	2,3	2	0,1	0,1	0
<i>Thalassiosira rotula</i>	0	0	0	0	0	1,5	1,9	4,4	11,1	2	4,6	5,4	4,3	5,4	19,1	18,3	2	0,3	0
<i>Thalassiosira spp.</i>	0	0	8,4	0,4	12,4	0	7,1	4,4	3,8	0,4	2	1	3,4	3,8	18,1	20,3	5,4	0,4	0
"Chaînes"	0	0	0,6	1,2	1,2	5,3	2	4,9	10,5	11,4	11,1	7	21	24,4	15,5	9,6	4,6	0,6	0

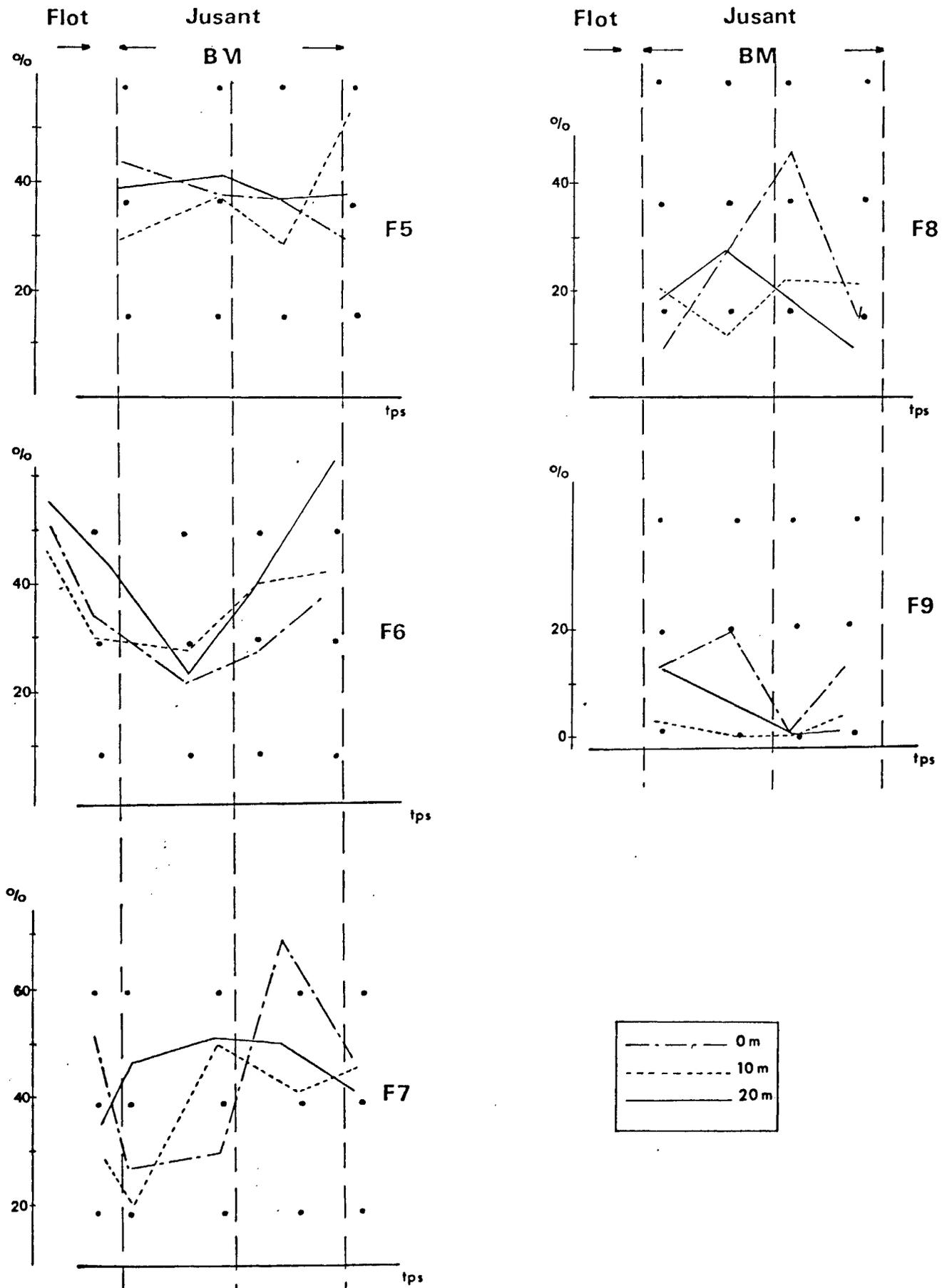
Point hors zone : Do

Point médian B

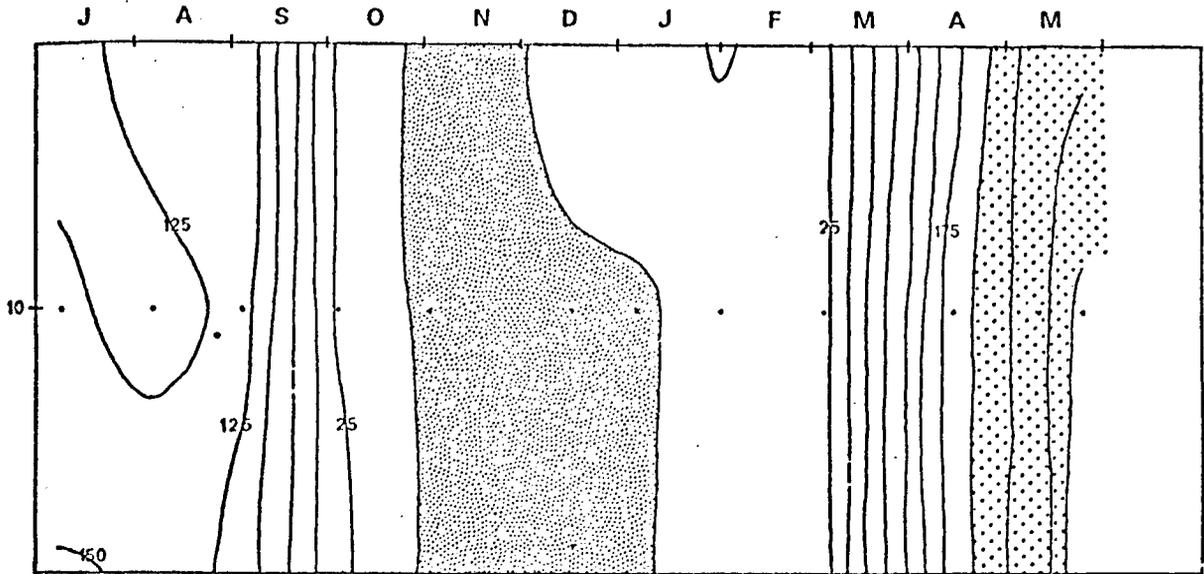
Tableau II.4

Variations sur un cycle de marée
‰ de dominance ; *Paralia sulcata*

Fig. II.48



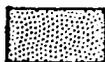
Phytoplancton - point Do

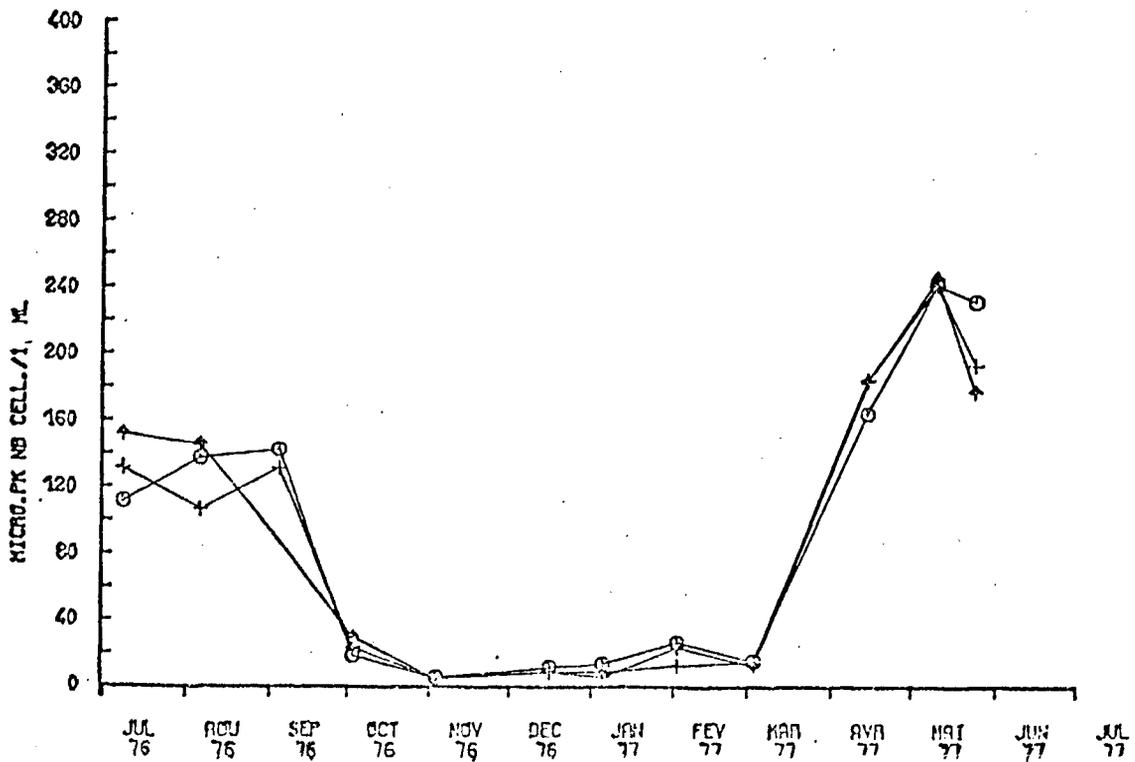


de 25 en 25 cellules par cc

Fig. II.49

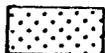
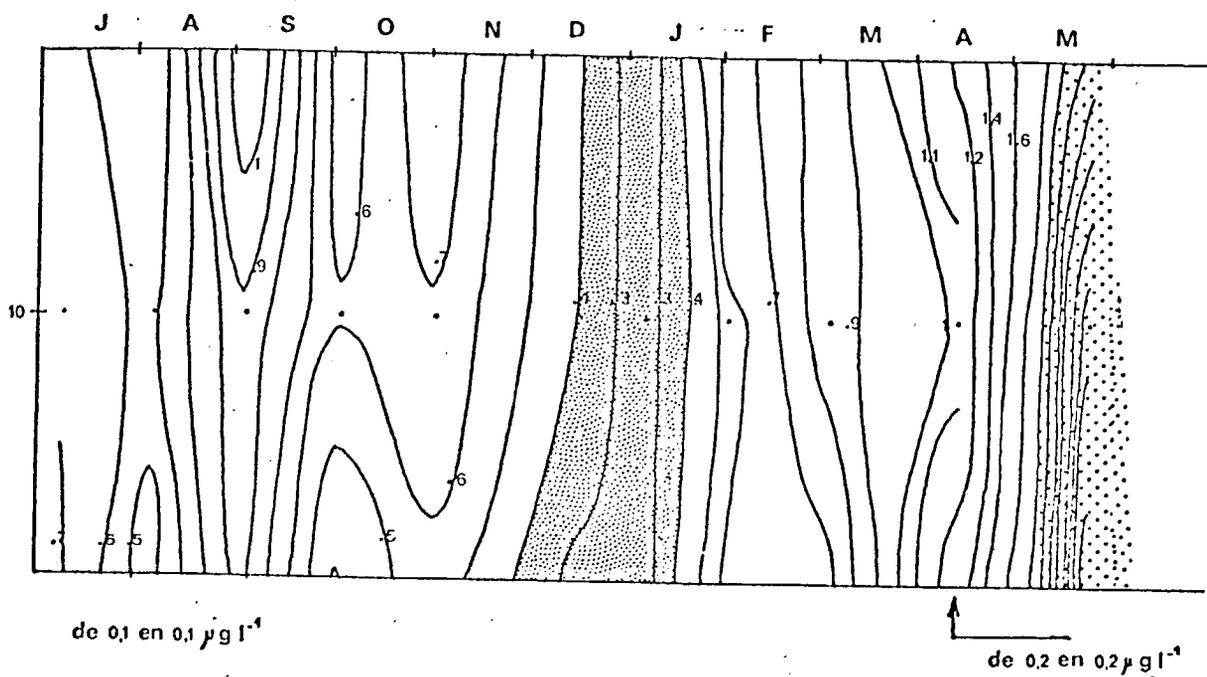
 supérieur à 200 cellules

 inférieur à 10 cellules

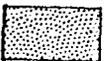


Chl a point Do

Fig. II.50



superieur à $2 \mu\text{g l}^{-1}$



inferieur à $0,4 \mu\text{g l}^{-1}$

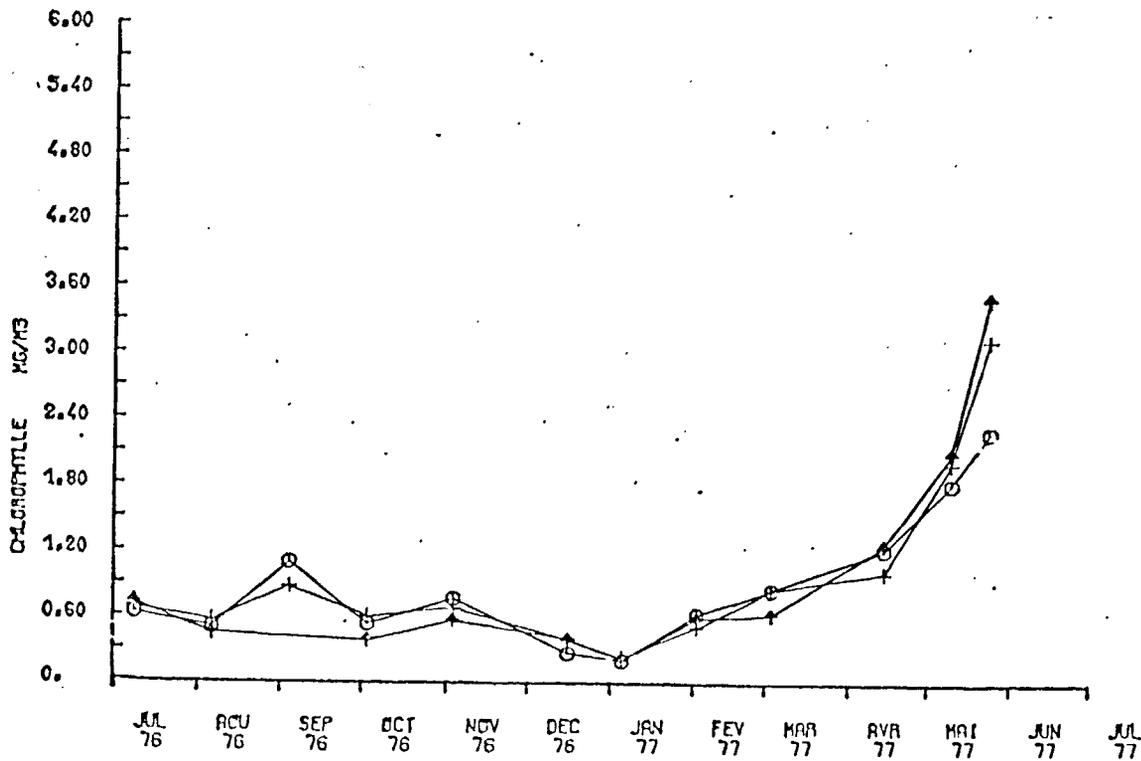


Fig. II. 51

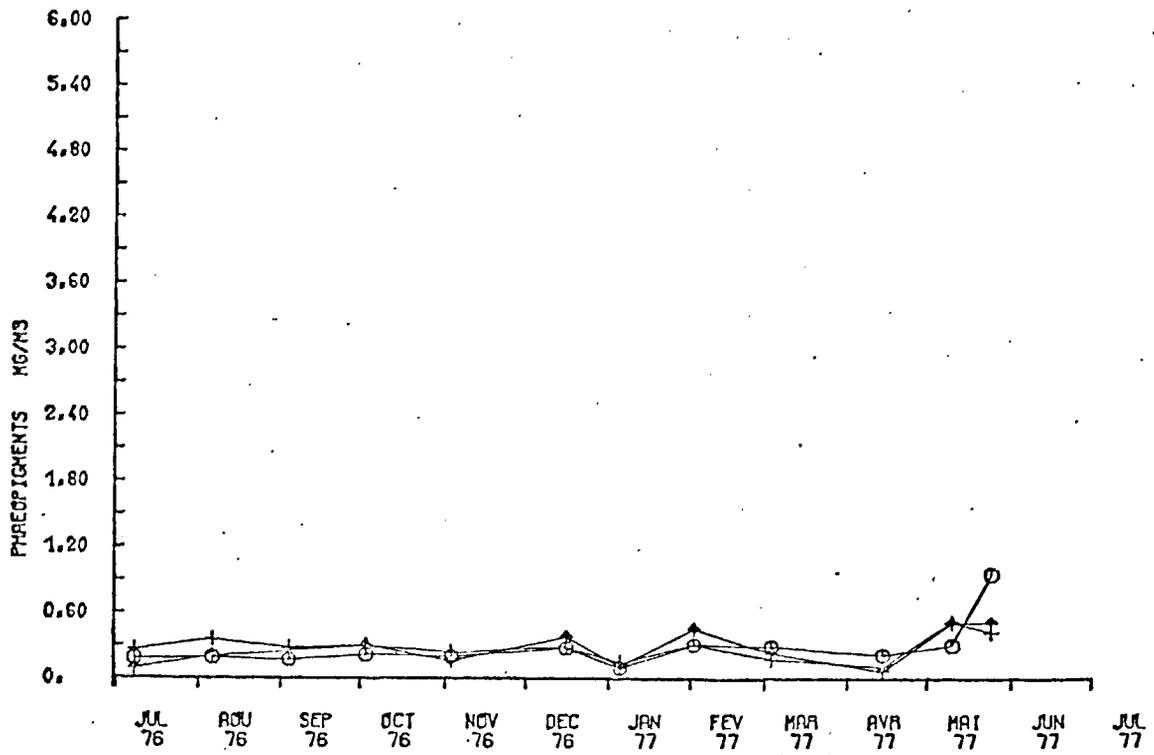
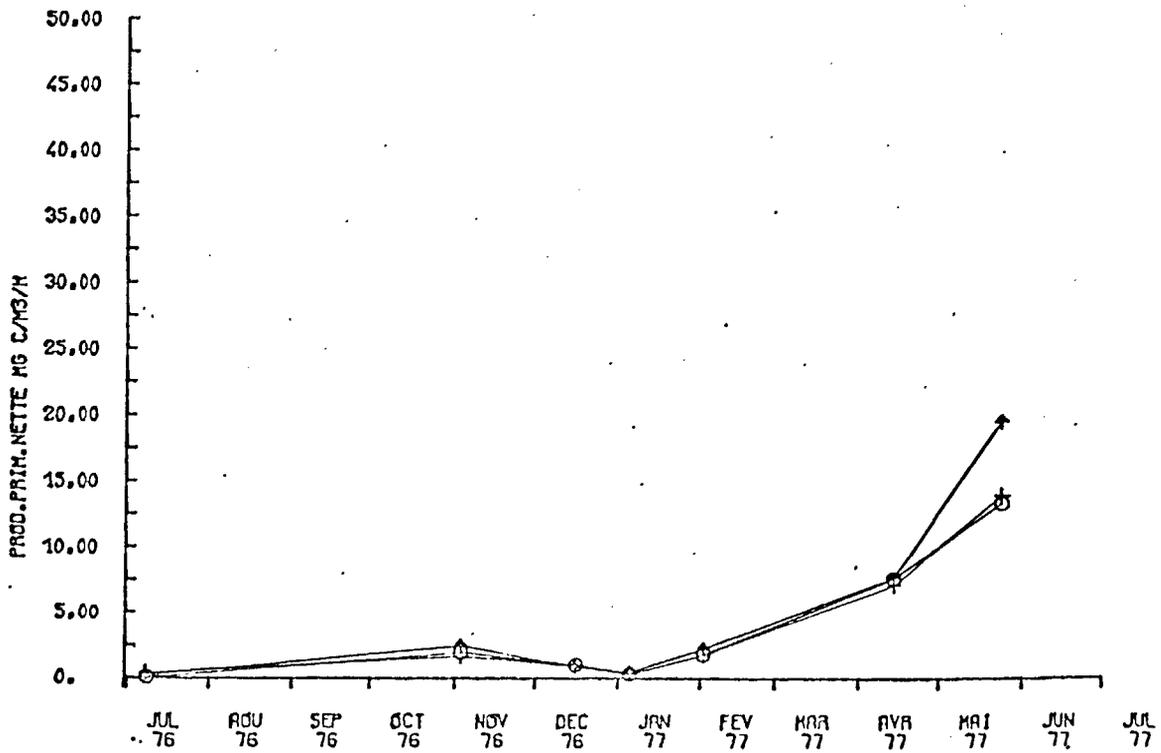


Fig. II. 52



Est également abondant le genre *Chaetoceros* composé essentiellement de *Ch. curvisetum*, *Ch. perpusillum* et *Ch. sociale* : 20% en août, mois où le genre *Thalassiosira* atteint aussi son maximum (38%). Ce dernier genre, avec pour espèce dominante *Th. gravida* est en partie à l'origine de la diminution de l'équitabilité (0,66 en août contre 0,75 en juillet).

Pour compléter cette population, signalons la présence de *Nitzschia delicatissima* représentant 4,9% du microplancton.

- . Une période d'octobre à février-mars (automne-hiver ; F4 à F9) de plus longue durée pendant laquelle le nombre de cellules ne dépasse pas 18.000/l.

Les valeurs des équitabilités (Fig. II.53) varient peu, la diversification est élevée en octobre (0,78) et diminue jusqu'en janvier (F7 : 0,72) où *Paralia sulcata* (espèce rare en été) atteint son maximum d'abondance de l'année. La rencontre de cette espèce tythropélagique concorde avec celle de Diatomées benthiques comme *Navicula* sp. (5%), *Navicula pelagica*, *Fragilaria* et *Plagiogramma* qui abondent principalement en février (25,2%). Se développant essentiellement sur les substrats (durs ou meubles) de telles populations sont mises en suspension par de forts brassages des masses d'eau.

Quelques espèces dénombrées en été sont toujours présentes, comme *Thalassiosira gravida*, *Thalassionema nitzschioides*, *Skeletonema costatum* et le genre *Nitzschia* avec une poussée de *Nitzschia closterium*.

Les Dinoflagellés permanents dans ces eaux sont quantitativement plus importants durant cette période, contrairement aux Ciliés et au nanoplancton. Enfin, des organismes d'eaux saumâtres ont été également rencontrés comme certains Silicoflagellés et Chrysophycées.

- . Une période de mars à juin (printanière F9 à F12), plus riche, marquée par une diversification spécifique élevée en avril et début mai (équitabilité de 0,76) et un maximum du nombre de cellules d'environ 250.000/l.

Certaines espèces comme *Thalassiosira rotula* (22%), *Chaetoceros perpusillum* (20%) se présentent comme des espèces de transition avant qu'apparaisse le genre *Rhizosolenia* (67,4%) responsable de la chute de l'équitabilité à 0,63 (fin mai), avec :

- *Rhizosolenia fragilissima* représentant jusqu'à 30% du microplancton (F11)
- *Rh. delicatula* : 40,2% en F12 (fin mai)
- *Rh. shrubsolei* : 16,8% en F12

A partir d'avril, quelques espèces précédemment non dénombrées font leur apparition comme *Asterionella japonica*, *Guinardia flaccida*, *Cerataulina pelagica* ; ces espèces peu abondantes sont quand même caractéristiques de la flore printanière secondaire.

Une place non négligeable doit être accordée au nanoplancton dont le nombre peut atteindre 16.000 individus par centimètre cube, grâce au développement intensif de *Phaeocystis sp.* en mai. Cette abondance est à l'origine des concentrations élevées de chlorophylle a lors des campagnes F11 et F12 (cf. GRAVELINES et PALUEL, Mai 1975).

b/ Point B (campagnes "lourdes" et campagnes intermédiaires). (Fig.54 à 57).

D'un point de vue quantitatif, les variations en B des divers paramètres biologiques se différencient peu de celles observées en Do aux mêmes campagnes. Par contre, les valeurs obtenues lors des campagnes intermédiaires se situent parfois en dehors des tracés reliant les campagnes "lourdes" entre elles, particulièrement pour le nombre de cellules de microplancton (Fig. II.53 : F1' et F3'). Le résultat de la campagne F12' est du même ordre de grandeur que ceux de F12 en ce qui concerne la quantité d'éléments phytoplanctoniques alors que la concentration en chlorophylle a accuse une chute brutale (Fig. II.55). L'évolution de la production primaire est comparable à celle suivie à la station hors zone ; on note cependant une importante différence en F10 entre les deux séries de prélèvements effectués en B : 6,76 mgC/m³/h de moyenne en B1 et 1,13 mgC/m³/h en B4 (7,47 en Do).

Qualitativement (Fig. II.66 à 78) en comparant les successions d'espèces dominantes entre D et B (campagnes "lourdes" en pointillés sur la figure II.58), on retrouve les mêmes évolutions saisonnières. Aucune grande différence n'est à noter, les mêmes espèces sont caractéristiques des trois périodes précédemment décrites. Les tracés (trait plein) de la figure II.58 (point B) divergent de ceux de la figure II.53 par la présence de pics d'abondance correspondant aux sorties intermédiaires.

Fig. II.54

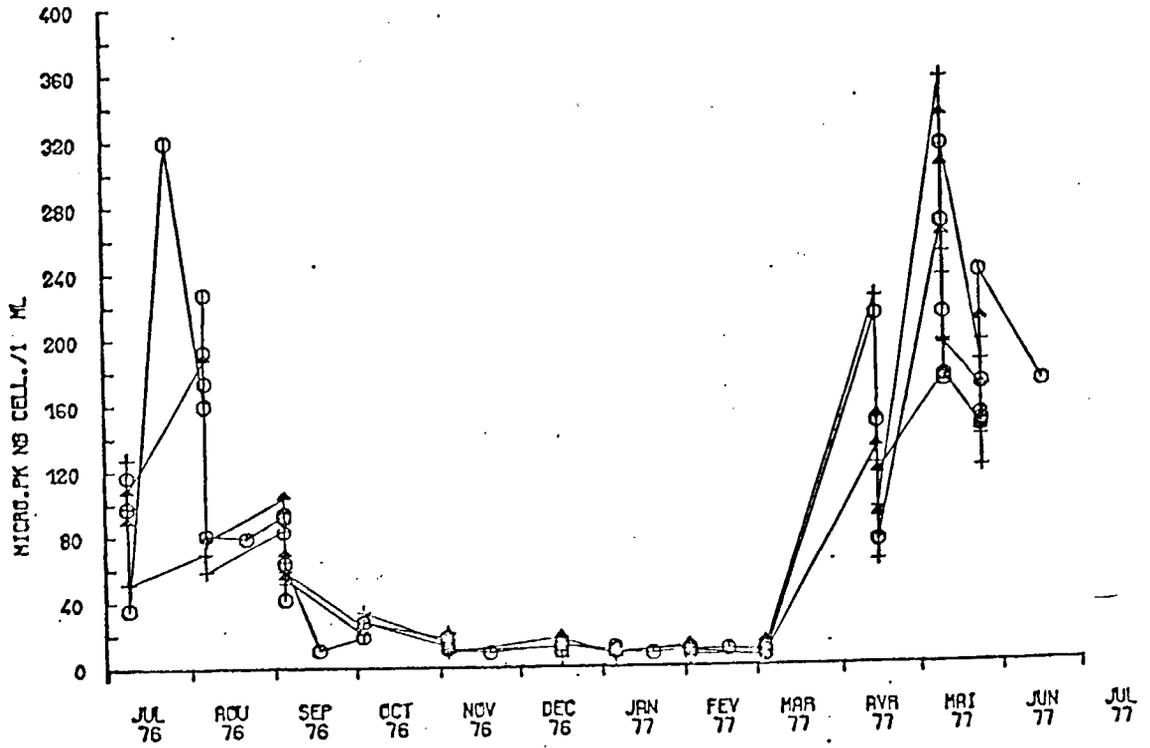
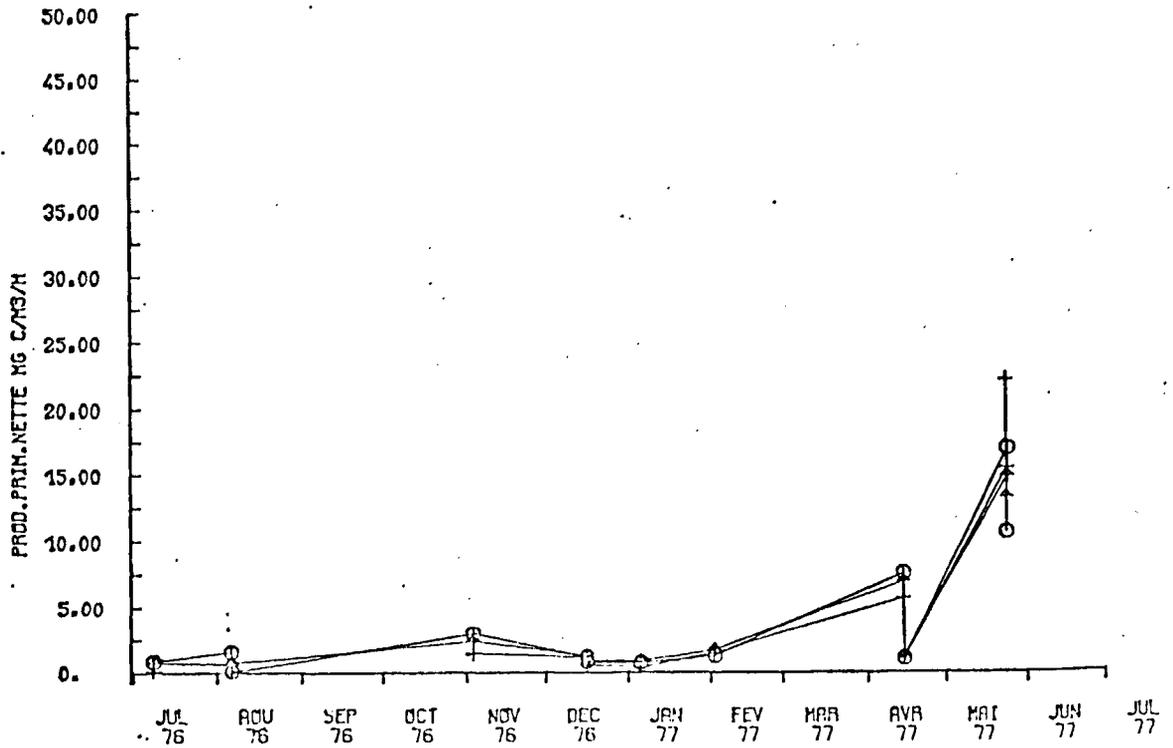


Fig. II.55



FLAMANVILLE

Fig. II.56

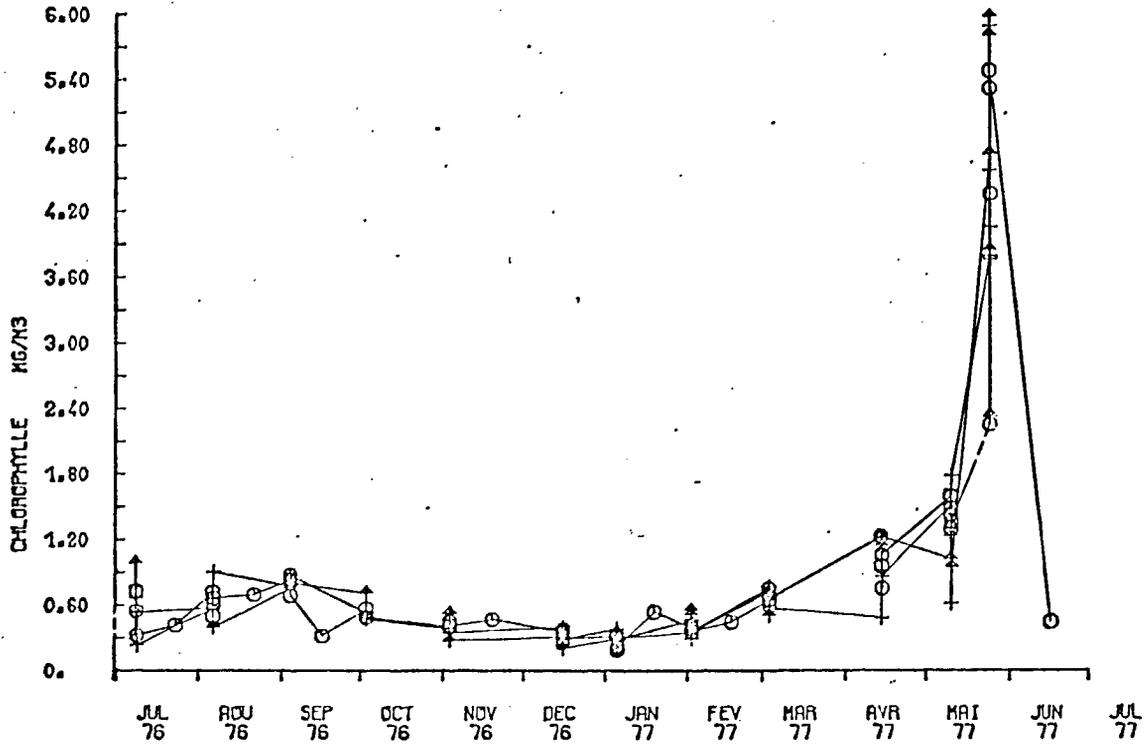
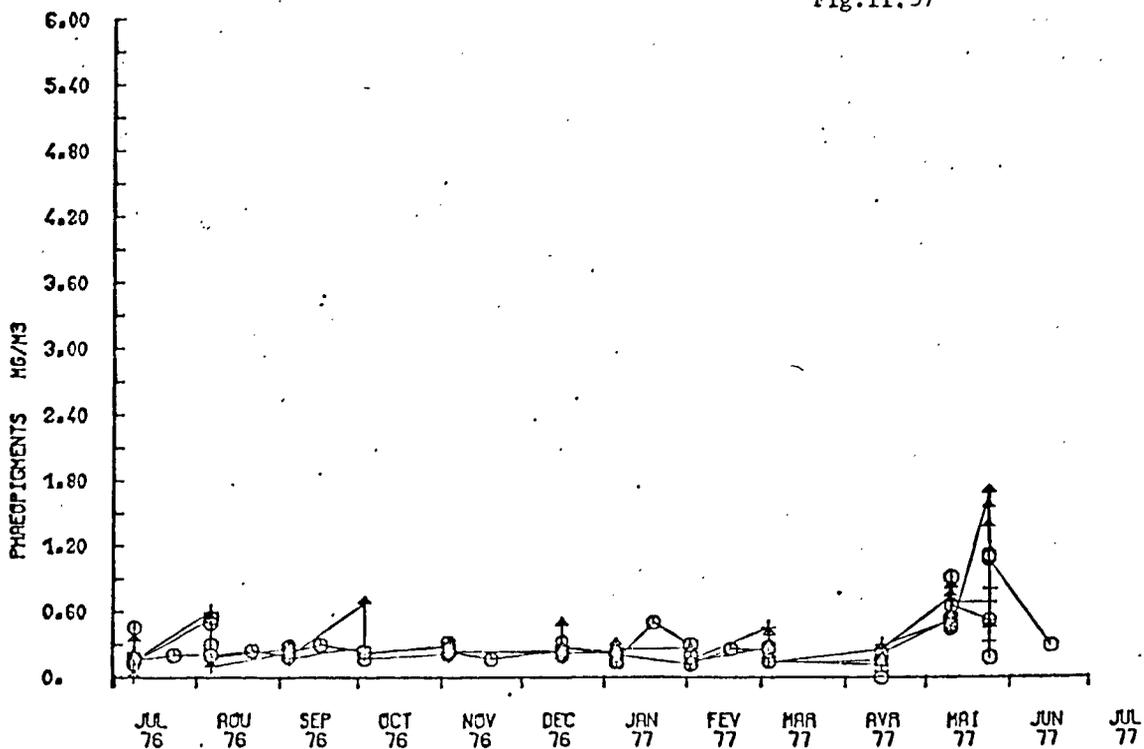


Fig. II.57



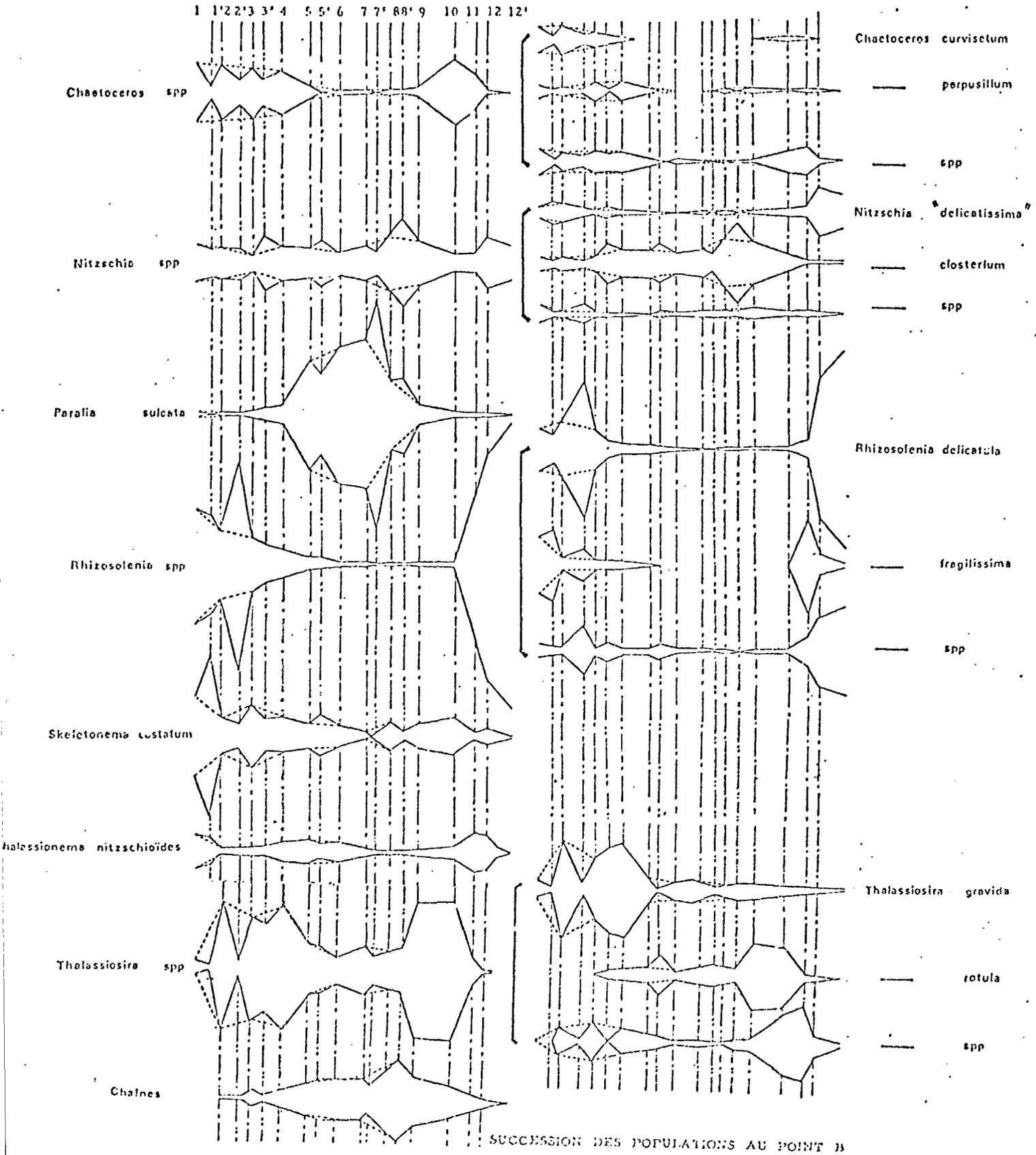


Fig. II.58

Par exemple :

- en F1', *Skeletonema costatum* atteint 48,3%
- en F2', *Rhizosolenia delicatula* domine à 63,2%
- en F7', *Paralia sulcata* : 67%

L'espèce estivale *Rhizosolenia stolterfothii* (16,1% en F12') remplace *Rhizosolenia shrubsolei* observée en mai (16,8%-cf. Tableau II.5). Par ailleurs, quelques minima d'abondance sont relevés dans la succession du genre *Thalassiosira* pour les premières campagnes intermédiaires.

Parmi les faibles variations observées entre ces deux stations, on remarque (point B) certains organismes spécifiques d'eaux saumâtres comme le genre *Scenedesmus* (période estivale) et quelques Cyanophycées (janvier).

3) Discussion

Si l'évolution générale de l'ensemble des paramètres phyto-pélagiques est comparable dans le détail, certaines différences apparaissent. On constate ainsi que les variations de la chlorophylle sont de moindre amplitude par rapport à celles du nombre de cellules de microplancton, excepté lors des campagnes F11 et F12. Ces dernières sont marquées par la grande abondance de *Phaeocystis* sp. augmentant considérablement la biomasse chlorophyllienne. De l'état physiologique dont la taille des cellules des populations dépend la quantité de chlorophylle présente et particulièrement de chlorophylle active. Les diagrammes des figures II.59 et 60 montrent les fluctuations sur un cycle annuel de la proportion de chlorophylle a active soulignant ainsi la succession des populations du point de vue phases de croissance active ou de déclin. Elle décroît irrégulièrement de juillet à janvier-février, et en mars, la floraison printanière commence à se faire sentir, malgré le faible nombre d'organismes phytoplanctoniques mais avec l'apparition de certaines *Thalassiosira* (*Th. rotula* en particulier). Les prélèvements d'avril s'effectuent pendant probablement la phase d'activité maximale d'une population essentiellement composée de *Chaetoceros* et de *Thalassiosira*. En F11 les populations précédentes ont décliné et commencent à être remplacées par quelques *Rhizosolenia* et *Phaeocystis* qui connaît son plein développement à la fin du mois.

D'un point de vue uniquement qualitatif, on peut comparer les prélèvements entre eux deux à l'aide d'un coefficient de similitude basé sur l'absence et la présence des taxons. Les résultats obtenus à chaque campagne (sur l'ensemble des stations) confirme l'homogénéité spatiale des échantillons. En traitant les données sur l'ensemble des campagnes (une campagne étant assimilée à un prélèvement), on obtient le dendrogramme de la figure II.61 qui met en évidence :

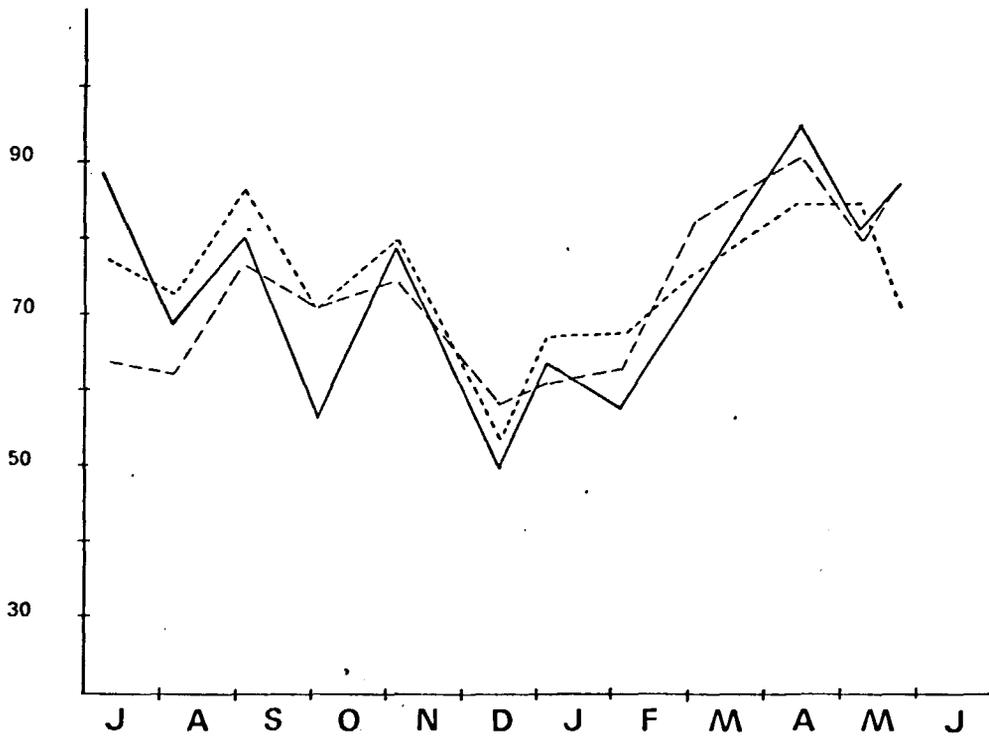
TABLEAU II.5.

VARIATION DE L'IMPORTANCE RELATIVE DE QUELQUES ESPECES (ou groupes d'espèces) SUR
L'ENSEMBLE DES CAMPAGNES

	I	I'	II	II'	III	III'	IV	V	V'	VI	VII	VII'	VIII	VIII'	IX	X	XI	XII	XII'
Nombre de cellules/cc	108	300	125	79	80	11	22	18	9	11	7	9	11	11	10	122	236	175	171
Nombre de "nanopk"/cc	159	101	667	264	254	92	37	42	31	53	24		31		32	223	93+		150
Nombre de ciliés/cc	3	2	3	3	2	0	1	1	1	0	0	0	1	0	1	2	2	4	3
% <i>Asterionella japonica</i>					0,1			0,4		0,2			0,1		0,1	0,5	5,5	0,3	
% <i>Carataulina pelagica</i>			x				0,2									0,1	2,4	1,3	0,6
% <i>Chaetoceros sp.1</i>			1,4	0,4	1,1	1,7	1,1	0,3		0,4						3,1	0,3	0,3	
% <i>Chaetoceros sp.2</i>							0,1	0,2		0,2	0,2		0,2	0,2	0,3		0,1		
% <i>Chaetoceros sp.3</i>																	5,6	0,2	
% <i>Guinardia flaccida</i>							0,2	x		0,1							0,1	0,6	0,6
% <i>Leptocylindrus danicus</i>	0,2	0,1	0,5		1,3		1,5	0,3		0,1	0,1		0,1		0,1		0,4	1	0,6
% <i>Navicula sp.</i>	0,6	0,2	0,6	1,2	1,2	5,3	2	2,6	4,4	5,4	5	5	2,4	3,8	1,1	0,3	0	0,1	0,6
% <i>Rhizosolenia setigera</i>	4	1,4	0,4	2,7	0,2	2,4	0,8	1,3	2,2	0,7	0,1		0,1		0,5	0,3	0,3	0,2	
% <i>Rhizosolenia shrubsolei</i>											0,1		0,1		0,1	0,1	5,5	16,8	8,5
% <i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	0,1	0,2	1	10,8	1,1	2,6	0,8	0,3	1,1	0,1							0,4	2,4	16,1
% <i>Stauroneis membranacea</i>						0,7		0,7		0,5			0,2		0,2		0,1	0,5	0,9
% Dinoflagellés ind.	0,1	0,1	0,8	0,2	2,3	7,7	3,5	4,4	6,1	2,5	2,3	0,5	3,1	1,4	1,8	1	0,2	0,5	0,6
% <i>Minuscula bipes</i>	0,1	0,2	0,2		0,3	0,9	0,2	0,1	0,6	0,1			0,1		0,3	0,1	0,1	0,6	
% <i>Prorocentrum micans</i>	0,1		0,1	0,6	0,8	2,8	0,5	0,2		0,2	0,3	0,2	0,1		0,2		0,1	0,1	
% <i>Dictyocha speculum</i>	0,1	0,2	0,9		0,2	0,7	0,4	1	0,6	0,8	0,6		0,8		1,1	0,4		0,1	
% <i>Ebria</i>							3,3			4		0,5	0,1		0,5				
% <i>Scenedesmus sp.</i>	x		0,2		x										x				
% Chrysophycée ind.							0,1	0,4	0,6	0,2	0,3		0,3	0,2			0,2		
% Euglène ind.			0,5	0,8	1,1	0,2	1	0,1			0,1				0,1	0,1		0,2	

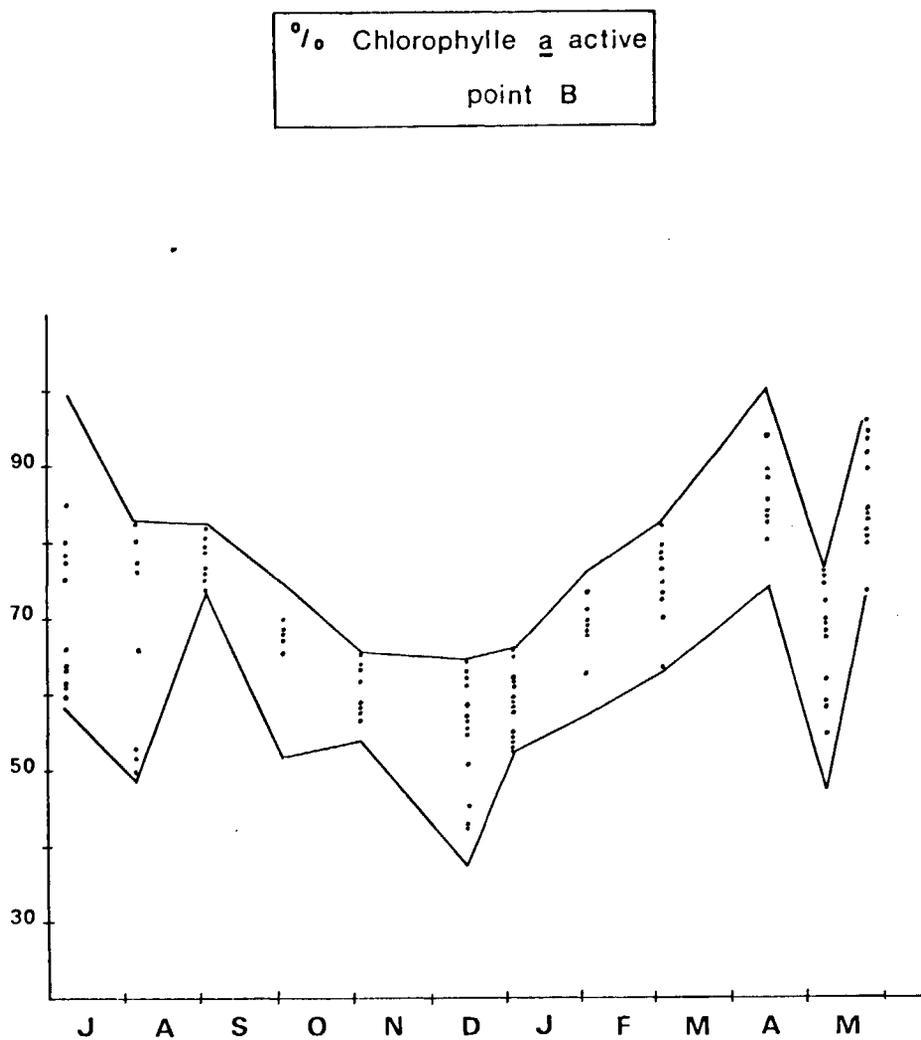
Fig. II.59

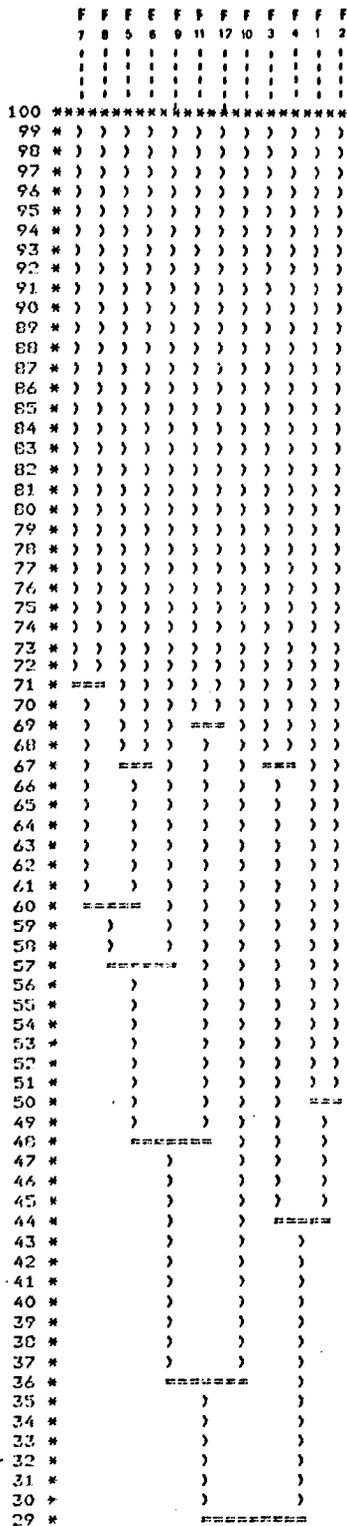
% Chlorophyll a active
point Do



----- 0 m
----- 10 m
----- 20 m

Fig. II.60





Dendrogramme de similitude spécifique
entre campagne (F1 à F 12)

Fig. II. 61

- Une similitude prononcée entre les campagnes (>99,9% pour tous les couples sauf un) : un grand nombre d'espèces se trouvent toujours présentes tout au long de l'année.
- Une première séparation en deux groupes : d'un côté, les quatre premières campagnes (de F1 à F4 - juillet à octobre), et de l'autre de F5 à F12.
- Du deuxième groupe se détache la campagne d'avril (où apparaissent de nouvelles espèces de *Chaetoceros*) avant les deux campagnes de mai ; les cinq autres campagnes sont sensiblement équivalentes.

Ce traitement confirme donc la succession des espèces en trois phases décrites précédemment.

Toutes ces variations ne peuvent être dissociées de l'influence des paramètres physico-chimiques qui initient et qui sont modifiés par les poussées phytoplanctoniques.

Relations avec les paramètres physico-chimiques :

Les paramètres initiateurs des poussées phytoplanctoniques commencent à être relativement bien connus : abondance de sels nutritifs, réchauffement de la température, augmentation de la photopériode sont les principaux. Le développement des populations photo-synthétiques entraîne à son tour des modifications du milieu telles que production d'oxygène, diminution de la concentration en éléments nutritifs...

Un essai de mise en relation des paramètres entre eux a été tenté à chaque campagne à partir du coefficient de Bravais-Pearson. Les triangles de corrélation (Tableaux II. 7 à II.12 en annexe) ne prennent en compte que les prélèvements où tous les paramètres ont été mesurés (dont la production primaire) alors que ceux (Tableaux II. 13 à II. 23 en annexe) concernent tous les paramètres exceptés la production primaire. Sur le tableau II.6 est indiqué le nombre de fois où ont été rencontrés des coefficients significatifs à 90% ou plus, soit positifs (chiffres arabes), soit négatifs (chiffres romains). Les données biologiques (chlorophylle, phaeopigment, C14 et microplancton) sont transformés en $\log(x+1)$. Le plus grand nombre de relations ont été trouvées avec température (souvent négatives) et salinité. Le nombre de cellules de phytoplancton est souvent inversement proportionnel avec la densité (maximum dans les eaux plus chaudes et/ou moins salées). Si cela n'est pas immédiatement évident au niveau de chaque campagne réalisée sur une zone relativement réduite, les résultats obtenus à plus grande échelle lors de la campagne du 6 avril 1977 le confirment (Fig. II.62 à II.65).

NOMBRE DE FOIS OU ONT ETE RENCONTRES DES COEFFICIENTS DE BRAVAIS-PEARSON \geq 90% DE SIGNIFICATION (de F1 à F11)

- 93 -

	IMME	PHEA	CHLO	C14	SEST	PLAN	TEMP	SALI	O2	% SAT	DT	PO ₄	NO ₃	NO ₂	NH ₄	SIOH
IMME	-															
PHEA	1	-														
CHLO		4	-													
C ₁₄		1 1	1 1	-												
SEST	2	1 1	1	1	-											
PLAN		2	2	1 1	1	-										
TEMP		2 II	III	III	I	3 II	-									
SALI		I	III	III	II	2 II	3 II	-								
O ₂		2 I	I			2 I			-							
% SAT		I				1	3 I	I		-						
DT		II	I	1 I	1 I	V			1		-					
PO ₄	1 I	1 I	2		2	1 I	1 I	1 III	1	1	V	-				
NO ₃	I	2 II	2 I	1 I		2 II	I	1 III			1 II	8	-			
NO ₂	2	1 I	1 I	1	1	1 I	2 I	1 III	3	2	1 II		I	-		
NH ₄		2	1			1	1 I	II	2	1	II	1	1		-	
SIOH	2	I	3 I	II	2	1 I	1 I	I			III	1	II	5		-

Chiffres arabes : coefficients positifs
 Chiffres romains : " négatifs

Tableau II.6

Fig. II.62

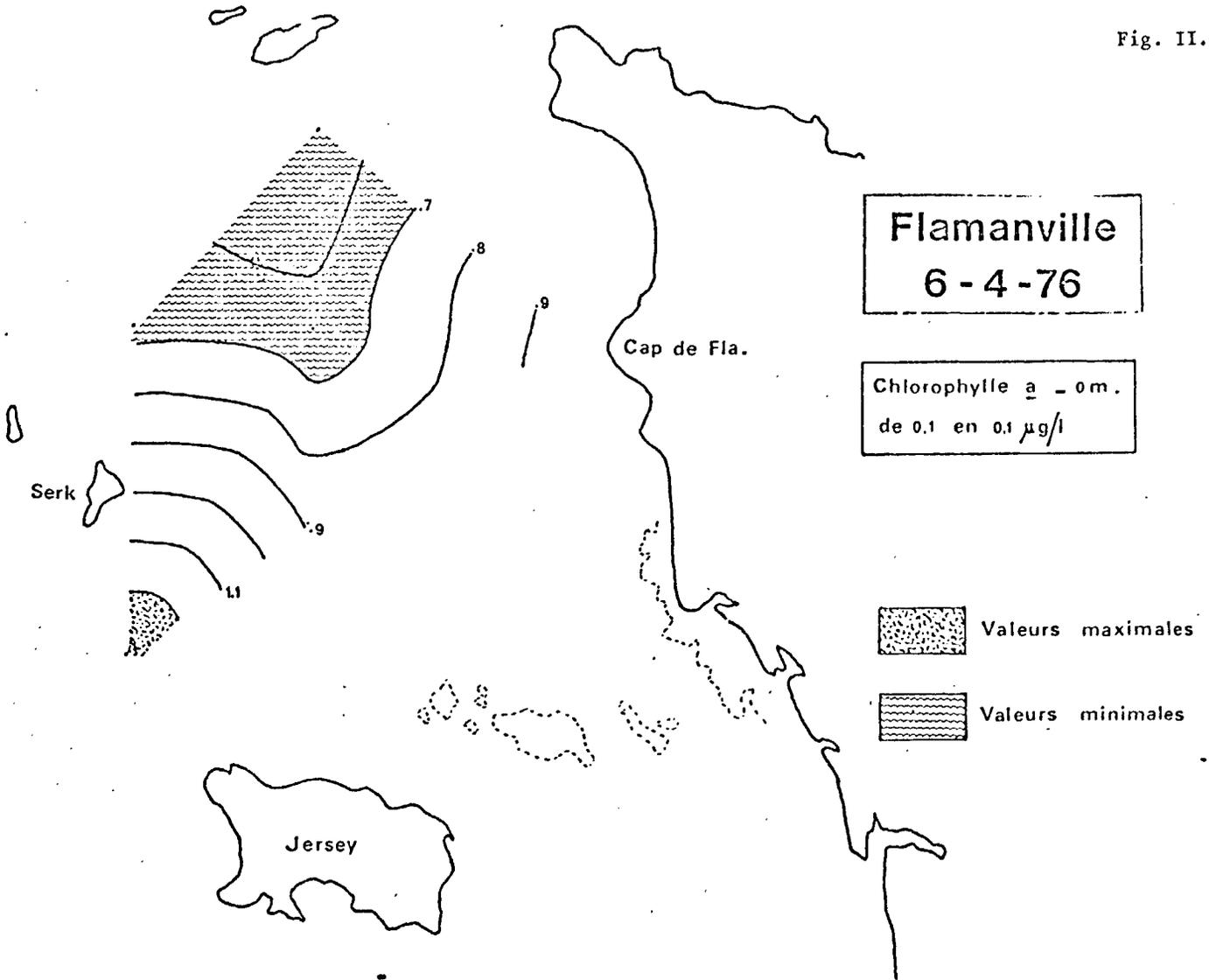


Fig. II.63

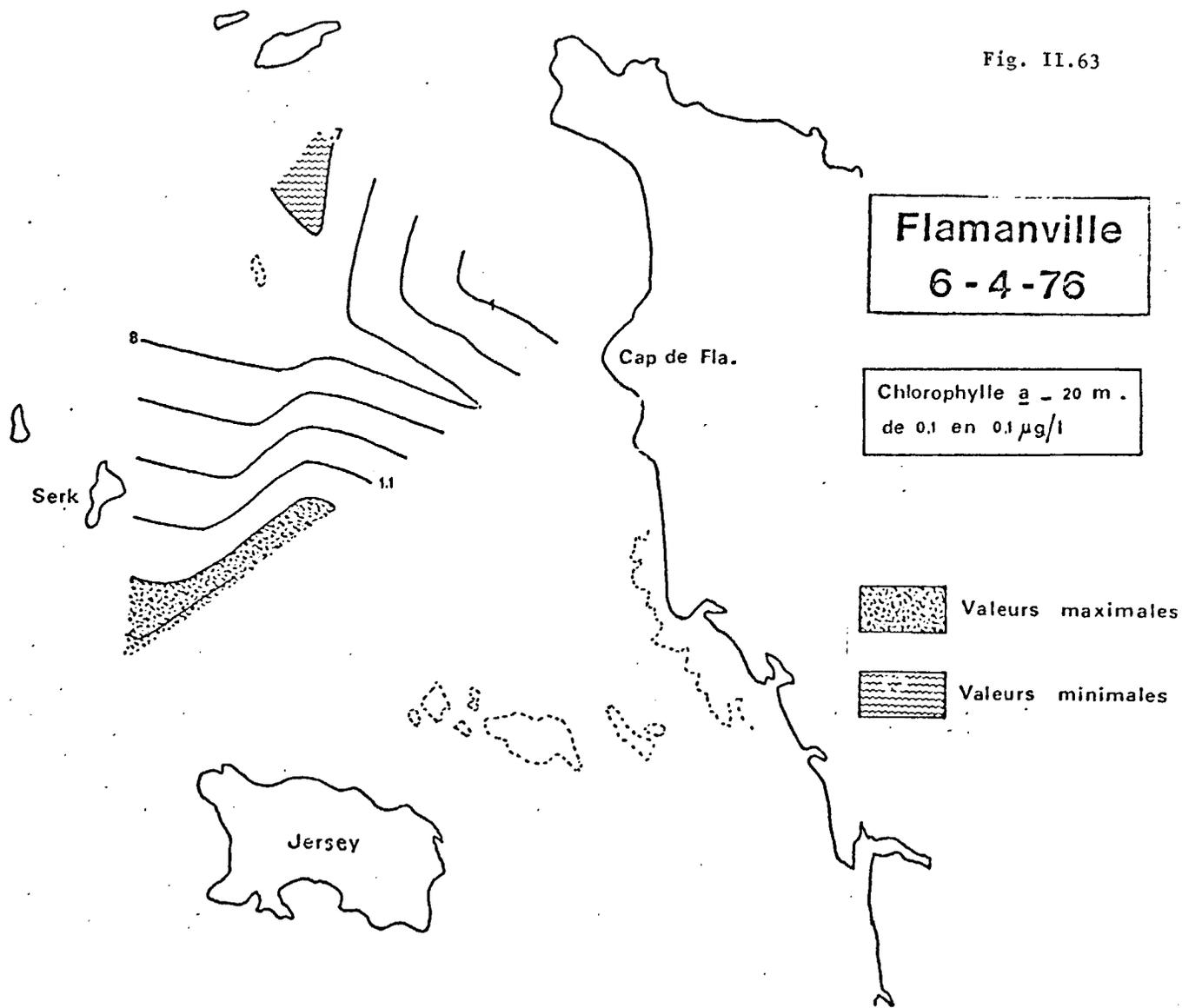


Fig. II.64

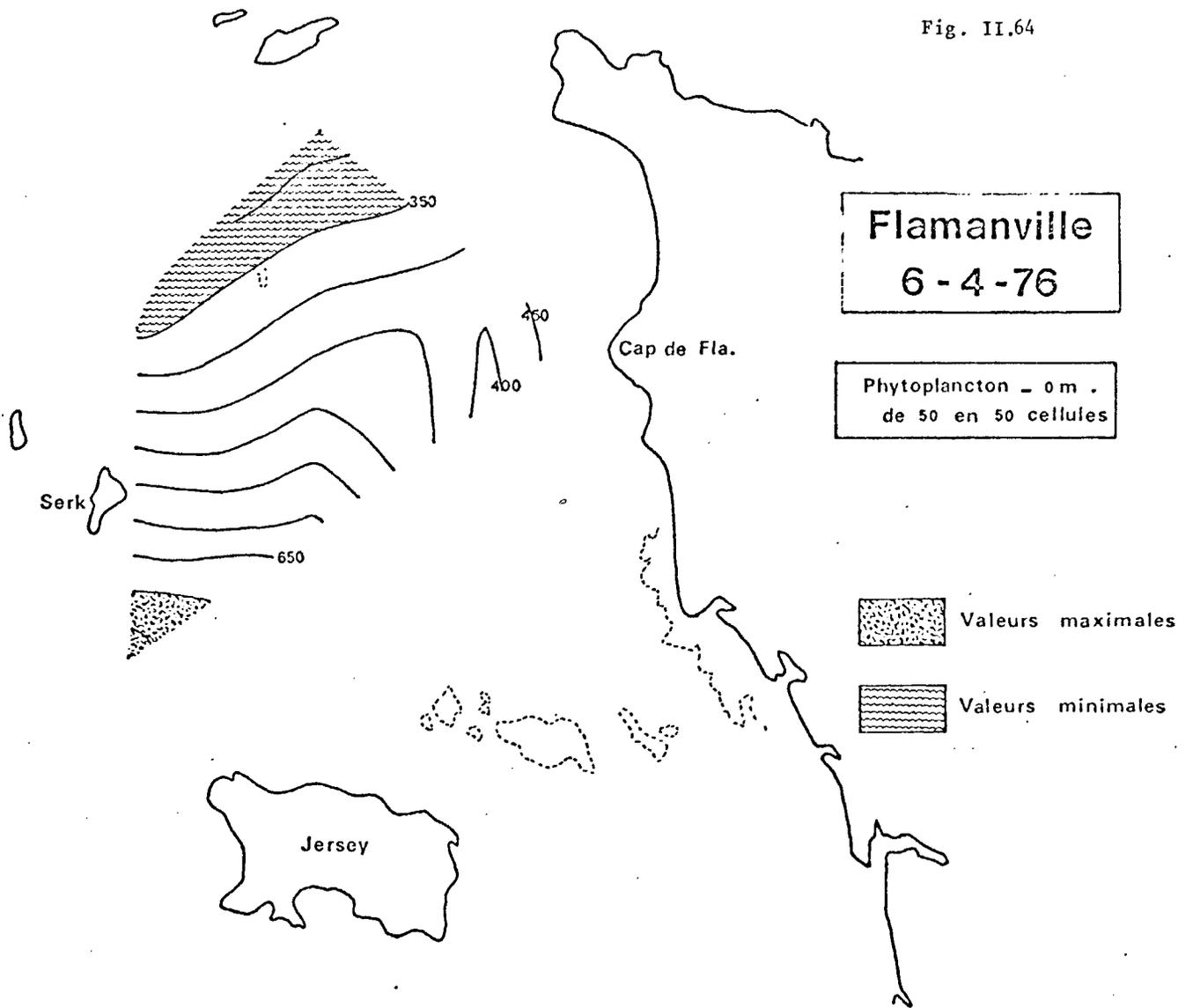
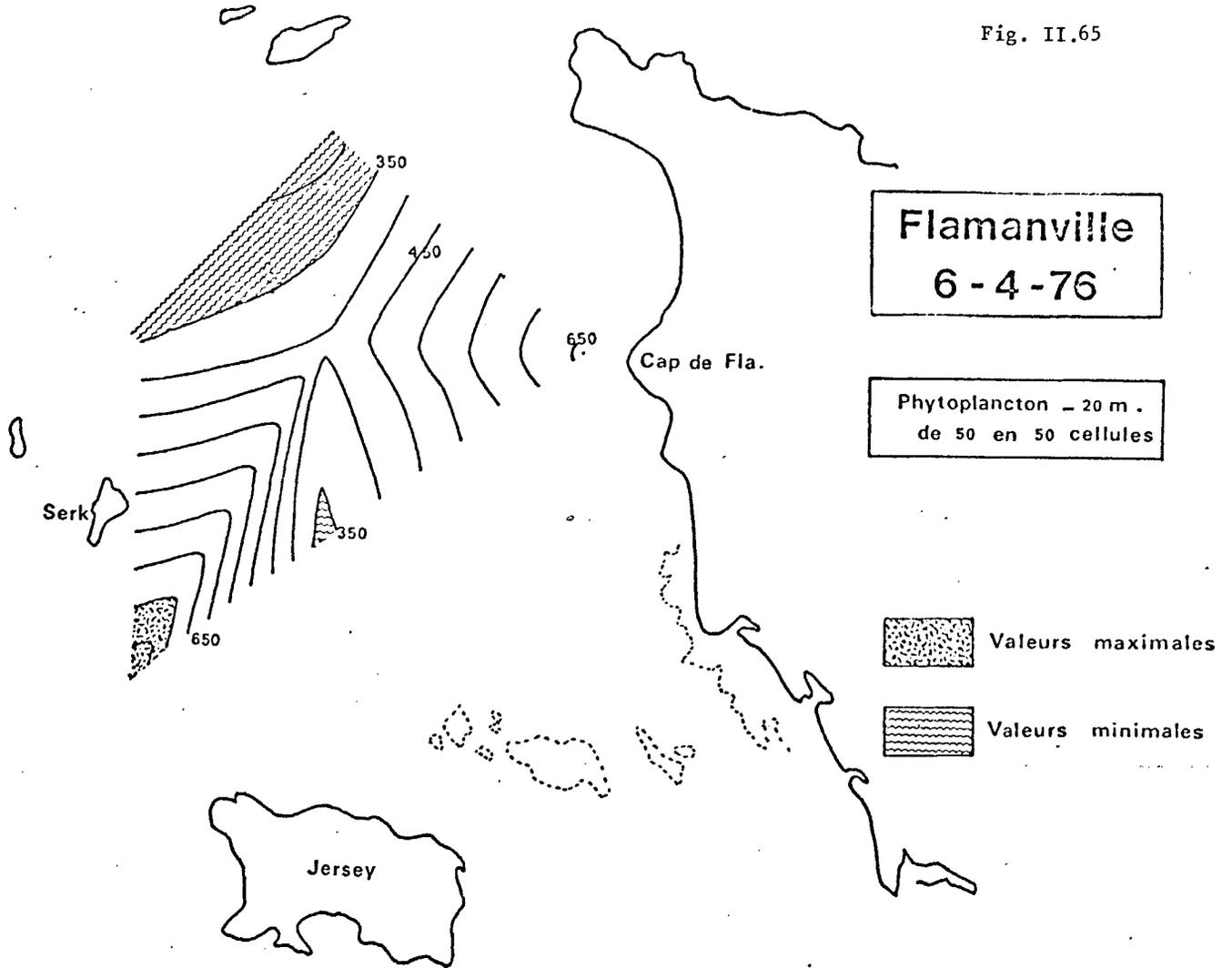


Fig. II.65



Les relations avec les sels nutritifs n'apparaissent pas nettement, mis à part peut-être pour les nitrates qui pourraient être un facteur limitant. L'évolution des sels suit normalement celle du plancton avec une chute au moment de la poussée printanière. L'examen des résultats obtenus à la suite de F12 permettront de compléter l'étude d'un cycle annuel. Il est en effet difficile de tirer des conclusions de mesures effectuées d'un été au suivant, sans connaître les conditions précédant le premier, ni l'évolution consécutive au suivant.

4) Conclusion

Le phytoplancton de la région de FLAMANVILLE, aussi bien quantitativement que qualitativement, est très proche de celui étudié à l'entrée de la MANCHE, à ROSCOFF par J.R. GRALL. Les mêmes taxons se retrouvent et les successions d'espèces sont équivalentes : les *Rhizosolenia* dominent la période estivale, et *Paralia sulcata* la saison hivernale ; certaines espèces peuvent être qualifiées "de transition" entre ces deux périodes, comme certains *Chaetoceros* et *Thalassiosira*.

Comparé aux autres sites de la MANCHE (PALUEL et GRAVELINES) le phytoplancton de FLAMANVILLE est quantitativement plus pauvre, ce qui s'explique par l'influence atlantique subie par la zone prospectée (cf. température, salinité et faibles teneur en sels nutritifs).

E - ZOOPLANCTON - PRODUCTION SECONDAIRE

1) Introduction

Le programme d'étude du zooplancton sur le site de FLAMANVILLE, dans le but d'établir un état de référence écologique est prévu pour 2 années à partir de juillet 1976.

Nous avons essayé d'estimer de façon qualitative et quantitative le zooplancton, abordé l'étude du taux de renouvellement de certaines espèces et considéré la biomasse totale. (Tableaux VII à XXIII).

Le présent rapport porte sur les 12 premiers mois de travail.

La liste des campagnes effectuées est la suivante :

<u>DATE</u>	<u>MISSION</u>	<u>DATE</u>	<u>MISSION</u>
08/07/1976	F1	16/12/1976	F6
23/07/1976	F'1	05/01/1977	F7
06/08/1976	F2	19/01/1977	F7'
21/08/1976	F'2	02/02/1977	F8
04/09/1976	F3	17/02/1977	F'8
16/09/1976	F'3	03/03/1977	F9
03/10/1976	F4	14/04/1977	F10
03/11/1976	F5	10/05/1977	F11
19/11/1976	F'5	24/05/1977	F12
		16/06/1977	F'12

2) Méthodologie

La méthodologie utilisée est décrite en Annexe.

3) Premiers résultats obtenus

Une liste d'une centaine de taxons a pu être établie comme suit :

3.1. Liste des espèces récoltées

CNIDAIRES *Sarsia eximia*
 Sarsia gemmifera
 Sarsia prolifera
 Dipurena halterata
 Zanclaea sessilis
 Corymorpha nutans
 Hybocodon prolifer
 Larves "actinula" de Tubulariidés
 Phialidium hemisphaericum
 Obelia sp.
 Orthopyxis integra
 Eucheilota maculata
 Phialella quadrata
 Muggaëia atlantica
 Larves "ephyrula" de Scyphozoaires

CTENAIRES *Pleurabrachia pileus*

CHAETOGNATHES *Sagitta setosa*
 Sagitta elegans
 Spadella sp.

ANNELIDES POLYCHETES (larves)

Aphroditidés
Tomopteris helgolandica
Autolytus prolifer
Nereidés
Nephtys sp.
Scolelepis ciliata
Scolelepis fuliginosa

Nerine sp.
Spio sp.
Spiophanes bombyx
Polydora ciliata
Polydora caeca
Lanice conchilega

CLADOCERES

Evadne sp.
Podon sp.

OSTRACODES

COPEPODES

Calanoïdes

Calanus helgolandicus
Paracalanus parvus
Pseudocalanus minutus
Euchaeta hebes
Stephos minor
Temora longicornis
Metridia lucens
Centropages typicus
Centropages hamatus
Isias clavipes
Candacia armata
Pseudocyclops sp.
Anomalocera pattersoni
Labidocera wollastoni
Parapontella brevicornis
Acartia clausi
Acartia discaudata

Cyclopoïdes

Oithona helgolandica
Oncaea sp.
Corycaeus sp.
Cyclopoide n.d. "x"

Harpacticoides *Euterpina acutifrons*
 Peltidiidés
 Monstrilla sp.

CIRRIPEDES (larves)

"nauplius"
"cypris"

MYSIDACES

Siriella armata
Siriella clausii
Gastrosaccus sanctus
Gastrosaccus normani
Gastrosaccus spinifer
Anchialina agilis
Mysidopsis gibbosa
Schistomysis spiritus
Schistomysis ornata
Mesopodopsis slabberi
Neomysis integer

CUMACES

EPICARIDES (larves)

AMPHIPODES Caprelliens, Hypériens, Gammariens

STOMATOPODES *Squilla mantis*

EUPHAUSIACES *Meganyctiphanes norvegica*

DECAPODES (larves)

Thalassinidés *Upogebia deltaura*
 Callianassa sp.

Paguridés

Galatheidés

Porcellanidés *Pisidia longicornis*

Brachyours *Ebalia sp.*
 Pinnotheres sp.
 Zoé et mégalopes n.d.

Caridés
Sténopidés
Crangonidés

MOLLUSQUES (larves)

Gastéropodes
Bivalves

BRYOZOAIRES (larves)

Cyphonautes

ECHINODERMES (larves)

Ophiopluteus

APPENDICULAIRES

Oikopleura dioica

ASCIDIÉS (larves)

TELEOSTEENS

Oeufs et larves

3.2. Evolution du nombre total d'individus et composition spécifique de FLAMANVILLE.
(Fig. II.79, 80 et 81 et Tableau II.24).

De juillet 1976 à juin 1977, nous observons un cycle de variations saisonnières, dont l'évolution mensuelle est la suivante :

juillet est le mois de la plus grande abondance du zooplancton ; nous comptons 15.000 individus pour 10 m³ d'eau. 73% de la population est représenté par les copépodes parmi lesquels 2 espèces dominent *Centropages hamatus* (21%) et surtout *Acartia clausi* (32%). Nous trouvons également en grand nombre des larves de crustacés décapodes (20%) et en particulier *Pisidia longicornis* (12%), qui appartiennent au méroplancton ou plancton temporaire, et dont la présence est caractéristique de la période estivale.

On peut donc dire que le plancton de FLAMANVILLE est un plancton composé essentiellement de crustacés, puisque ceux-ci représentent 93,8% des récoltes. Dès le mois de juillet, le stock est en diminution, bien que les espèces prises isolément ne suivent pas toutes ce mouvement général.

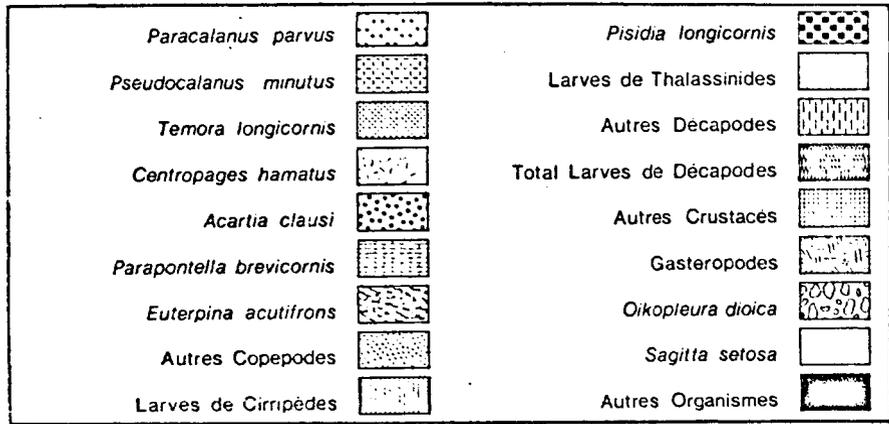
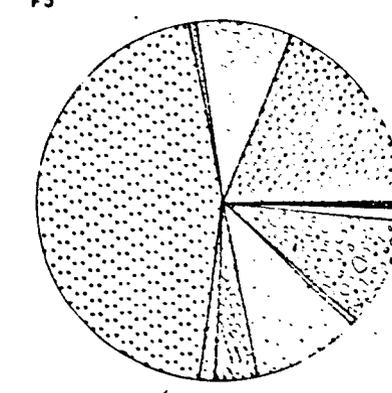
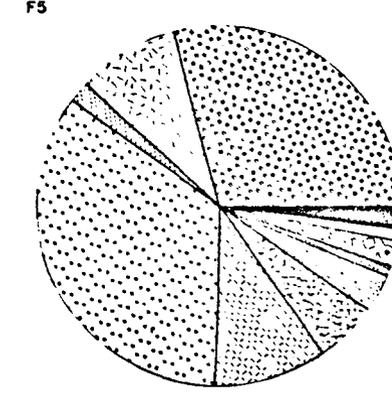
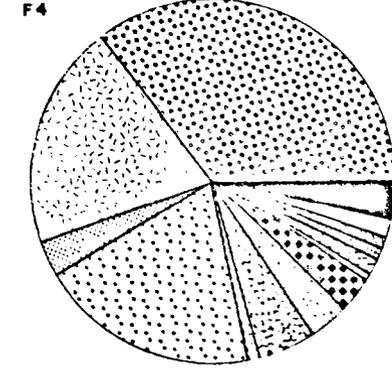
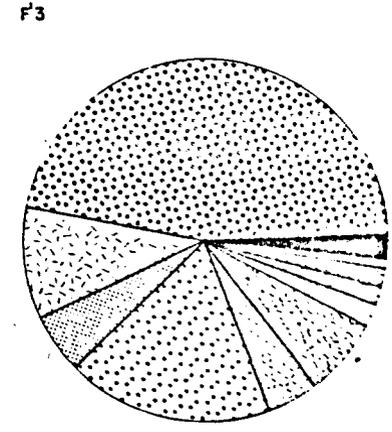
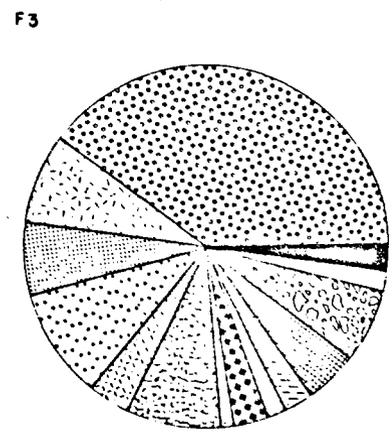
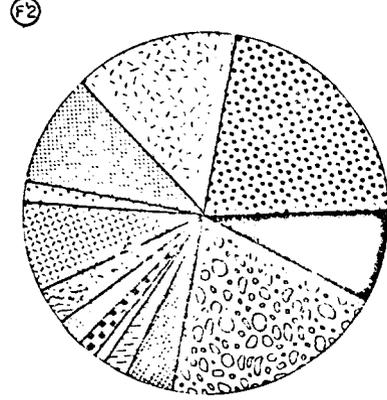
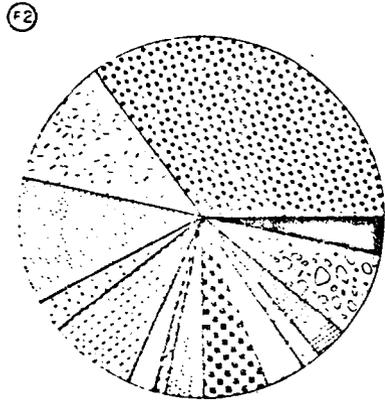
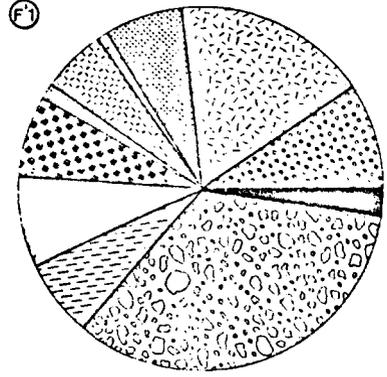
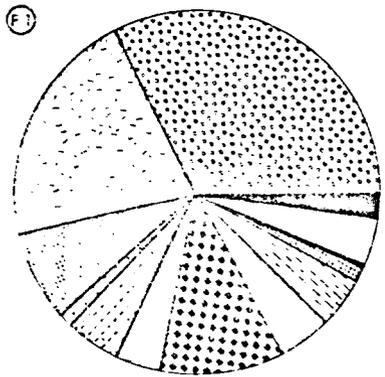


Fig. II.79



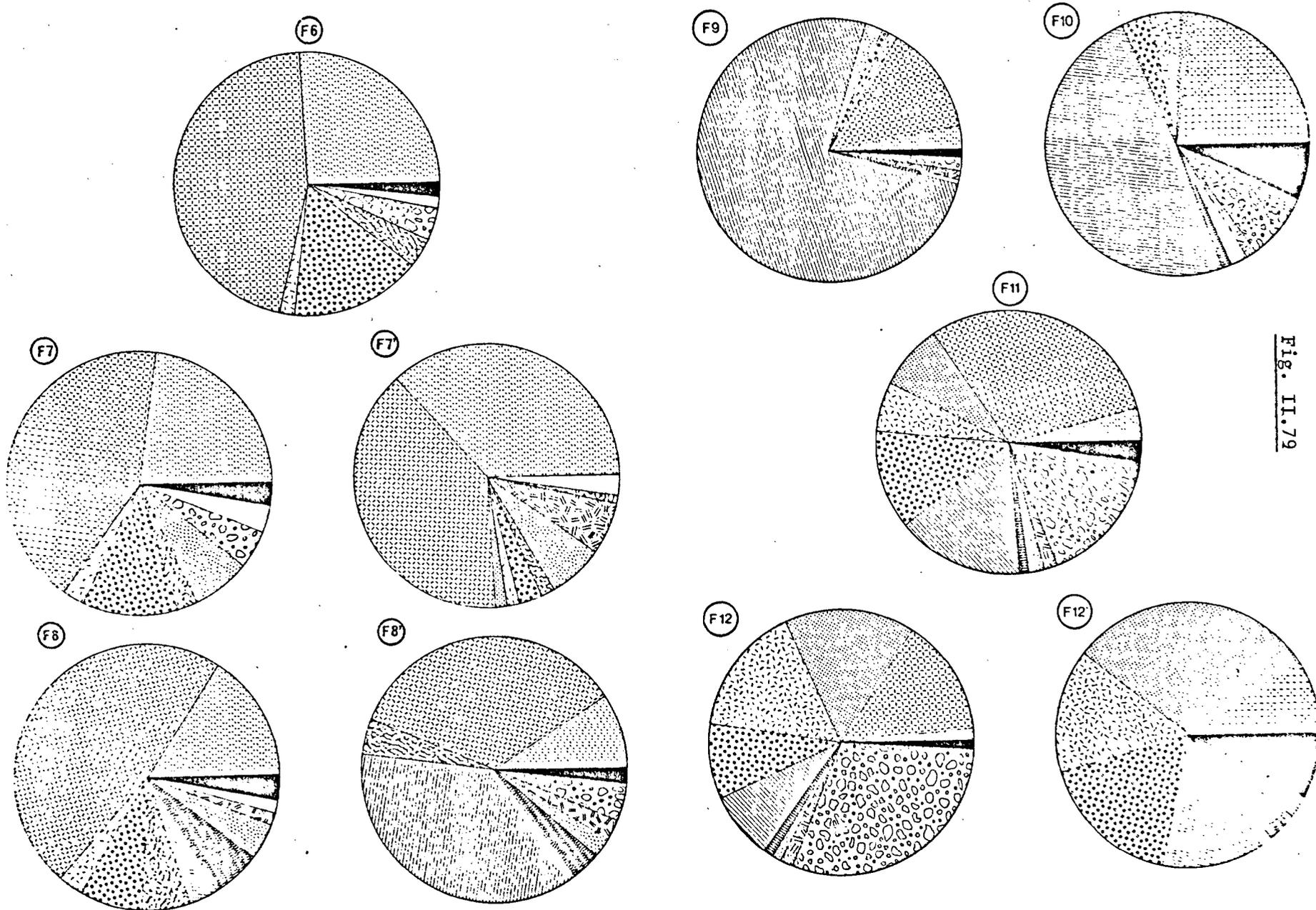
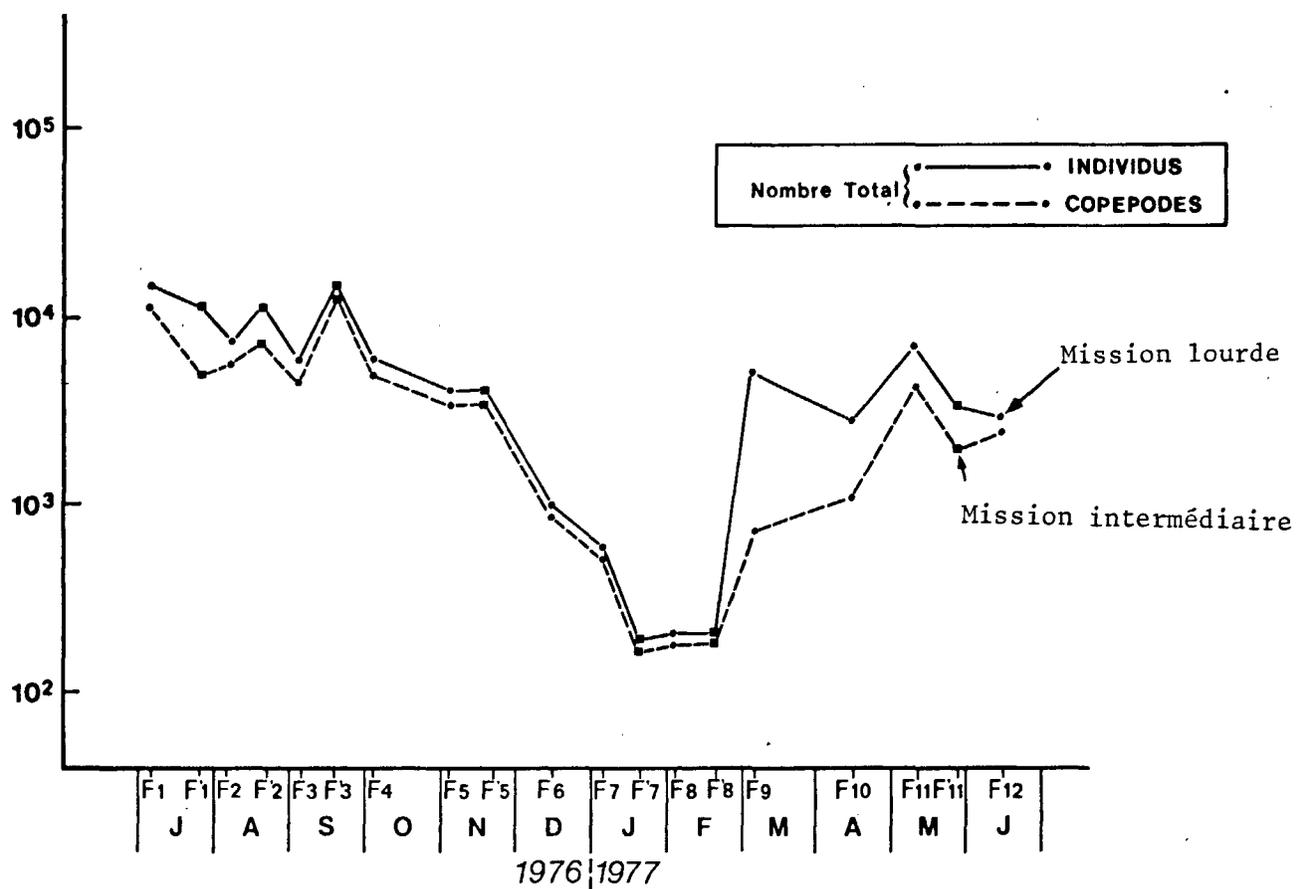


Fig. II.79

VARIATIONS QUANTITATIVES SAISONNIERES DE...

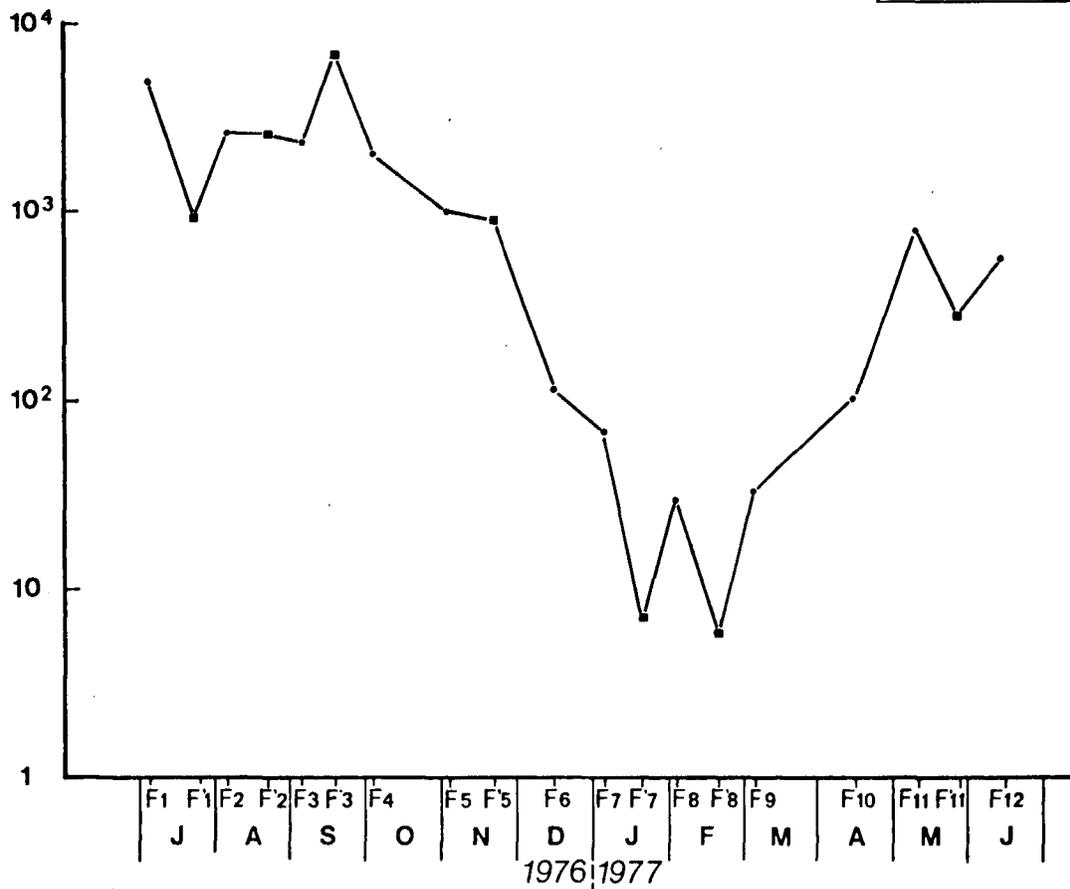
Fig. II.81

$N+1/10m^3$

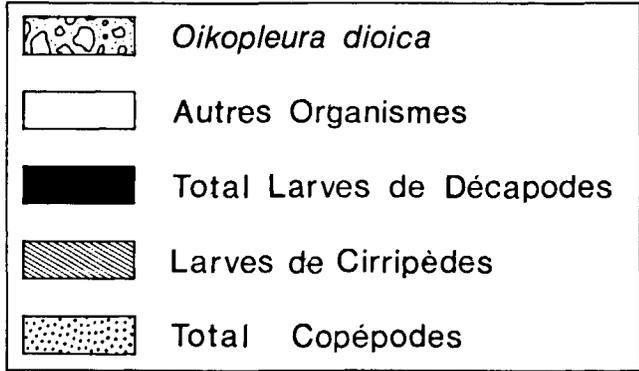


$N+1/10m^3$

Acartia clausi



VARIATION SAISONNIERE DU POURCENTAGE MOYEN DES PRINCIPAUX TAXONS DU ZOOPLANCTON



MISSION } F = Lourde
 } F' = Légère

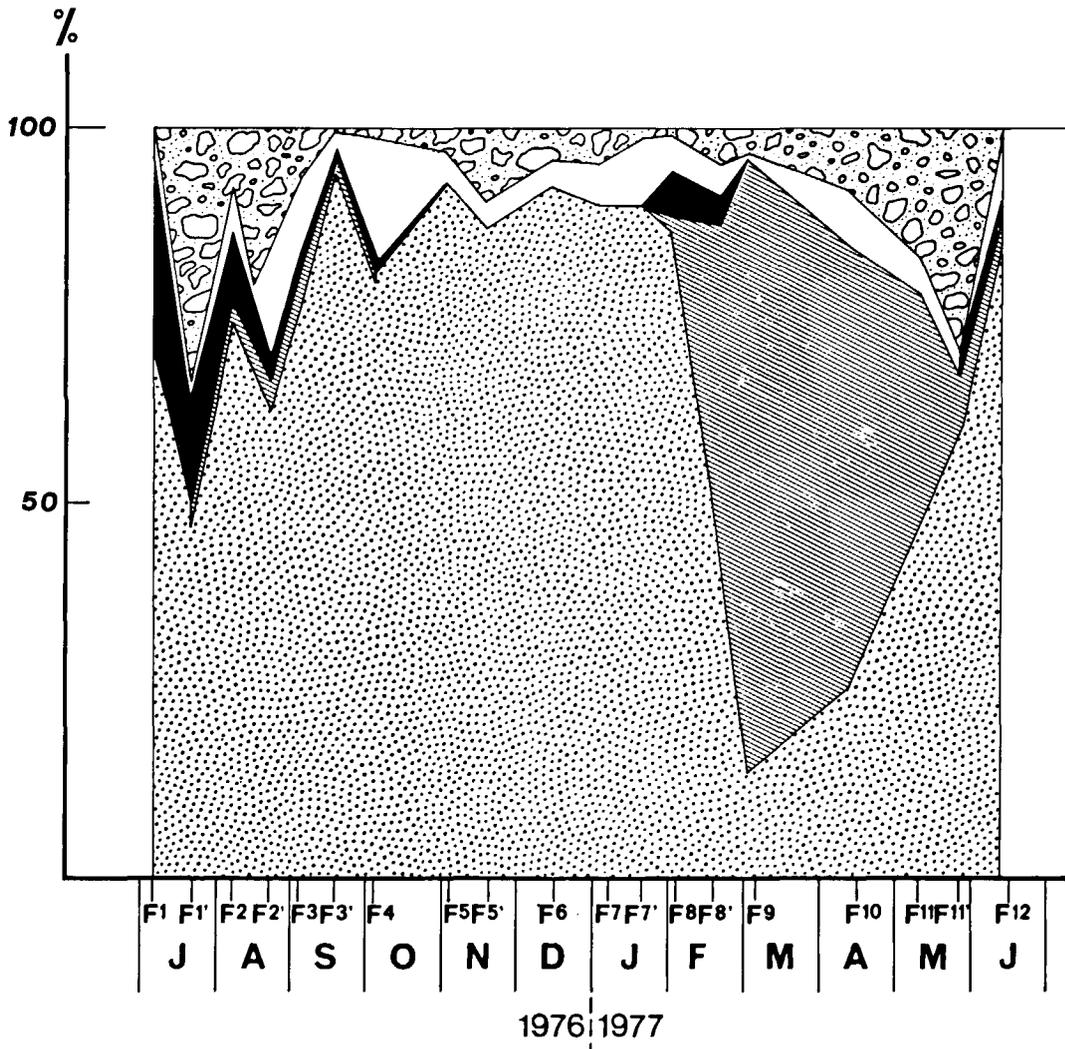


Fig. II.80

Tableau II.24

Pourcentage des principaux taxons du zooplancton

Missions Taxons	F ₁	F ₁ '	F ₂	F ₂ '	F ₃	F ₃ '	F ₄	F ₅	F ₅ '
	Juil.		Aout		Sept.		Oct	Nov.	
<i>Acartia clausi</i>	32,48	8,81	34,90	22,23	41,50	46,56	35,46	28,57	18,79
<i>Centropages hamatus</i>	21,00	17,98	12,39	14,04	6,53	10,33	20,04	9,57	8,31
<i>Temora longicornis</i>	8,71	6,97	10,41	9,95	5,43	5,36	2,75	1,55	1,00
<i>Paracalanus parvus</i>	1,00	0,87	2,77	2,19	9,27	18,16	19,46	34,59	44,45
<i>Pseudocalanus minutus</i>	5,06	6,10	7,69	8,05	3,41	4,54	0,96	10,83	1,52
<i>Parapontella brevicornis</i>	4,40	1,74	1,98	0,00	0,45	0,62	0,86	0,64	0,37
<i>Euterpina acutifrons</i>	0,05	0,18	1,02	3,22	7,61	6,92	4,95	5,66	3,99
TOTAL COPEPODES	72,71	42,20	75,01	62,30	76,13	93,91	88,03	93,81	87,65
Larves Cirripèdes	0,12	0	2,25	2,63	5,00	1,27	0,74	0,17	0,17
<i>L. Pissidia l.</i>	11,68	6,97	5,58	1,76	3,67	0,49	3,27	0,03	0
<i>L. Thalassinides</i>	3,88	7,70	3,01	1,17	1,80	0,10	0,42	0,08	0
TOTAL L. DECAPODES	20,73	21,28	11,06	5,07	7,16	1,77	5,15	0,18	0,35
TOTAL CRUSTACES	93,82	63,66	88,39	71,46	88,71	97,33	94,07	94,49	88,17
<i>Oikopleura dioica</i>	4,20	34,12	7,85	20,47	6,62	0,49	1,28	2,66	0,98
<i>Sagitta setosa</i>	0,20	0,19	0,43	0,37	2,00	0,88	1,94	1,10	1,62
Gastéropodes	0,57	0	1,07	2,05	1,82	0,50	1,79	0,74	0
Cnidaires	0,52	1,00	1,77	2,64	0,66	0,12	0,24	0	0
Larves Annélices	0,09	0,09	0,09	0,59	0,60	0,10	0,19	0,09	0

POURCENTAGE DES PRINCIPAUX TAXONS DU ZOOPLANCTON

Tableau II.24 (suite)

Missions Taxons	F ₆	F ₇	F ₇ '	F ₈	F ₈ '	F ₉	F ₁₀	F ₁₁	F ₁₂	F ₁₂ '
	Déc	Janv		Fév		M	Av	M	Juin	
<i>Acartia clausi</i>	12,25	11,40	2,90	7,85	0,26	0,98	3,32	11,72	8,54	18,
<i>Centropages hamatus</i>	2,30	2,80	1,44	2,90	0	1,70	4,22	5,91	15,55	15,
<i>Temora longicornis</i>	0,30	1,21	1,44	0,25	0,26	0,36	1,47	7,85	16,55	30,
<i>Paracalanus parvus</i>	26,00	23,44	36,84	15,70	9,16	2,83	1,00	3,62	1,20	0
<i>Pseudocalanus minutus</i>	46,00	41,53	38,30	47,60	35,10	8,63	23,20	31,22	14,80	8,
<i>Parapontella brevicornis</i>	0,10	ε	ε	ε	ε	0,36	0,34	0,50	0,12	11,
<i>Euterpina acutifrons</i>	3,40	2,24	1,44	5,23	4,19	0,33	0,17	0,14	0,10	ε
TOTAL COPEPODES	92,80	88,57	89,47	83,70	50,80	13,17	35,55	62,52	57,80	64,
Larves Cirripèdes	ε	ε	ε	3,72	36,13	75,86	47,62	14,90	8,00	2,
<i>L. Pissidia l.</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>L. Thalassinidés</i>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL L. DECAPODES	ε	ε	ε	6,02	3,66	0,07	1,10	1,12	1,95	2,
TOTAL CRUSTACES	93,67	89,62	89,50	94,60	90,84	90,65	88,03	78,85	67,06	39,
<i>Oikopleura dioica</i>	4,20	4,67	1,40	1,00	4,97	3,23	8,52	17,27	29,80	2,
<i>Sagitta setosa</i>	2,00	6,34	2,87	1,83	0,26	0,05	ε	0,02	5,00	0
Gastéropodes	ε	0	6,7	1,8	2,36	1,53	1,10	1,45	1,67	2,
Cnidaires	ε	ε	ε	ε	ε	ε	0,25	0,45	0,50	4,
TOTAL ANNELIDES	1,00	0,26	0	0,70	1,57	5,96	1,06	0,63	0,20	0

Ainsi, en août, parmi les copépodes qui sont toujours les plus nombreux, *Temora longicornis* (10%) est devenu presque aussi abondant que *Centropages hamatus* (12%), tandis que *Acartia clausi* domine (35%).

Dès la fin du mois d'août, le méroplancton diminue très rapidement, surtout les larves de décapodes (5%) et les larves de cirripèdes (2,6%).

De ce fait, l'appendiculaire *Oikopleura dioica* devient relativement plus important (20,5%). En septembre, une nouvelle phase du cycle quantitatif s'amorce. La population zooplanctonique est modifiée dans sa composition.

Globalement, l'effectif total se stabilise à un palier d'environ 5.300 individus par 10 m³ d'eau. Le méroplancton diminue très rapidement ; les larves de crustacés décapodes disparaissent laissant les copépodes dominer dans tous nos échantillons (à 94%). *Acartia clausi* demeure l'espèce la plus abondante (41%).

Nous pouvons donc dire qu'en Septembre l'effectif n'est plus que la moitié de celui de juillet, au moment où la structure de la population perd ses caractéristiques estivales.

Dès le début de l'hiver, le zooplancton est dans sa phase annuelle la plus pauvre. Le 15 janvier, nous ne comptons que 600 individus environ pour 10 m³ d'eau ce qui représente moins de 3% du stock observé en juillet.

Mais déjà, dès la fin du mois de janvier, nous voyons "arriver" très rapidement les larves *nauplii* de crustacés cirripèdes, qui représentent le premier contingent larvaire du méroplancton de l'année 1977.

Dès février, alors que l'essentiel des taxons est représenté par *Pseudocalanus minutus* (48%) et *Paracalanus parvus* (16%) (copépodes calanoïdes), les nauplii de cirripèdes augmentent leur importance relative et leur effectif très rapidement : 3,7% au début, puis 36% à la fin de ce mois. Début mars, l'effectif total de zooplancton est remonté à 5.300 individus par 10 m³, consécutivement à l'arrivée massive des larves *nauplii* de cirripèdes qui représentent près de 76% de la population. Chez les copépodes (13%), *Pseudocalanus minutus* (8,6%) et *Paracalanus parvus* (2,8%) sont toujours les plus abondants. C'est aussi à cette époque que nous voyons apparaître des larves d'annélides polychètes (6%), des oeufs de poissons, lesquels succèdent au bloom des cirripèdes et constituent ensemble l'apport méroplanctonique printanier.

Avril marque une légère baisse du stock par rapport à mars, due à la diminution des cirripèdes et du copépode *Paracalanus parvus* (1%) et, malgré l'augmentation de l'effectif de *Pseudocalanus minutus* (23%). D'autres copépodes deviennent de plus en plus nombreux, tels *Centropages hamatus* (4,2%), *Acartia clausi* (3,3%) et *Temora longicornis* (1,5%).

En mai, le nombre total d'individus du zooplancton augmente très sensiblement, et atteint un maximum printanier.

En effet, nous comptons près de 6.600 individus pour 10 m³ d'eau, parmi lesquels nous trouvons jusqu'à 30% d'appendiculaires *Oikopleura dioica*, espèce permanente du plancton, qui constitue du fait de sa taille assez grande (0,1 à 2 mm environ) une source de nourriture non négligeable.

Les copépodes d'affinité hivernale comme *Pseudocalanus minutus* (14,8%) s'effacent devant *Centropages hamatus* (15,5%) et surtout *Temora longicornis* (16,5%)

En juin, nous trouvons 84,2% de copépodes parmi lesquels domine *Temora longicornis* (30,5%), tandis qu'augmente très rapidement *Acartia clausi* (18,3%) et que se stabilise *Centropages hamatus* (15%). Des copépodes d'hiver ne subsiste plus que *Pseudocalanus minutus* (8,6%). Le méroplancton augmente également son effectif à cause principalement des larves de décapodes (2,8%) et des hydroméduses.

Le zooplancton à FLAMANVILLE présente donc de juillet 1976 à juin 1977 un cycle quantitatif et qualitatif assez classique constitué des phases principales suivantes :

- un maximum d'abondance estival (juillet 1976) correspondant aux eaux les plus chaudes (16° C.).
- un minimum hivernal fin janvier pour des eaux froides (7° C.) où nous trouvons essentiellement des espèces permanentes toute l'année en particulier les copépodes.
- un fort enrichissement printanier, correspondant aux arrivées successives de larves du méroplancton, (plancton temporaire) qui commence dès le mois de février avec la production de larves de cirripèdes.

3.3. Variations quantitatives saisonnières des espèces du zooplancton de FLAMANVILLE.

Les différents points géographiques étudiés se situent sur le secteur décrit par les benthologues (voir chapitre : Benthos) comme fonds de cailloutis et graviers plus ou moins ensablés présentant deux faciès :

- a) l'un, très côtier, devant de cap de FLAMANVILLE (influençant la station "A" côtière) est un faciès d'appauvrissement par forte turbulence, c'est le lieu de développement des balanes dont les larves sont émises en grand nombre, principalement en mars qui est le moment de reproduction de *Balanus balanoides*.

b) Le deuxième faciès décrit par CABIOCH, RETIERE, JOUAN et HAMON est le faciès à *Nucula nucleus* sur les cailloutis et graviers. L'épifaune vagile a déjà été décrite dans l'étude d'avant-projet de FLAMANVILLE. L'espèce, dont la constance est supérieure à 50% est *Pisidia longicornis*. Les larves de cette espèce se trouvent dans nos récoltes en abondance au mois de juillet 1976. Sur ces mêmes fonds, les annélides *Nereis*, les décapodes, *Ebalia*, *Macropipus*, *Galathea* et différents *Pagurus* essaient leurs larves dans le plancton (voir plus loin, les périodes de récolte des larves de décapodes et annélides).

Le plancton recueilli à FLAMANVILLE au cours de cette première année d'étude est un plancton constitué essentiellement de crustacés soit holoplanctoniques (copépodes), soit méroplanctoniques (*Pisidia*, galathées, brachyours, pagures, cirripèdes). Un autre groupe holoplanctonique important quantitativement à FLAMANVILLE est le groupe des appendiculaires avec l'espèce commune en Manche Occidentale *Oikopleura dioica*. La figure II.80 représente l'évolution saisonnière du pourcentage des grands groupes du plancton à FLAMANVILLE : copépodes, larves de crustacés, appendiculaires et chaetognathes.

Nous décrirons successivement les espèces en insistant plus particulièrement sur l'ensemble des crustacés qui constituent pour FLAMANVILLE une biomasse très importante.

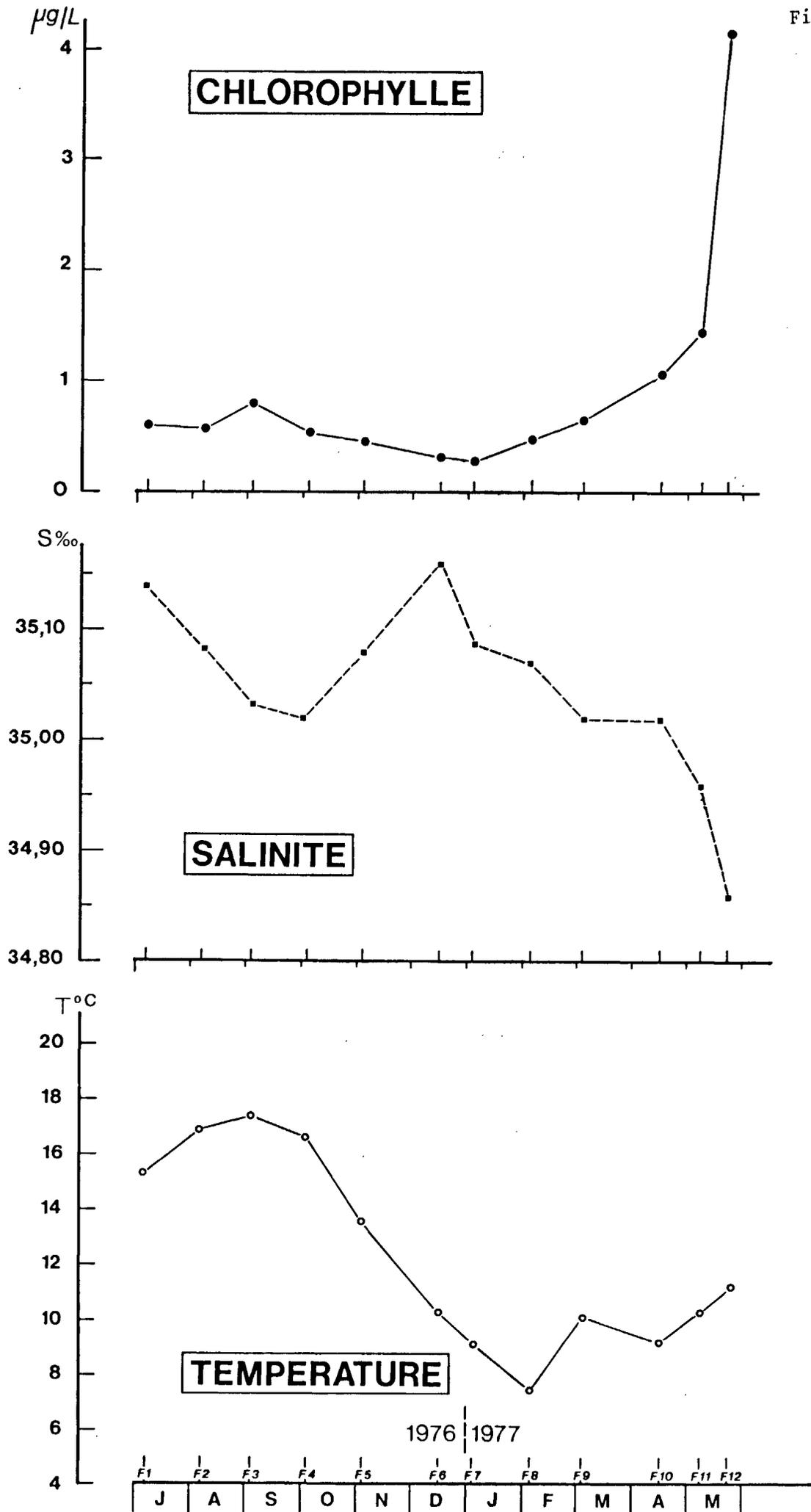
Pour le groupe des crustacés, nous exposerons successivement les résultats relatifs aux crustacés holoplanctoniques principalement les copépodes et les crustacés méroplanctoniques ou larves de cirripèdes, décapodes, etc...

3.3.1. LES COPEPODES

Nous avons représenté sur la Fig. II.81 les variations du total des copépodes. On voit que l'effectif diminue légèrement entre juillet et août. Au mois de septembre (mi-septembre), on observe un maximum, à mettre vraisemblablement en relation avec le maximum de chlorophylle (Fig. II.82), qui doit correspondre à la poussée phytoplanctonique d'automne. On verra plus loin que la reproduction de quelques espèces s'est trouvée sans doute facilitée par la production de cellules végétales à cette époque. Le groupe des copépodes subsiste l'hiver

VARIATIONS SAISONNIERES MOYENNES

Fig. II.82



mais avec une très faible abondance, le minimum étant marqué en fin février pour la plupart des espèces. C'est le moment du minimum thermique et, à cette époque, peu d'espèces se maintiennent. Seule prolifère *Pseudocalanus minutus* (voir plus loin).

Le printemps particulièrement froid de 1977 ne favorise pas la croissance des populations de copépodes et les effectifs totaux ne commencent à croître qu'en mai. Les différentes espèces étudiées ont été suivies essentiellement du point de vue de leurs variations saisonnières et de leur période de reproduction. Au cours de cette première année, nous avons au contraire peu de résultats significatifs relatifs à la distribution côte large et à la variation quantitative sur un cycle de marée en un point fixe. Les conditions hydrologiques et l'absence de stratification des eaux sont certainement une des causes principales.

I - Variations saisonnières des principales espèces

Nous avons analysé essentiellement les variations saisonnières en rapport avec le taux de renouvellement et la reproduction.

Pour trois espèces de copépodes, *Temora longicornis*, *Centropages hamatus* et *Acartia clausi*, nous avons étudié sur les échantillons recueillis au filet fin 80 μ les stades juvéniles ou copépodites. Les copépodes sont des espèces relativement petites puisque les tailles des adultes recueillis varient entre 150 μ et 1,5 cm. Les espèces recueillies à FLAMANVILLE sont peu nombreuses et représentent le contingent faunistique classique des eaux côtières de la Manche Occidentale 20 à 25 espèces sont fréquentes et une dizaine d'espèces seulement représentent plus de 90% du total des copépodes.

Les copépodes possèdent plusieurs "stades larvaires", le passage d'un stade à l'autre se faisant par mue. Nous n'étudions pas ici, pour des raisons de difficultés techniques et de pêche spéciale les stades les plus jeunes après le stade oeuf, c'est-à-dire les deux stades "nauplius" et "métanauplius". Nous distinguons, dans la présente étude, les stades suivants ou stades copépodites au nombre de cinq désignés par C1, C2, C3, C4, C5 et les adultes ou C6 mâles (δ) et C6 femelles(0).

+

A - Acartia clausi (Fig. II.81,II.83,II.84) et tableau n° 25 en Annexe).

Espèce cosmopolite très largement répandue en Manche. Elle contribue, pour une large part, aux variations du total copépodes (Fig. II.81. Son maximum observé se situe en fin d'été, et son minimum en février. De F.1 à F.12 (voir Rapport d'Avancement précédent), on remarque :

- a) L'existence de jeunes C.1 à C.5 jusqu'en automne.
- b) Que la proportion d'adultes très importante par rapport aux jeunes en février avec un contingent minimum. On peut dire que seuls les adultes subsistent en hiver.
- c) Le stock des jeunes C.1 commence à apparaître régulièrement à partir du 3 mars 1977, et au printemps tous les stades sont représentés.

Les deux périodes de maximum de reproduction sont : l'été et le printemps.

B - Centropages hamatus (Fig. II.85,II.86,II.87) et tableau n° 26 en Annexe).

Son abondance diminue de juillet à septembre, une augmentation de la population apparaît en octobre, diminue jusqu'en février, et recroît surtout en avril-mai. L'examen des juvéniles (fig. II.86) fait apparaître une production de jeunes C1 :

- a) Entre le 23 juillet et le 6 août (entre F'1 et F2).
- b) Entre le 4 septembre et le 16 septembre, c'est-à-dire entre F3 et F'3. Cette deuxième reproduction est sans doute responsable de l'augmentation de la population en octobre.
- c) Entre le 2 février et le 17 février (entre F8 et F'8) responsable de la croissance de la population en F9 (mission du 3 mars).

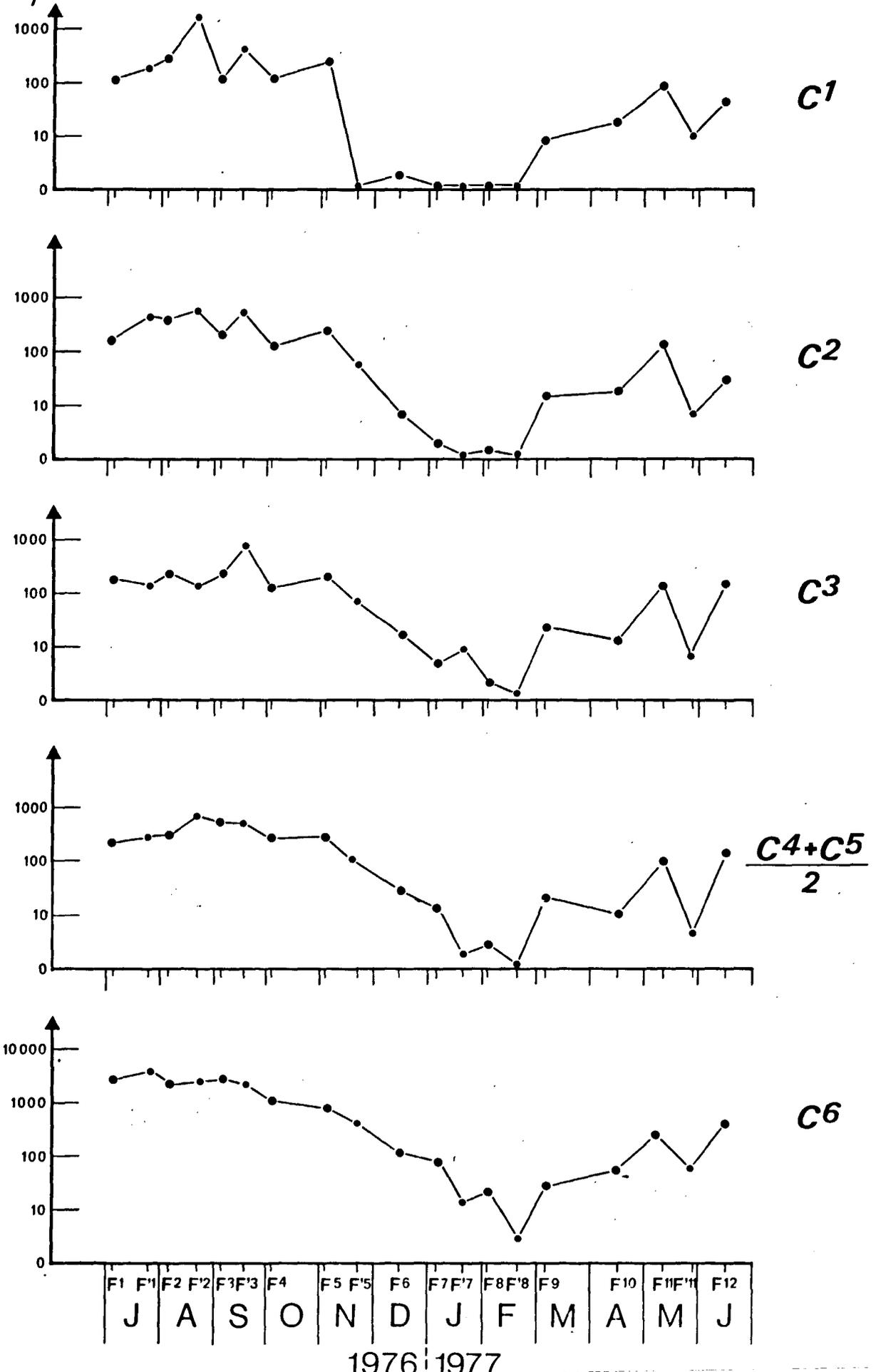
REMARQUE :

Pour la mission F'8 (17 février), on observe par comptage de l'échantillon recueilli au filet 200 μ le minimum annuel d'abondance (Fig. II.85). Or, pour cette même mission, l'échantillon recueilli au filet 80 μ , montre que les C1 représentent 54% des individus. On peut donc déduire une production de jeunes très peu avant le 17 février (puisque le 2 février (F8), les C1 représentent 0% de la population).

VARIATIONS SAISONNIERES DES DIFFERENTS STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*

N/10m³

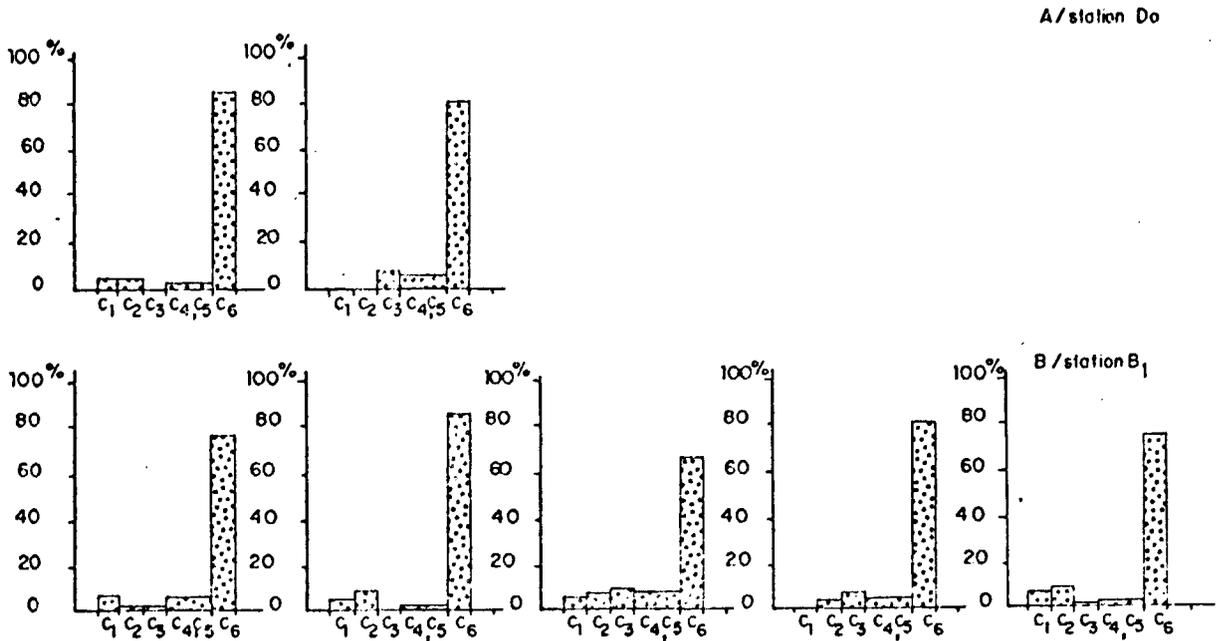
Fig. II.83



FLAMANVILLE 1

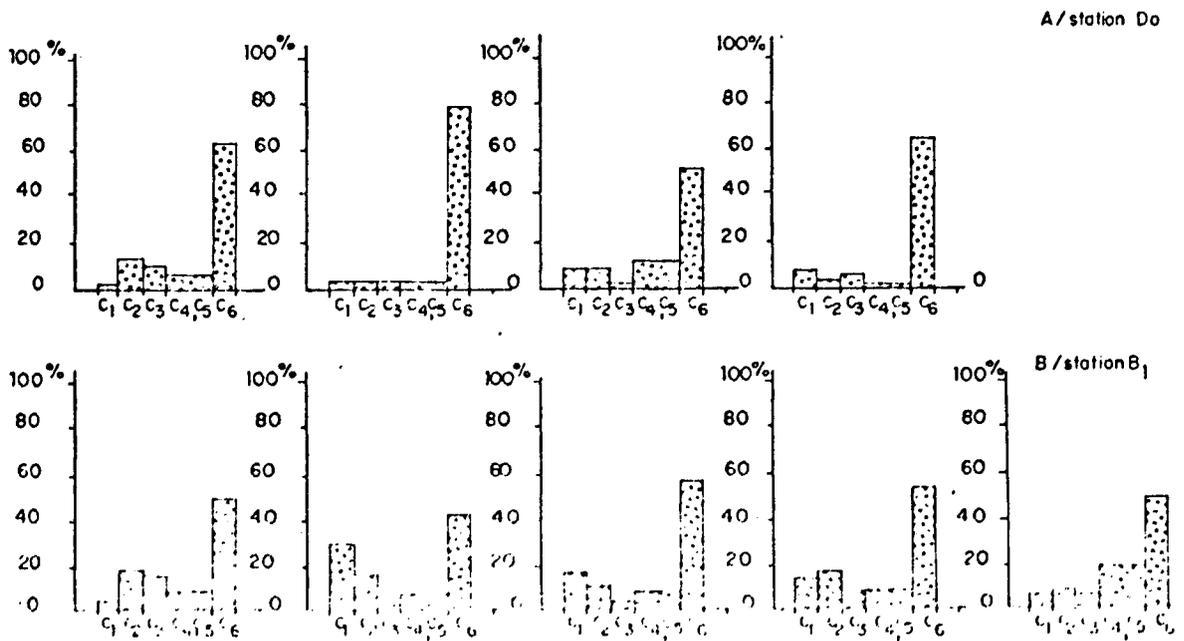
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*

Fig. II.84 a



FLAMANVILLE 2

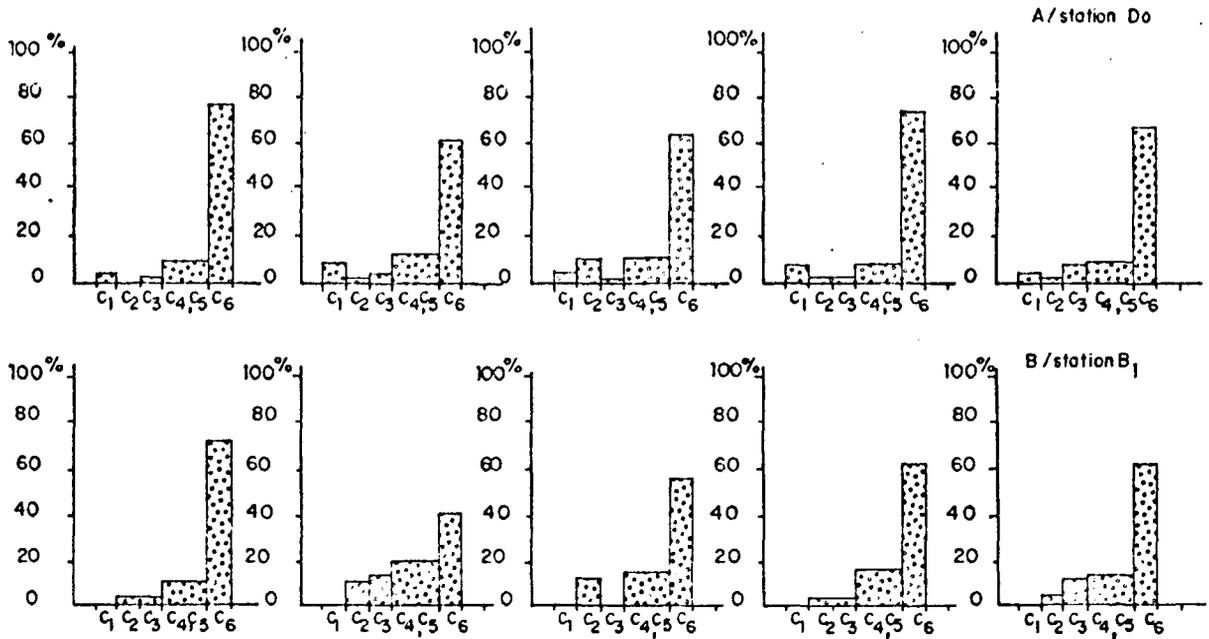
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*



FLAMANVILLE 3

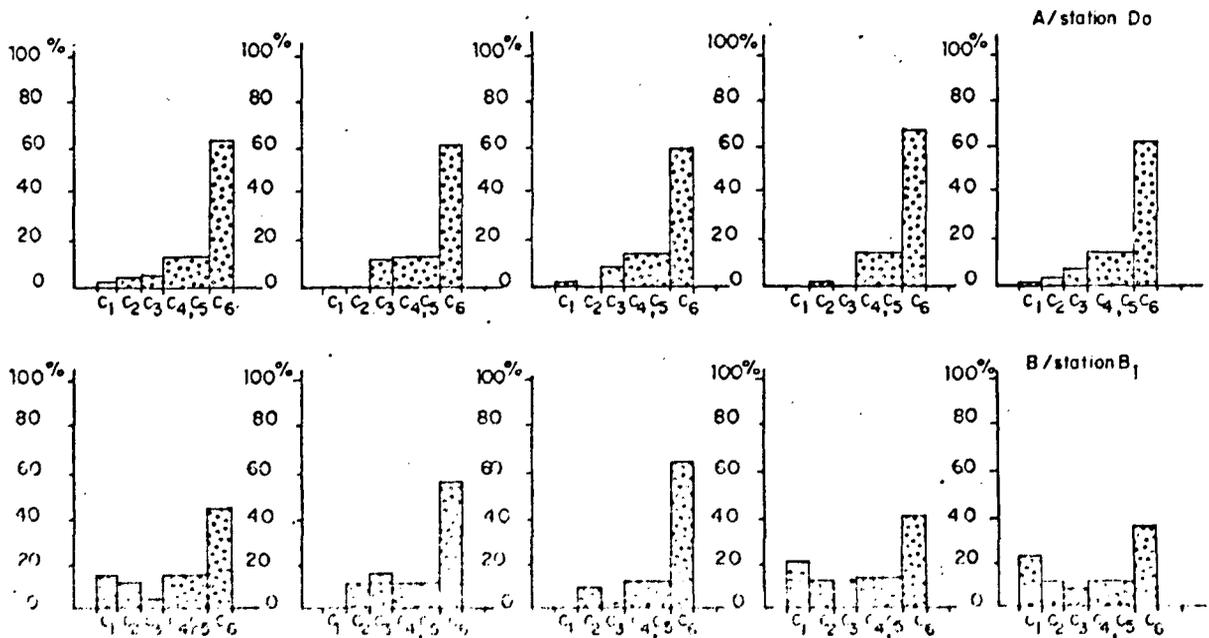
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*

Fig. II.84 b



FLAMANVILLE 4

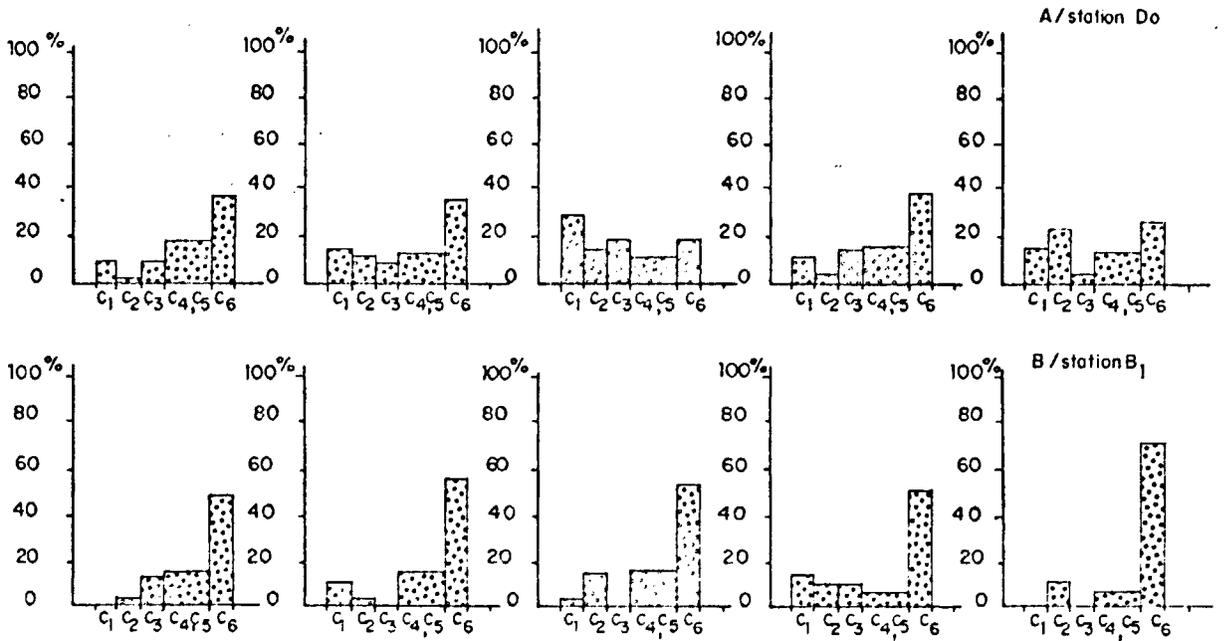
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*



FLAMANVILLE 5

% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*

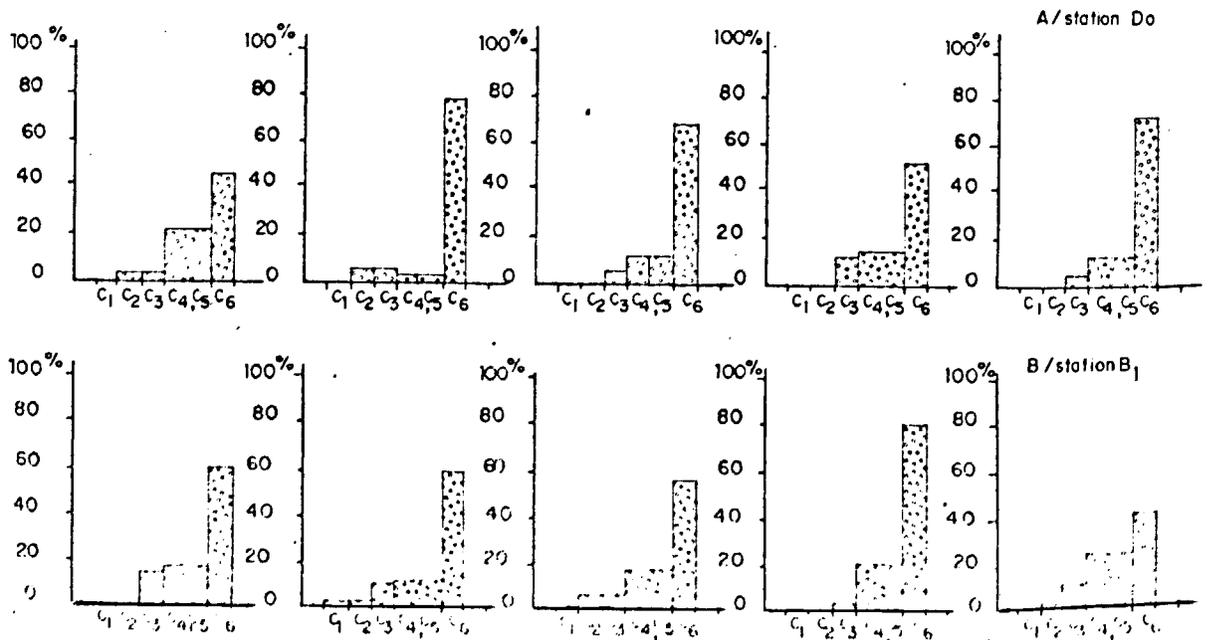
Fig. II.84 c



FLAMANVILLE 6

% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*

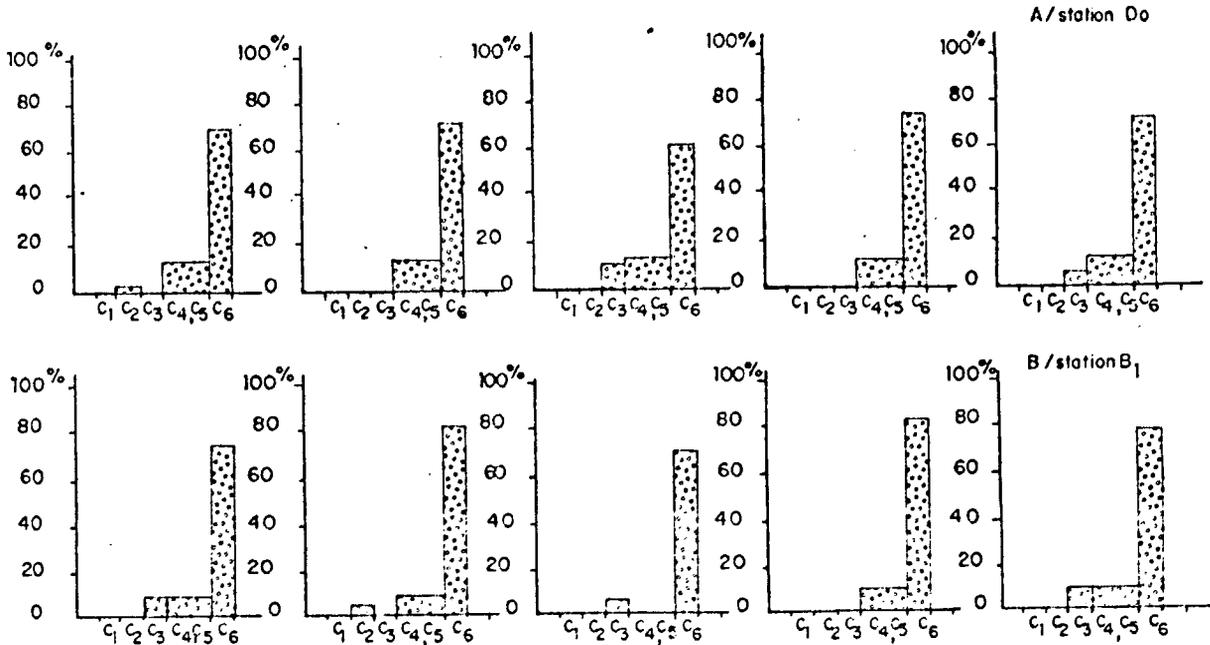
14 / 12 / 76



FLAMANVILLE 7

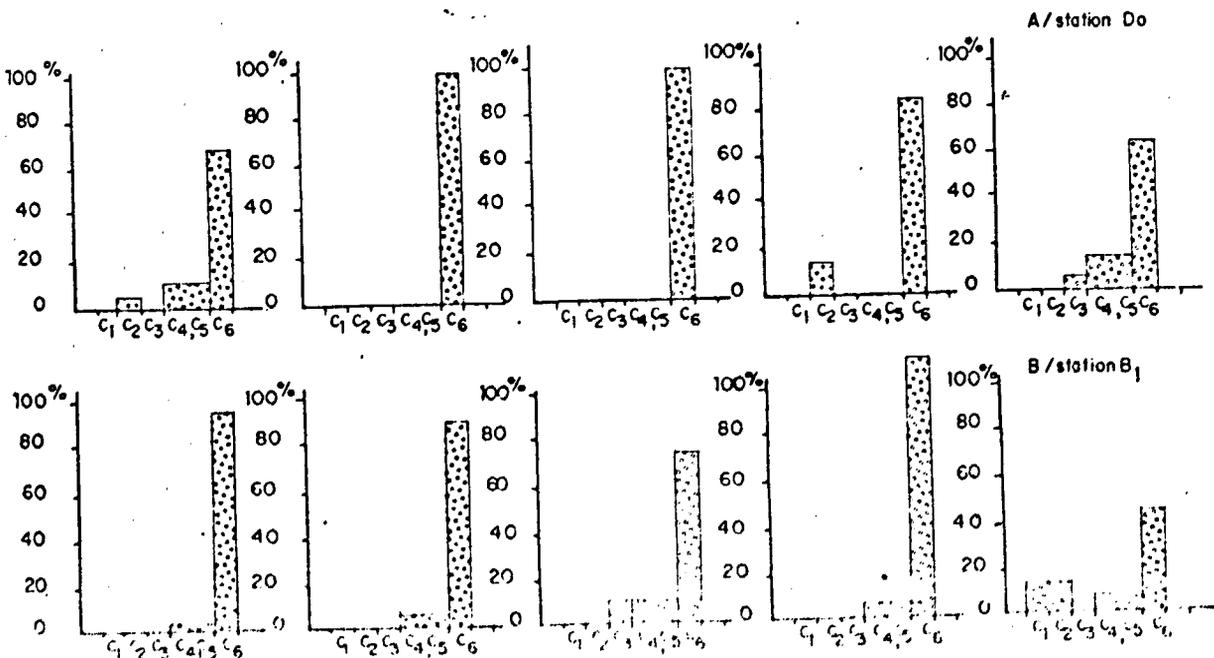
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*
5/1/77

Fig. II.84.d



FLAMANVILLE 8

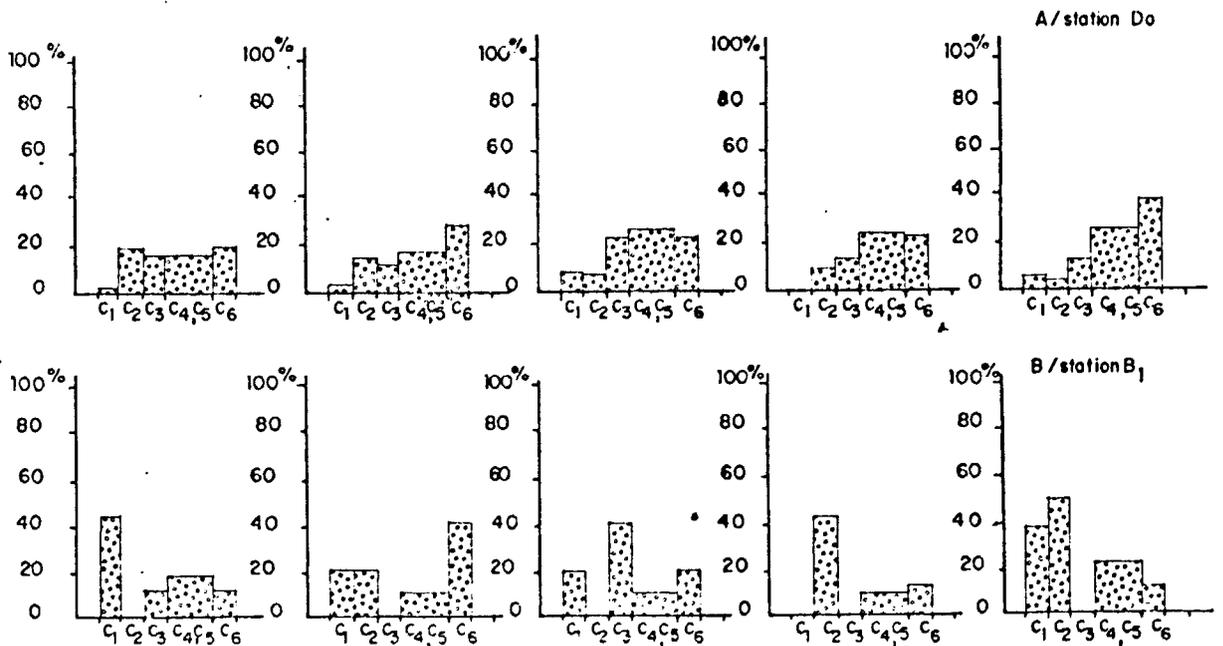
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*
2/12/77



FLAMANVILLE 9

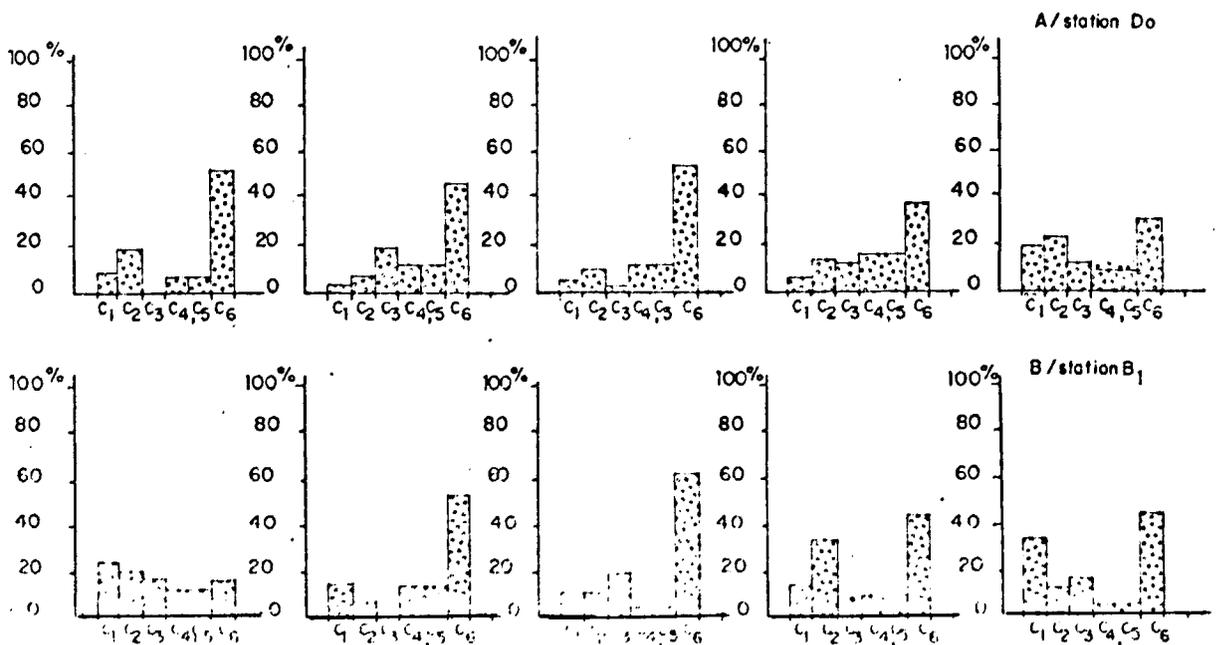
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*
3/3/77

Fig. II.84.e



FLAMANVILLE 10

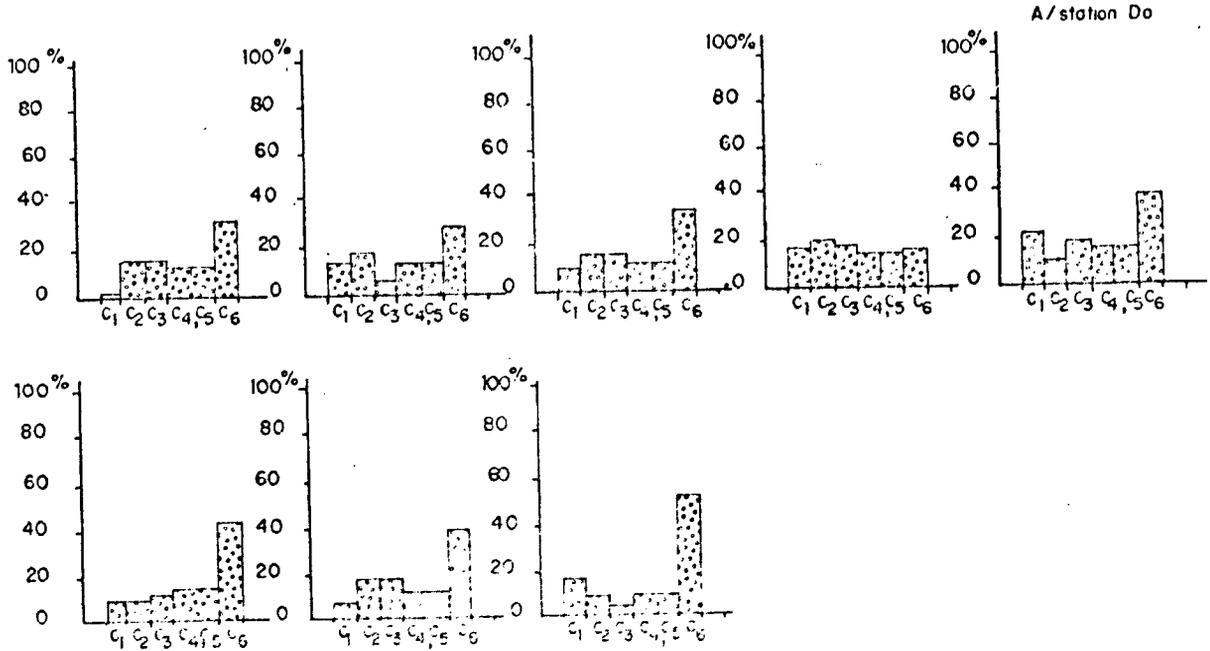
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*
14/4/77



FLAMANVILLE 11

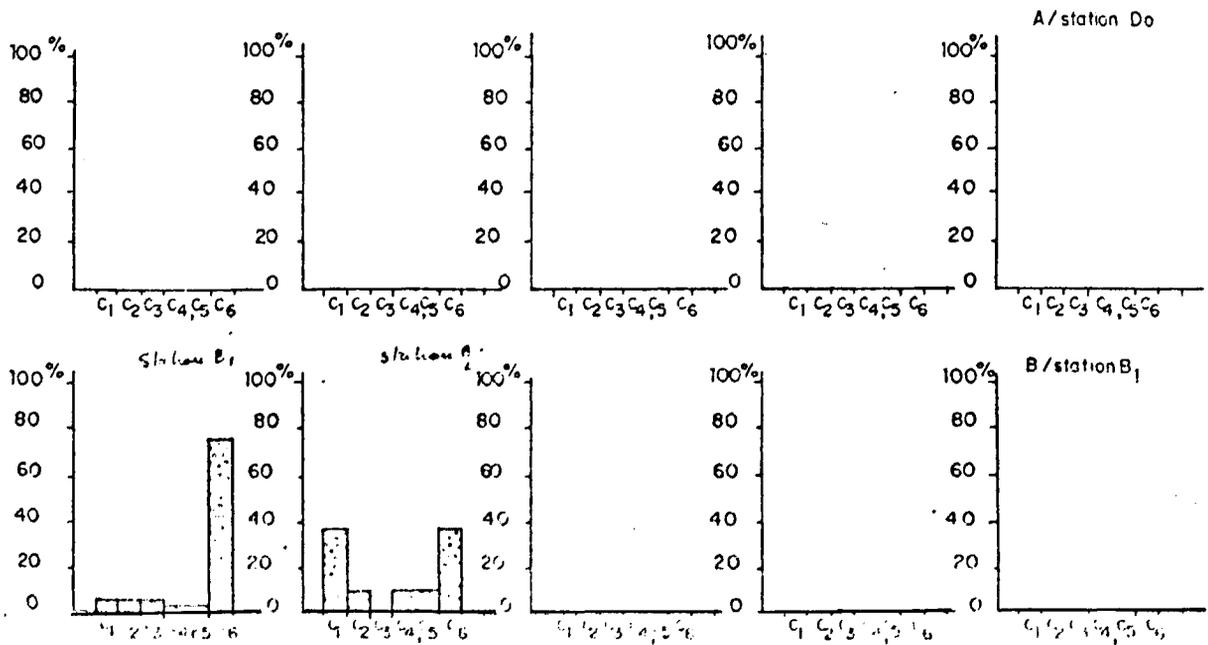
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*
10/3/77

Fig. II.84.f



FLAMANVILLE 12

% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*
24-3-77

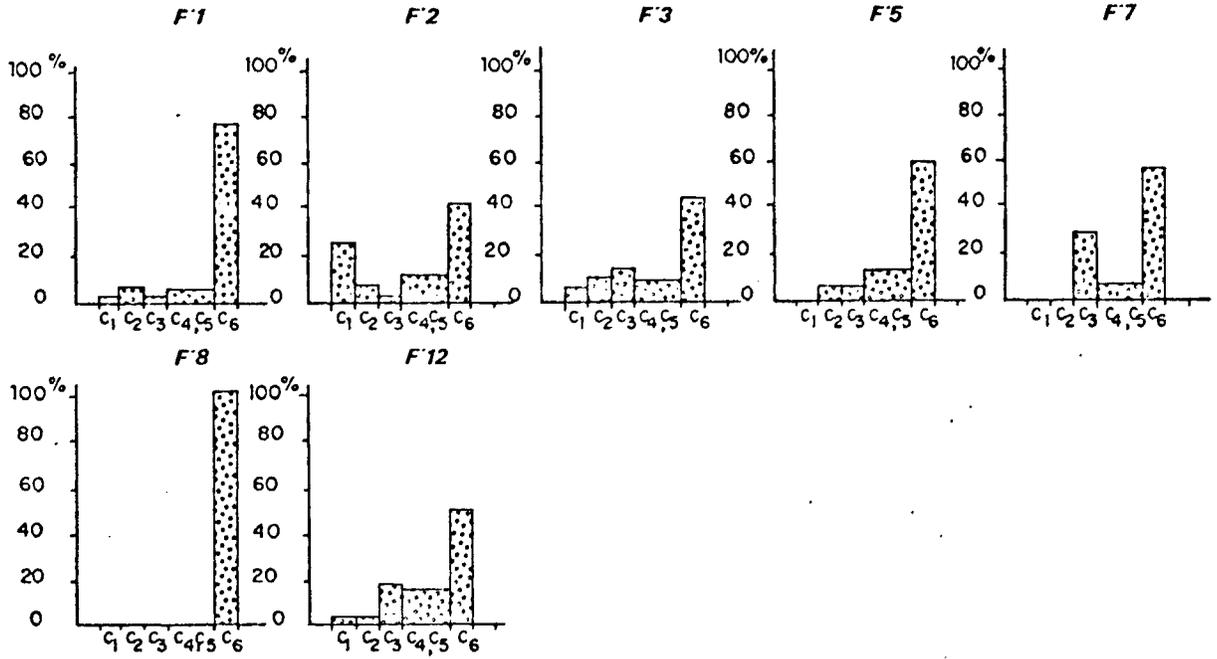


FLAMANVILLE

% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Acartia clausi*

F1,2,3,5,7,8,12 Station "B"

Fig. II.84.g

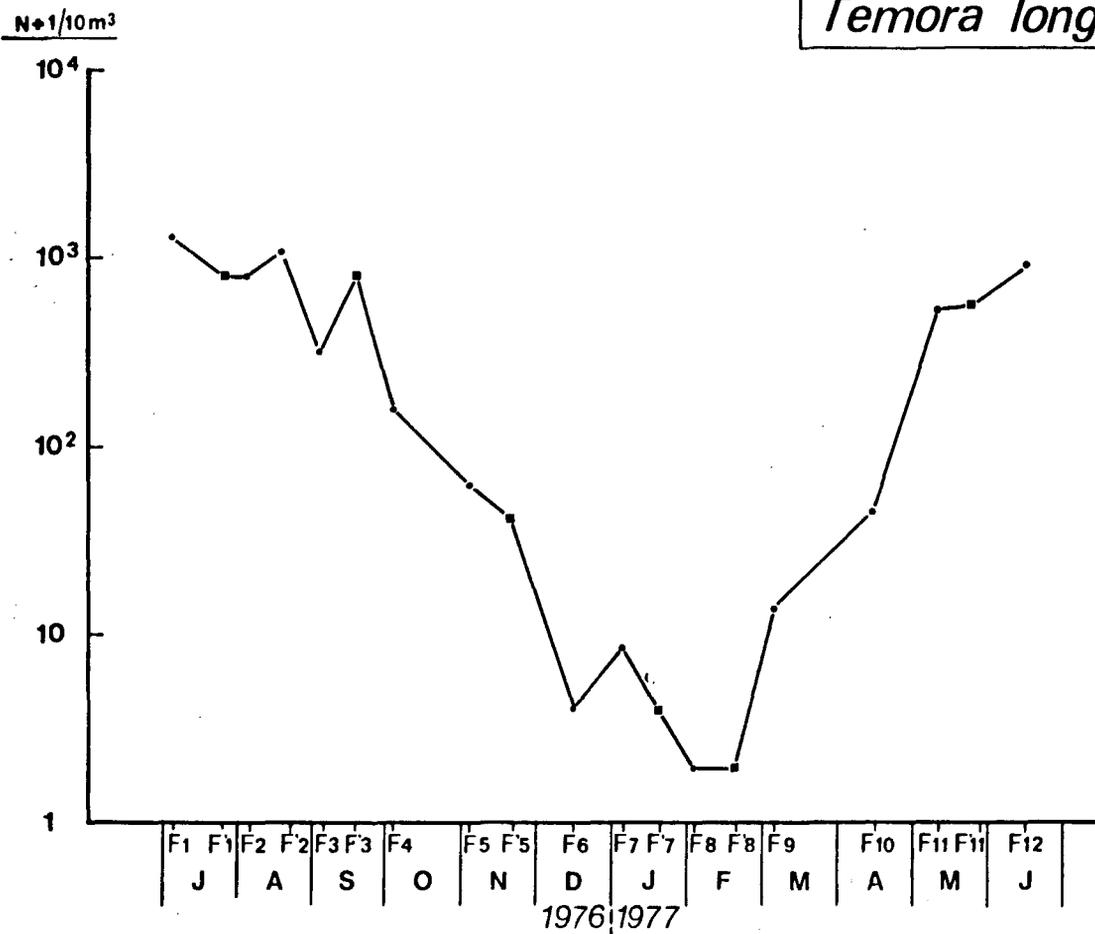
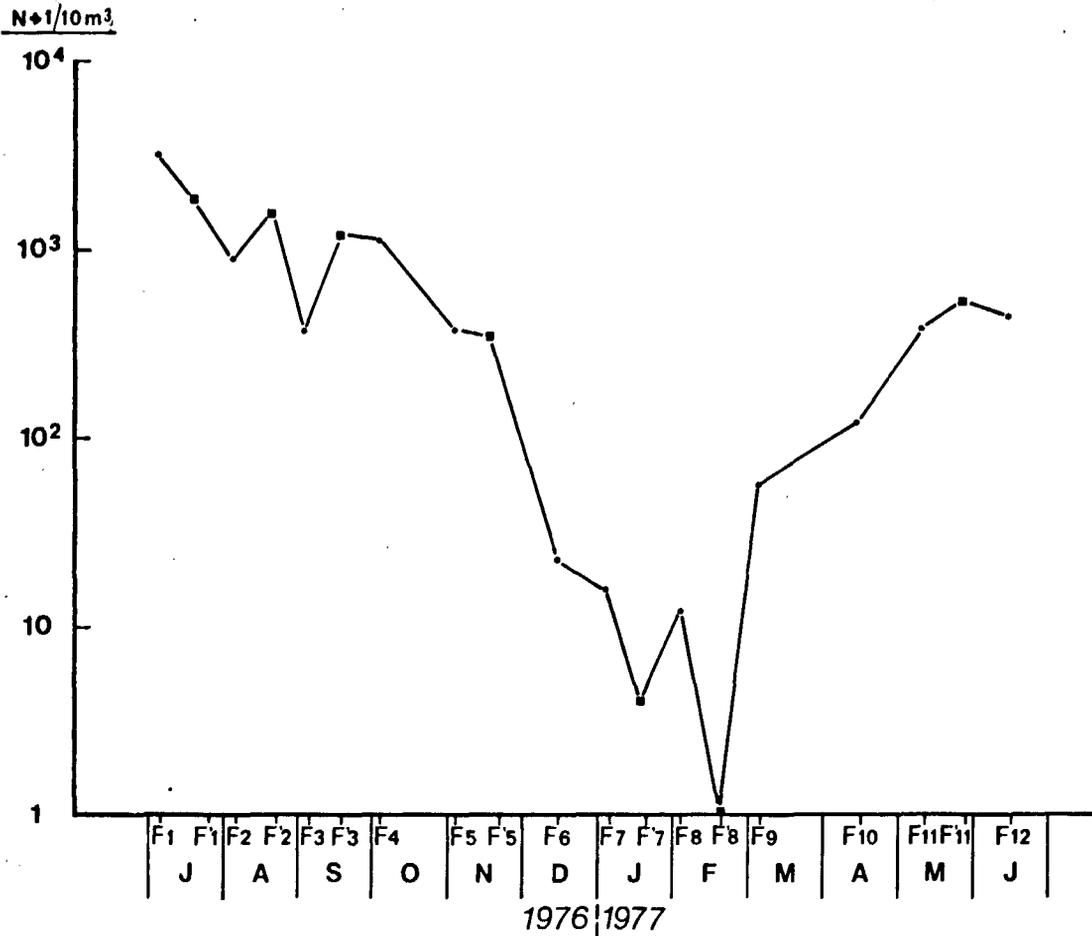


VARIATIONS QUANTITATIVES SAISONNIERES DE...

Fig. II.85

Centropages hamatus

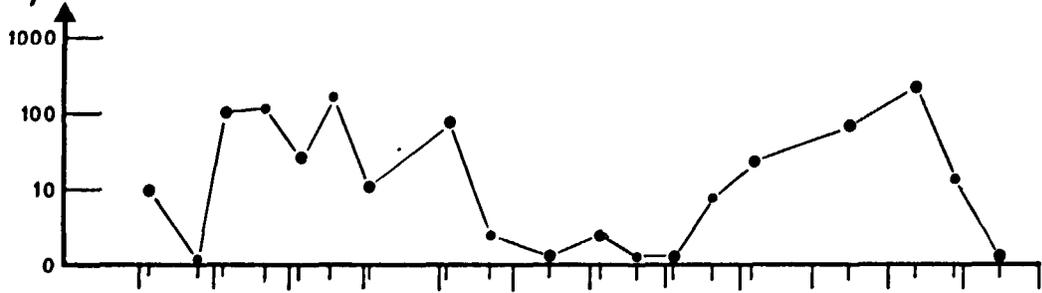
124



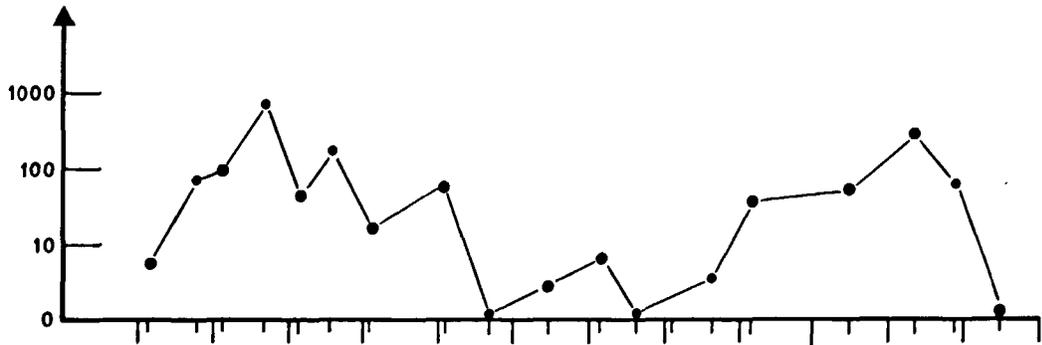
VARIATIONS SAISONNIERES DES DIFFERENTS STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*

$N/10m^3$

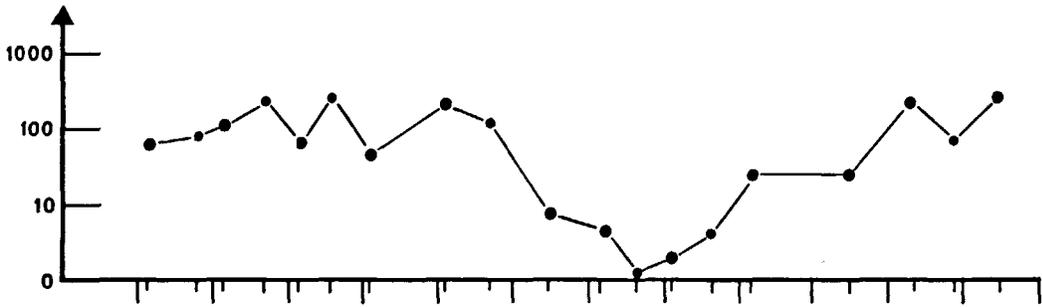
Fig. II.86



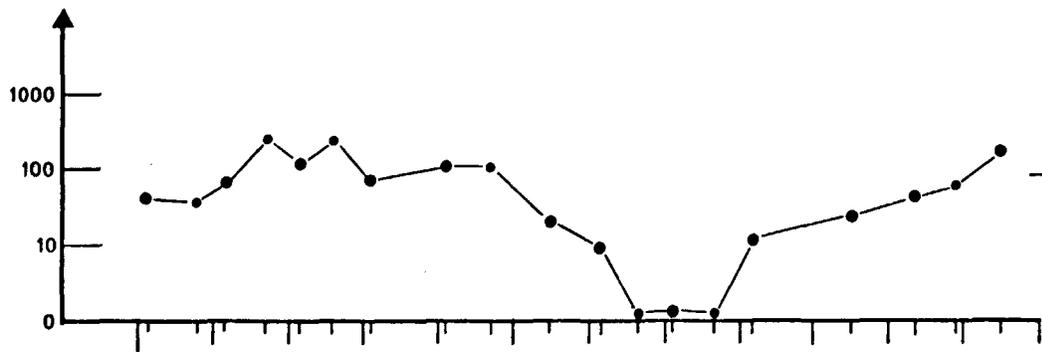
C1



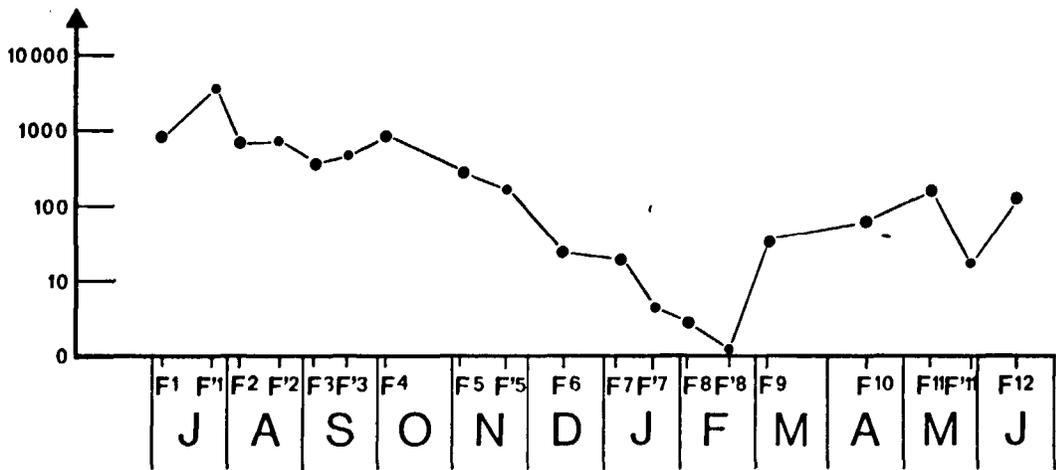
C2



C3



$\frac{C4+C5}{2}$



C6

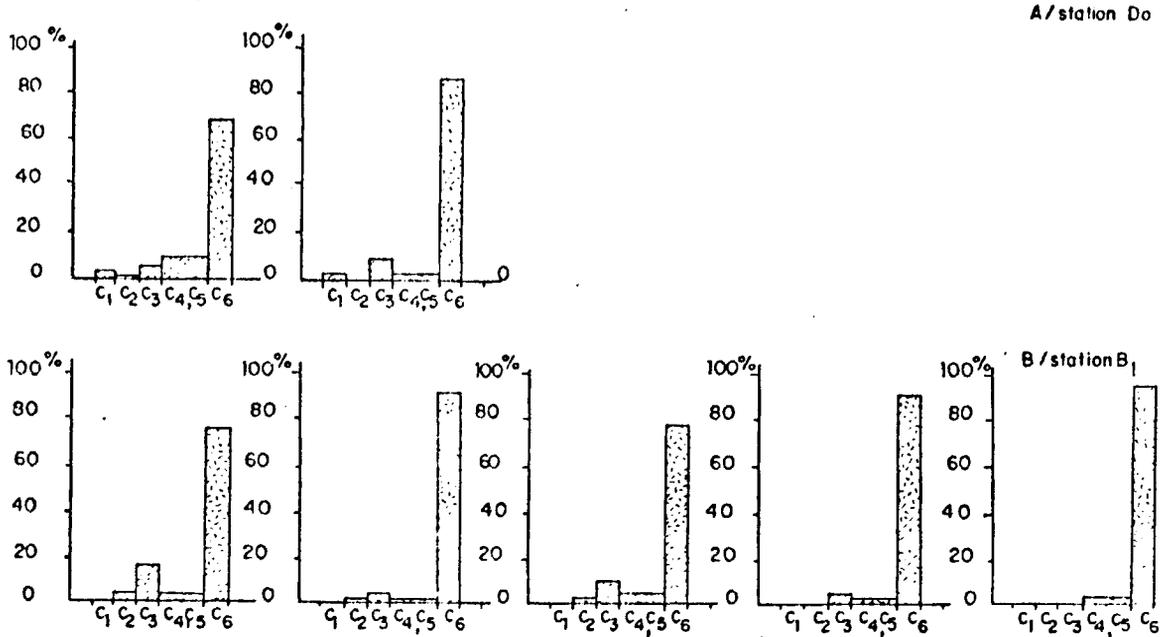
F1	F1'	F2	F2'	F3	F3'	F4	F5	F5'	F6	F7	F7'	F8	F8'	F9	F10	F11	F11'	F12				
J		A		S		O		N		D		J		F		M		A		M		J

1976 | 1977

FLAMANVILLE 1

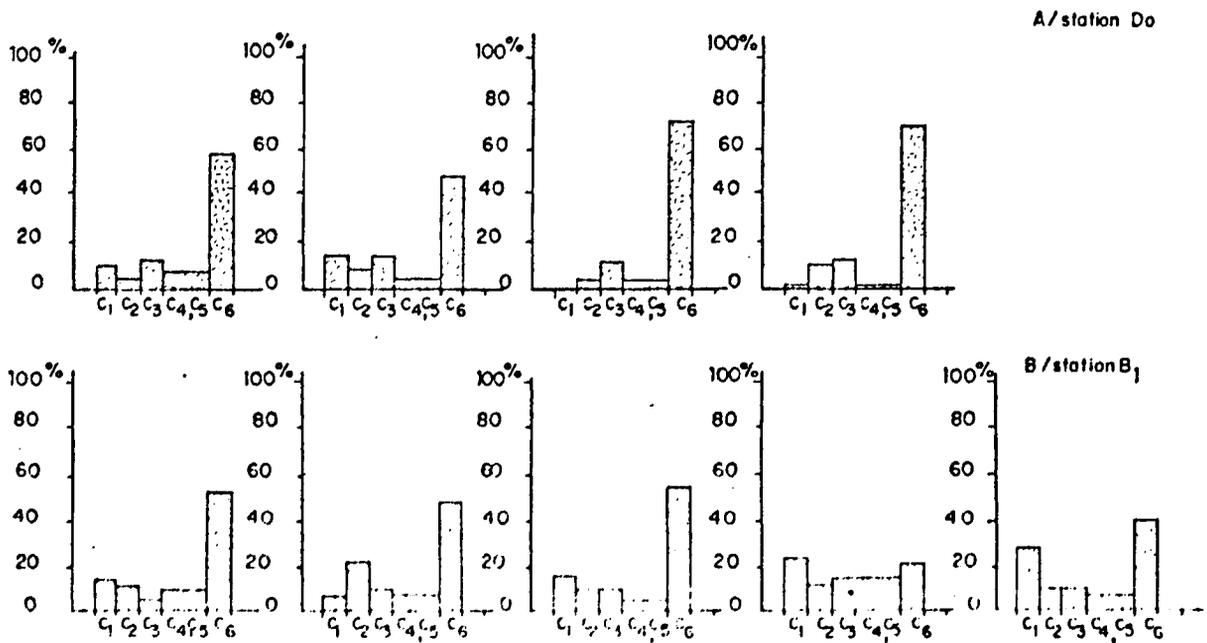
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*

Fig. II.87 a



FLAMANVILLE 2

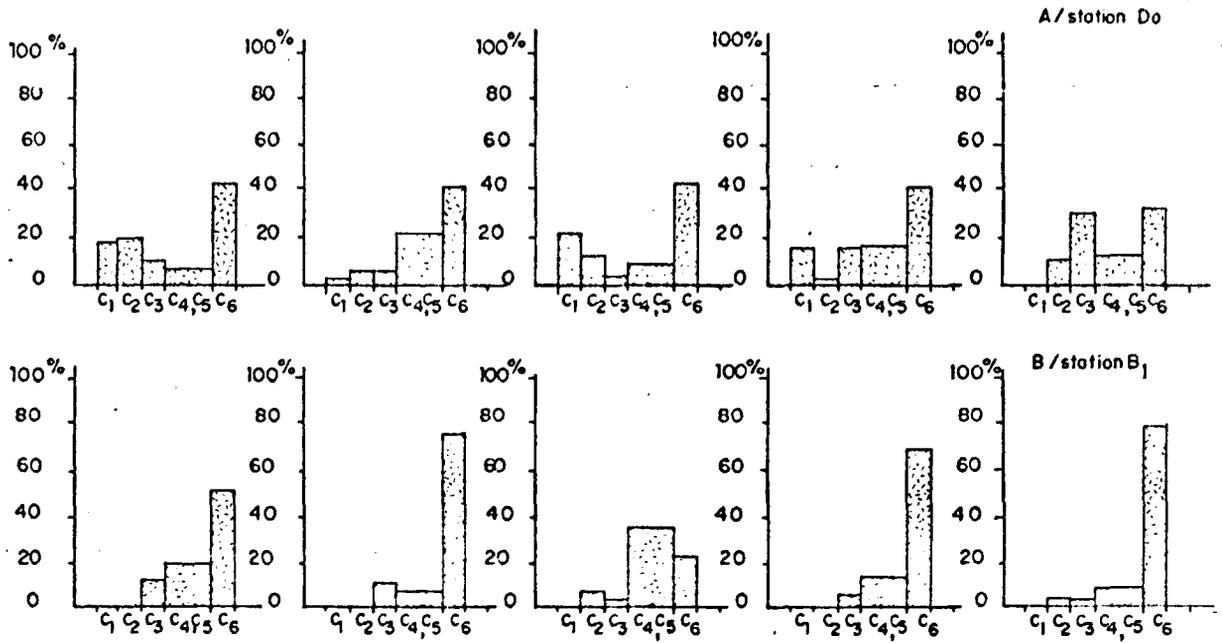
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*



FLAMANVILLE 3

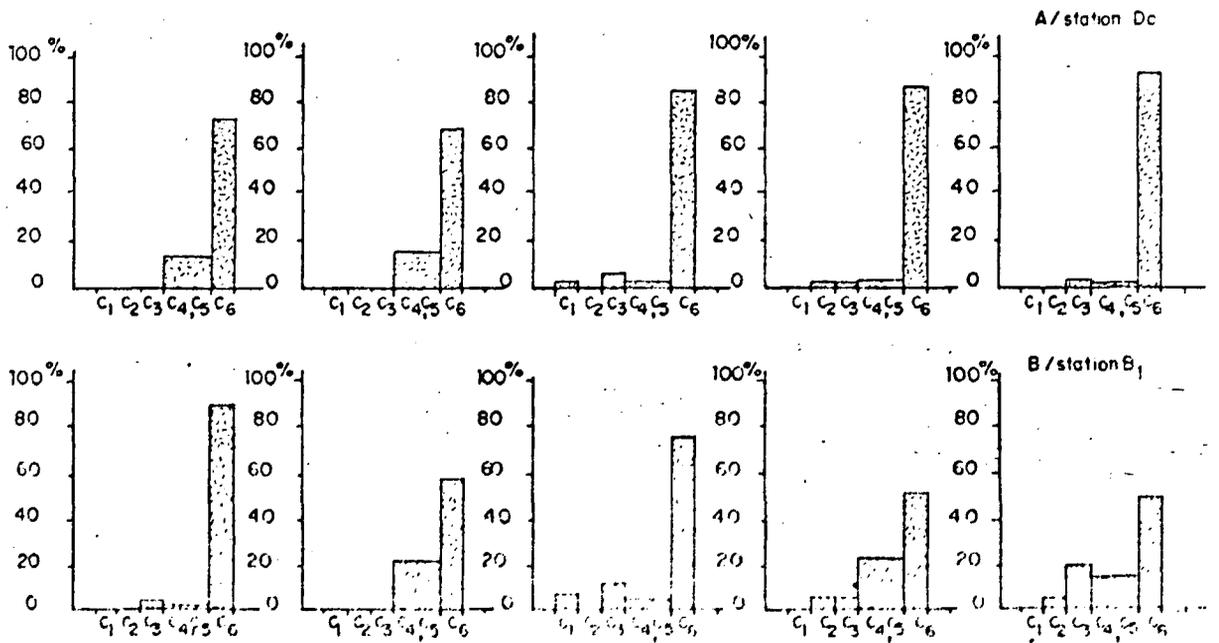
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*

Fig. II.87.b



FLAMANVILLE 4

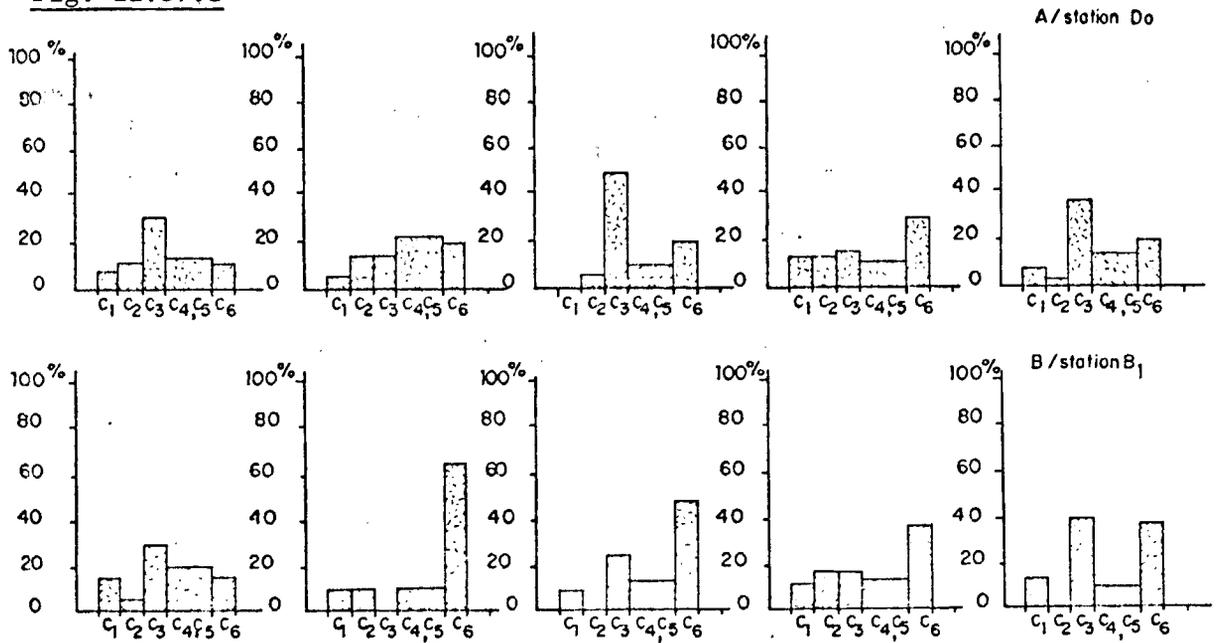
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*



FLAMANVILLE 5

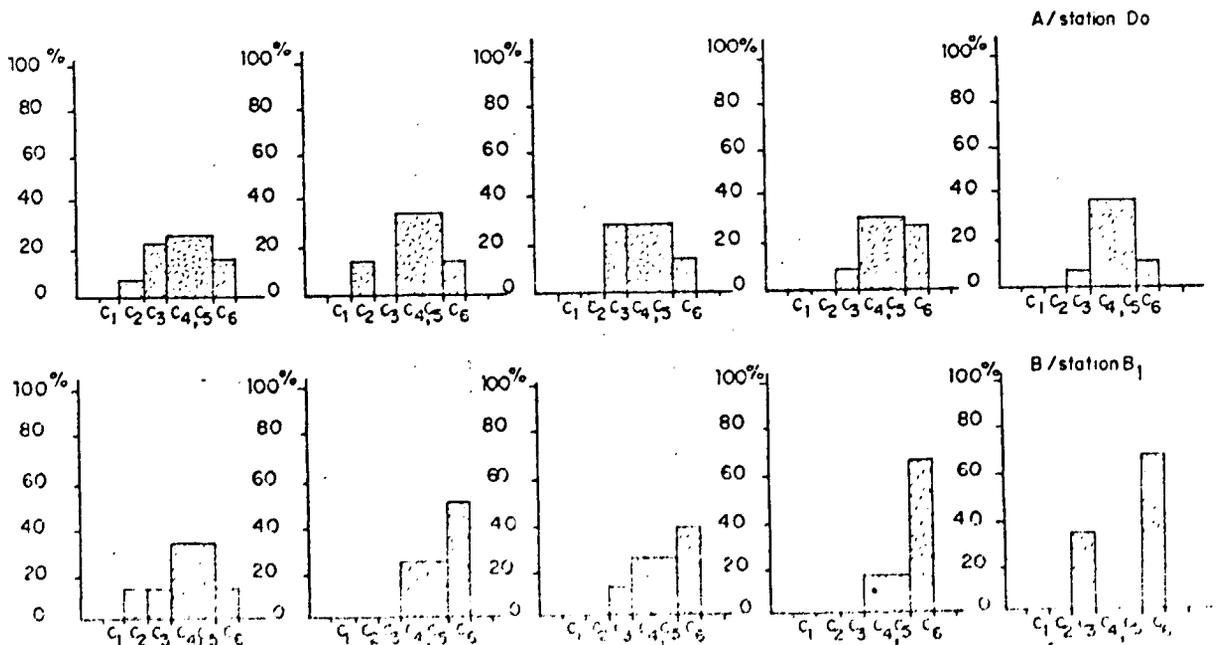
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*

Fig. II.87.c



FLAMANVILLE 6

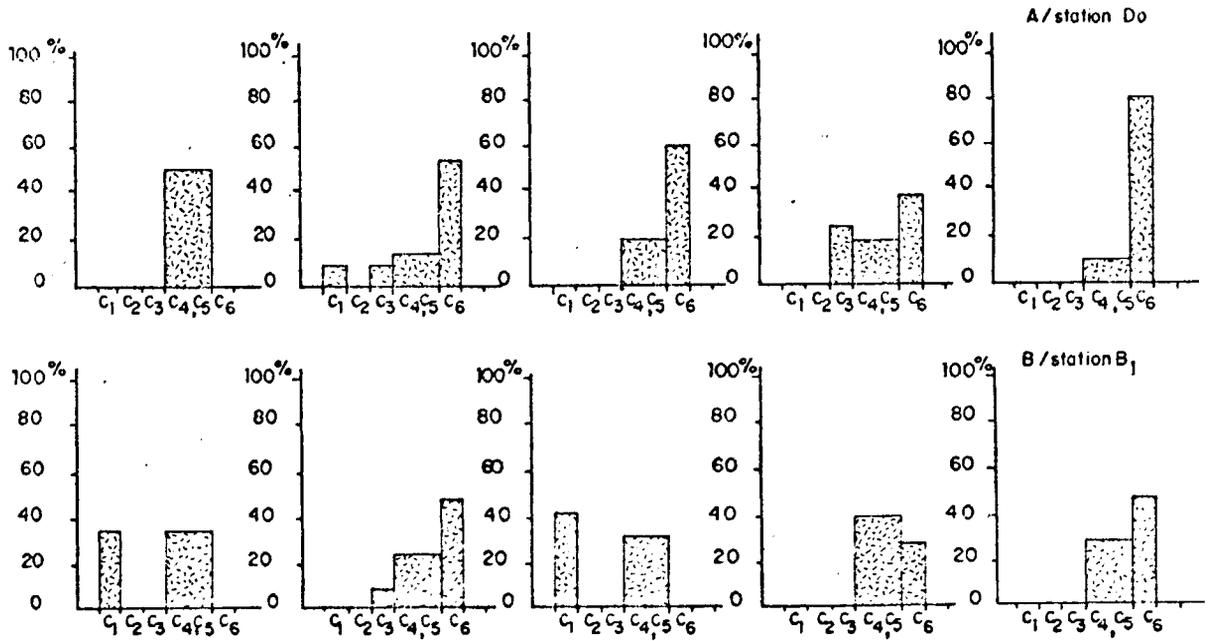
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*



FLAMANVILLE 7

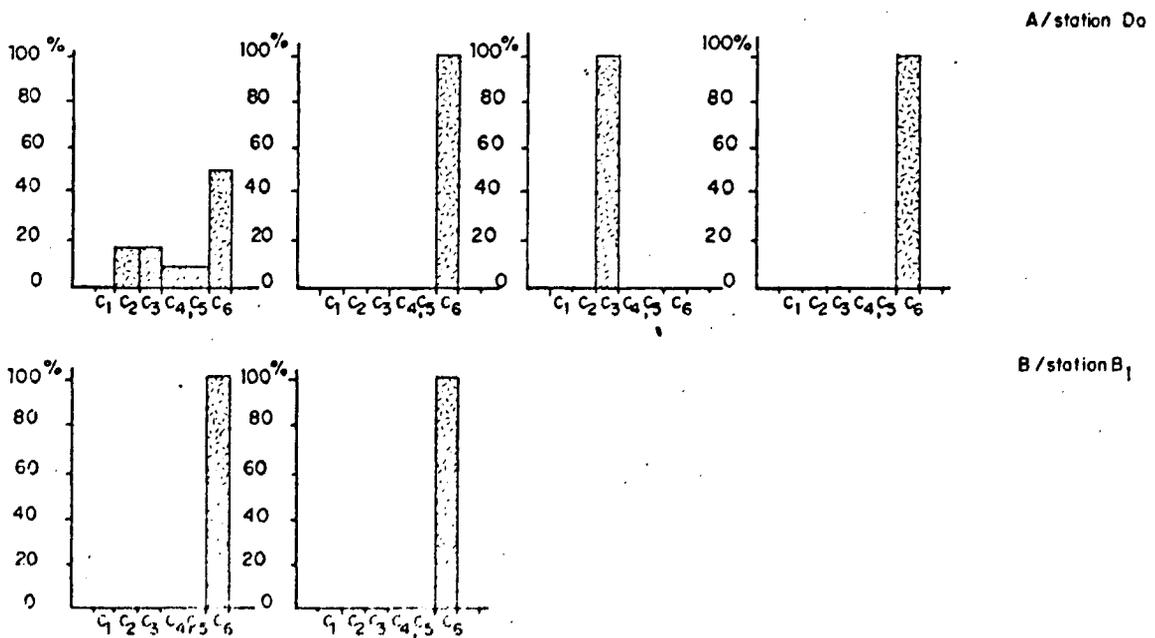
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*

Fig. II.87.d



FLAMANVILLE 8

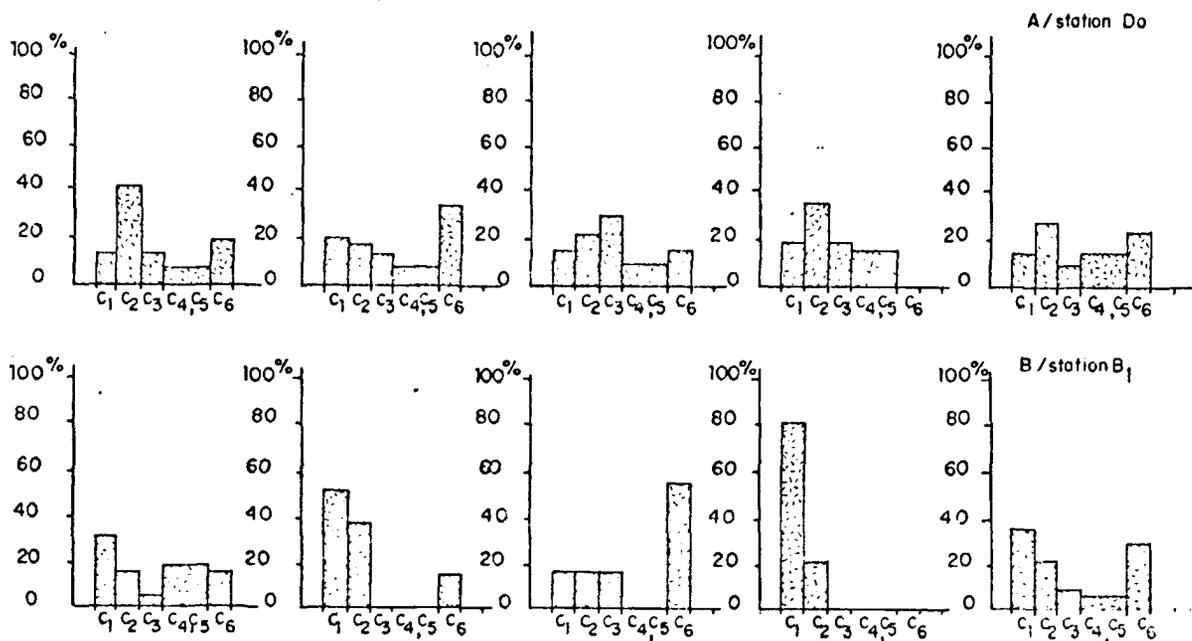
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*



FLAMANVILLE 9

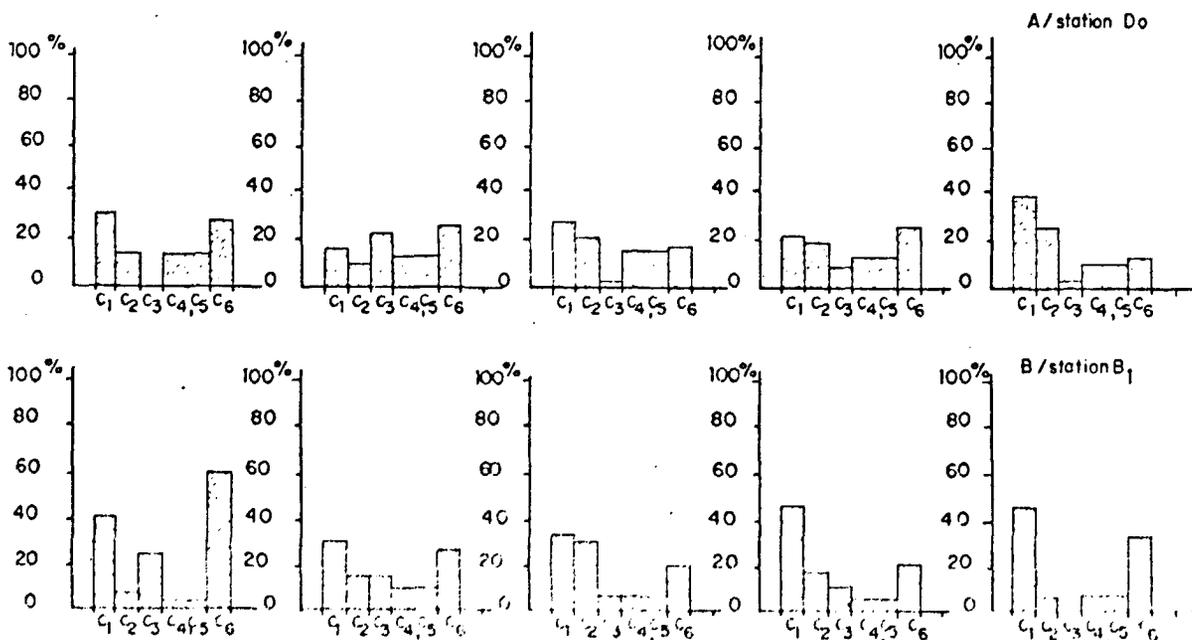
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*

Fig. II.87.e.



FLAMANVILLE 10

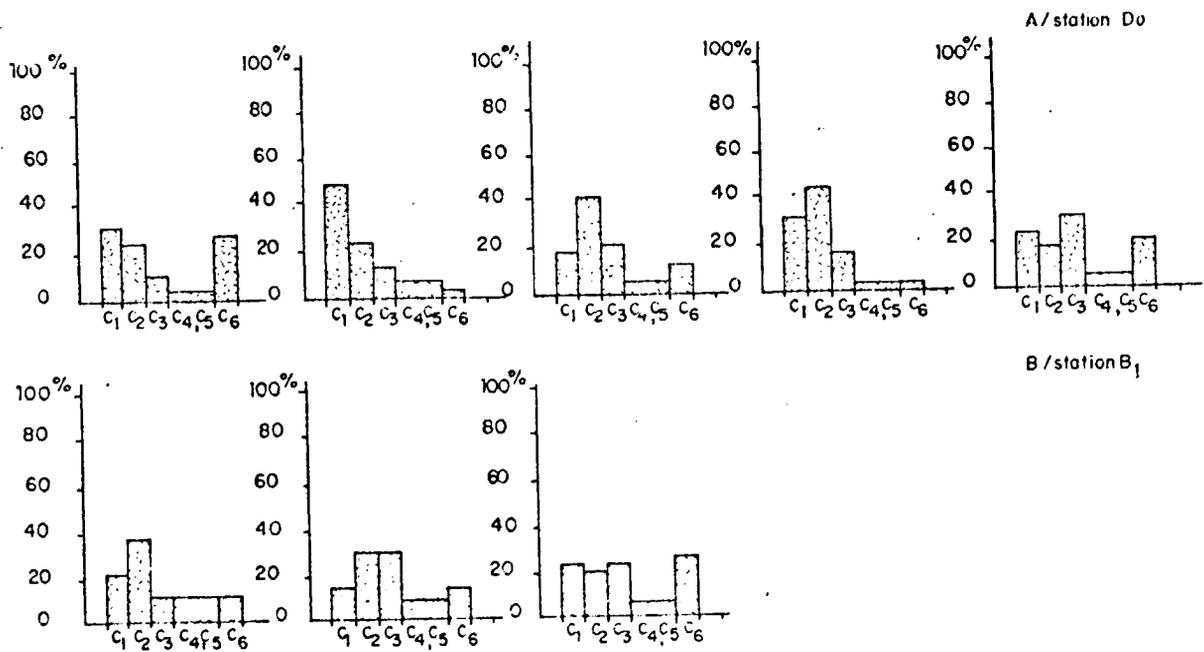
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*



FLAMANVILLE 11

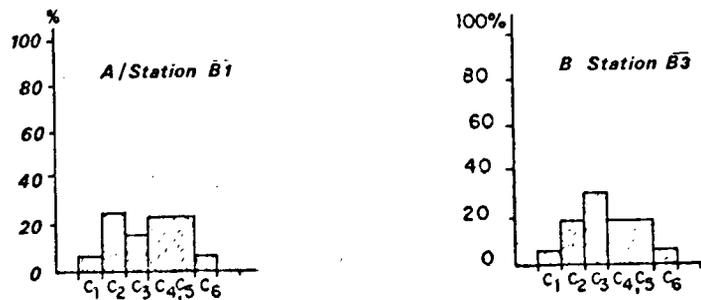
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*

Fig. II.87.j.



FLAMANVILLE 12

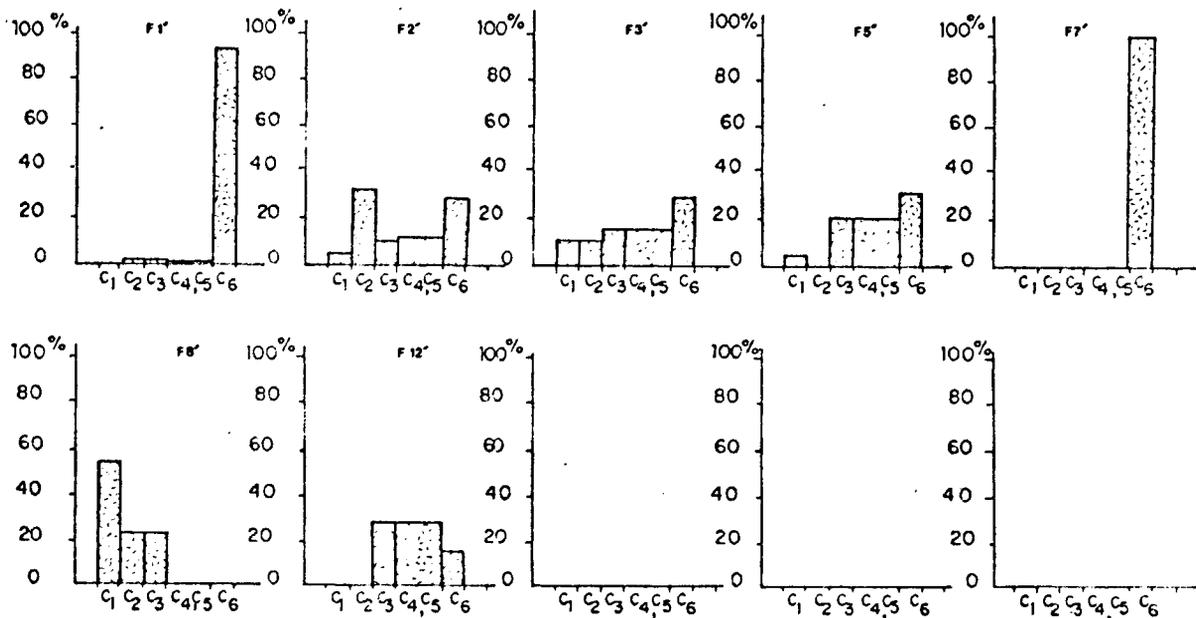
% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*



FLAMANVILLE 1:2:3:5:7:8:12'

% PAR ECHANTILLON DES STADES COPEPODITES DE *Centropages hamatus*

Fig. II.87.g.



Cette remarque montre l'intérêt d'un échantillonnage effectué tous les 15 jours. On a pu suivre de façon assez fine la reproduction des espèces. Cependant, il apparaît qu'un seul échantillon recueilli lors des missions intermédiaires est peut-être insuffisant pour comparer les résultats avec ceux de la mission "lourde". Ceci est valable tant pour les comptages des échantillons "200 μ " que pour les échantillons "80 μ ". Ce point sera discuté en conclusion.

Le 3 mars (F.9), l'abondance totale de Centropages (Fig.II.85) est due à la production de juvéniles du F'8. La population, le 3 mars, montre un fort pourcentage de Stades C.2. Il a été difficile de suivre la reproduction en F.9 et F.10 car, malheureusement, entre ces deux missions, il s'est écoulé 1 mois et demi. En avril (F.10), il apparaît un grand nombre de C.1, en F.11 (début mai) de nombreux C2, C4, C5 en F.12 (fin mai). Tous les stades sont représentés mi-juin.

La biométrie n'a pu encore être exploitée pour la première année d'étude, tous les individus ont été mesurés avec une précision de 10 μ et les classes de taille seront exploitées de façon globale sur deux années de travail.

C - Temora longicornis (Fig. II.85) et tableau n°II.27 en Annexe.

C'est la troisième espèce qui est étudiée de façon approfondie d'un point de vue dynamique de population. Cette espèce apparaît très secondaire à FLAMANVILLE par rapport à *Acartia clausi* et *Centropages hamatus*. Cependant, cette espèce est intéressante à suivre dans l'optique d'une comparaison des sites étudiés sur la Manche. En effet, *Temora longicornis*, espèce d'affinité boréale est l'espèce principale devant le site Nord de GRAVELINES, la comparaison de la dynamique d'espèces identiques (trois dans ces études) apparaît très instructive d'un point de vue biogéographique et des relations pouvant exister entre la dynamique de l'espèce et les conditions physico-chimiques de son environnement.

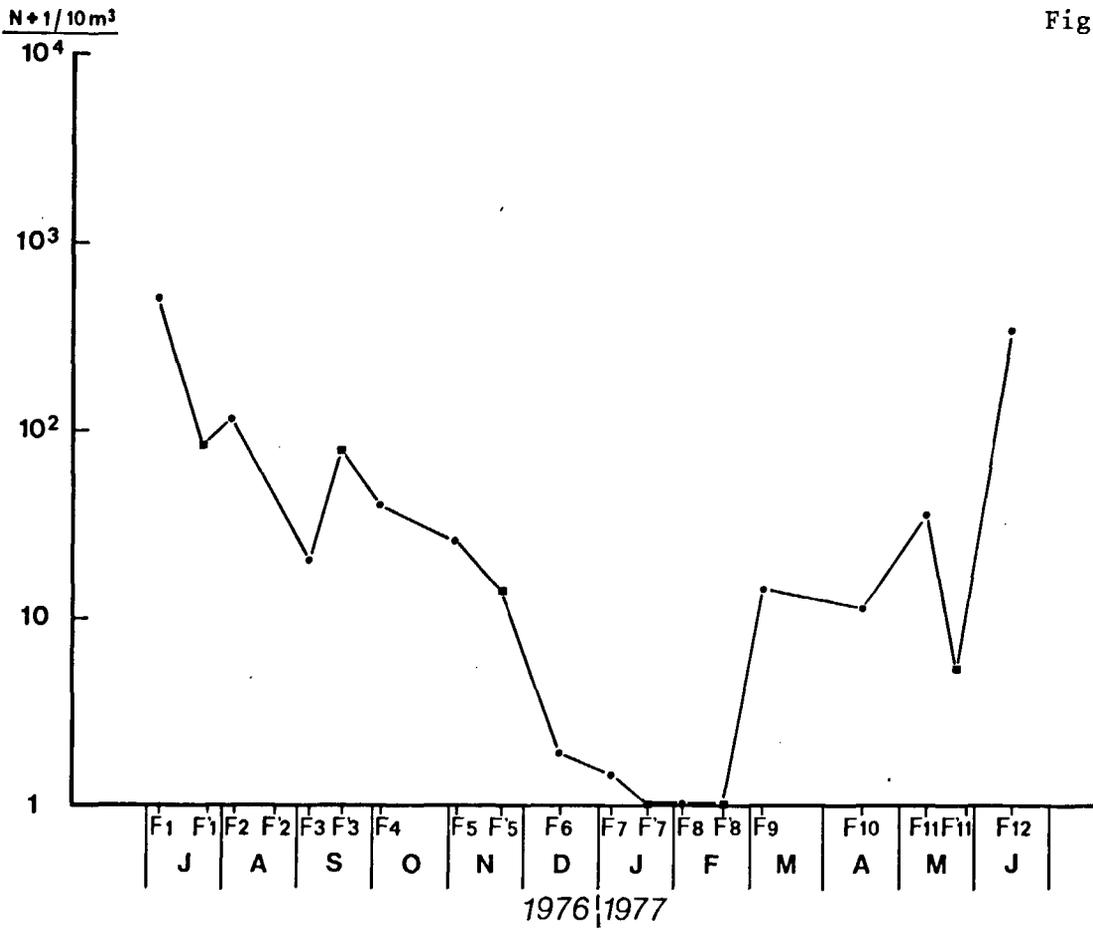
D - Parapontella brevicornis (Fig. II.88).

Pratiquement absente à GRAVELINES et PALUEL, cette espèce est fréquente en Manche Occidentale, particulièrement sur le littoral étudié à ROSCOFF. A FLAMANVILLE, elle est caractéristique de la période juin-juillet où son

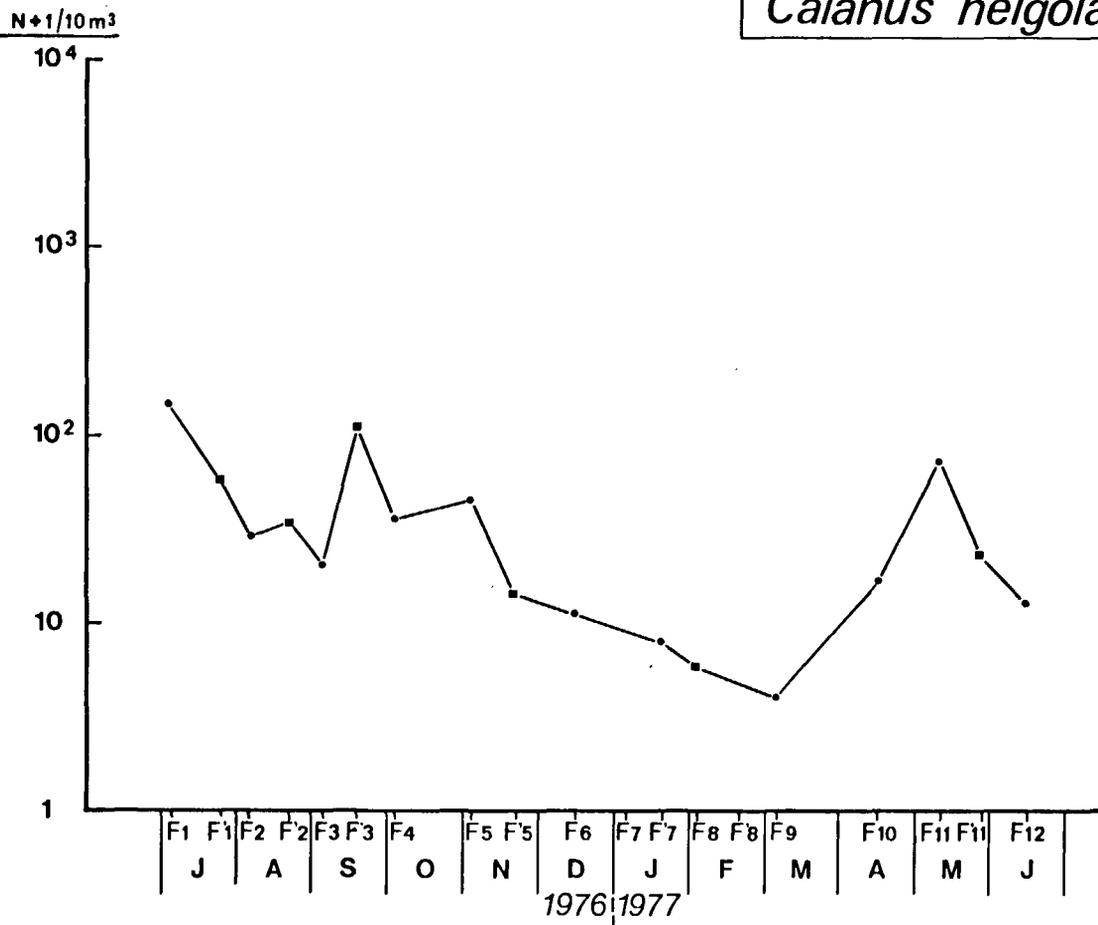
VARIATIONS QUANTITATIVES SAISONNIERES DE...

Parapontella brevicornis

Fig. II.88



Calanus helgolandicus



effectif peut atteindre 10^3 individus par 10 m^3 . En pourcentage *Parapontella* peut atteindre 10% du total des copépodes. C'est une très belle espèce, de grande taille et son cycle peut être intéressant à suivre assez aisément, les très jeunes individus étant facilement reconnaissables. Les jeunes C.1 sont recueillis dans le filet à maille $200\ \mu$ et un pourcentage même grossier des différents stades au cours de la deuxième année d'étude pourrait-être un complément d'information sur la reproduction de cette espèce.

E - *Calanus helgolandicus* (Fig. II.88).

Plus encore que le précédent, ce copépode est de grande taille. Alors que pour *Parapontella*, nous pouvons récolter dans un même filet des adultes et des C.1. Pour *Calanus helgolandicus*, le filet $200\ \mu$ utilisé ne permet de recueillir que les juvéniles, les adultes échappent à la capture. Aussi, la Fig.2.5.11 montre-t-elle la variation saisonnière des juvéniles de cette espèce et nous ne pouvons donner de résultats sur la totalité de la population. Ces résultats pourraient être obtenus par comparaison avec ceux de l'Institut des Pêches qui utilise des filets de plus grande maille et pêche les individus adultes.

F - *Euterpina acutifrons* (Fig. II.89).

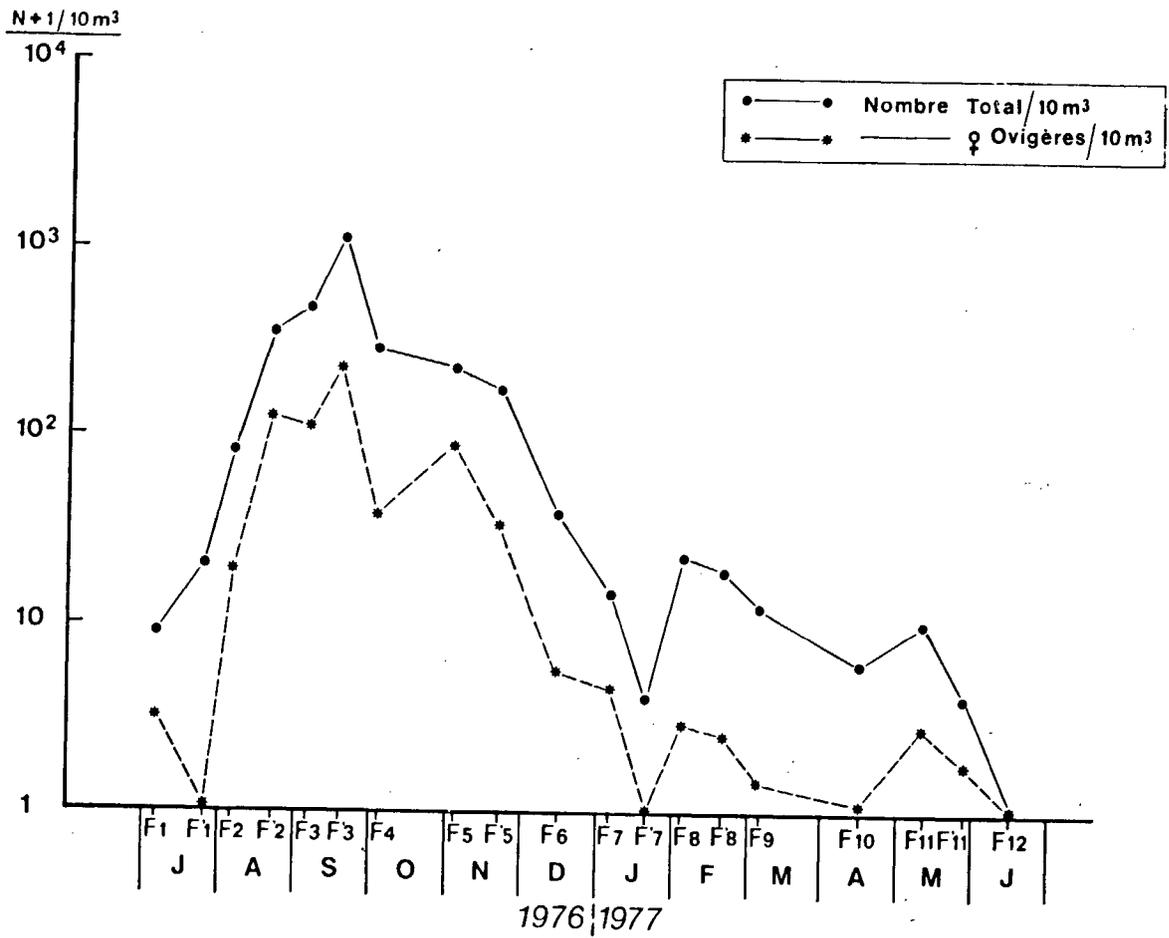
Copépode harpacticoïde, c'est-à-dire très mauvais nageur, c'est un copépode abondant dans les eaux très côtières, très abondant dans les récoltes près de GRAVELINES dans des couches d'eau d'épaisseur 8 à 10 mètres sur les fonds très meubles. A FLAMANVILLE, *Euterpina* est peu abondant et ne représente qu'une fraction insignifiante des copépodes. Son maximum d'abondance se situe à la mi-septembre. Nous retrouvons la même époque de reproduction que sur les sites de GRAVELINES et de PALUEL.

G - *Paracalanus parvus* (Fig. II.90).

Copépode calanoïde souvent confondu avec *Pseudocalanus*, cette espèce est importante dans les eaux très côtières de la Manche Orientale et de la Manche Occidentale. L'époque de sa plus grande abondance à FLAMANVILLE se situe entre le mois d'octobre et le mois de janvier. C'est l'espèce caractérisant l'automne à FLAMANVILLE. A cette époque, elle peut représentée 45% de l'effectif des copépodes.

VARIATIONS QUANTITATIVES SAISONNIERES DE...
Euterpina acutifrons

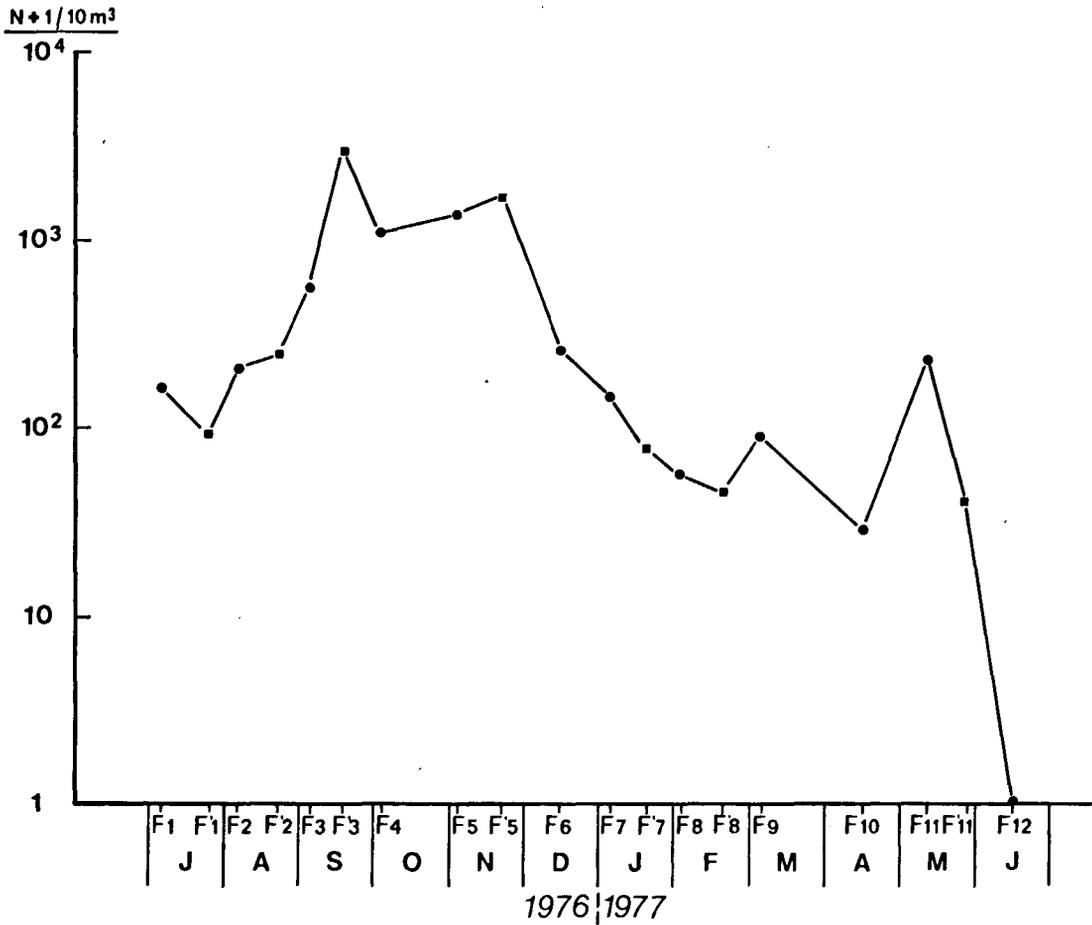
Fig. II.89



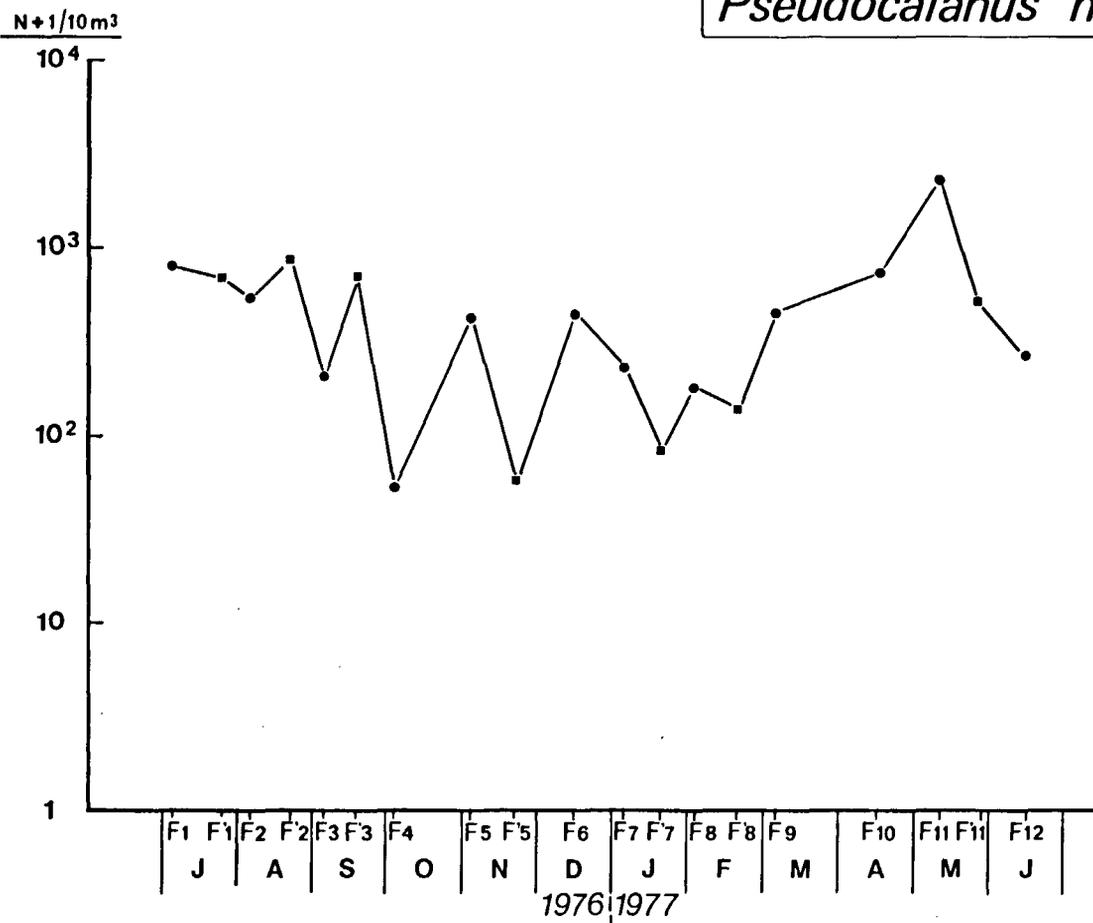
VARIATIONS QUANTITATIVES SAISONNIERES DE...

Paracalanus parvus

Fig. II.90



Pseudocalanus minutus



H - *Pseudocalanus minutus* (Fig. II.90).

Espèce boréale et arctique, elle domine en Manche Occidentale en hiver et au tout début du printemps. Elle se maintient et se reproduit en hiver quand toutes les autres espèces sont dans un état physiologique "ralenti". Quand la température est minimale (février 7 à 8°). *Pseudocalanus*, espèce d'eau froide, représente jusqu'à 69% du total des copépodes.

II - Succession de dominance des copépodes

On peut établir, très schématiquement, une succession de dominance pour sept principales espèces de copépodes à FLAMANVILLE, en mettant en relief les périodes d'abondance maximale et minimale de chaque espèce, et en les classant selon les saisons (Fig. II.91).

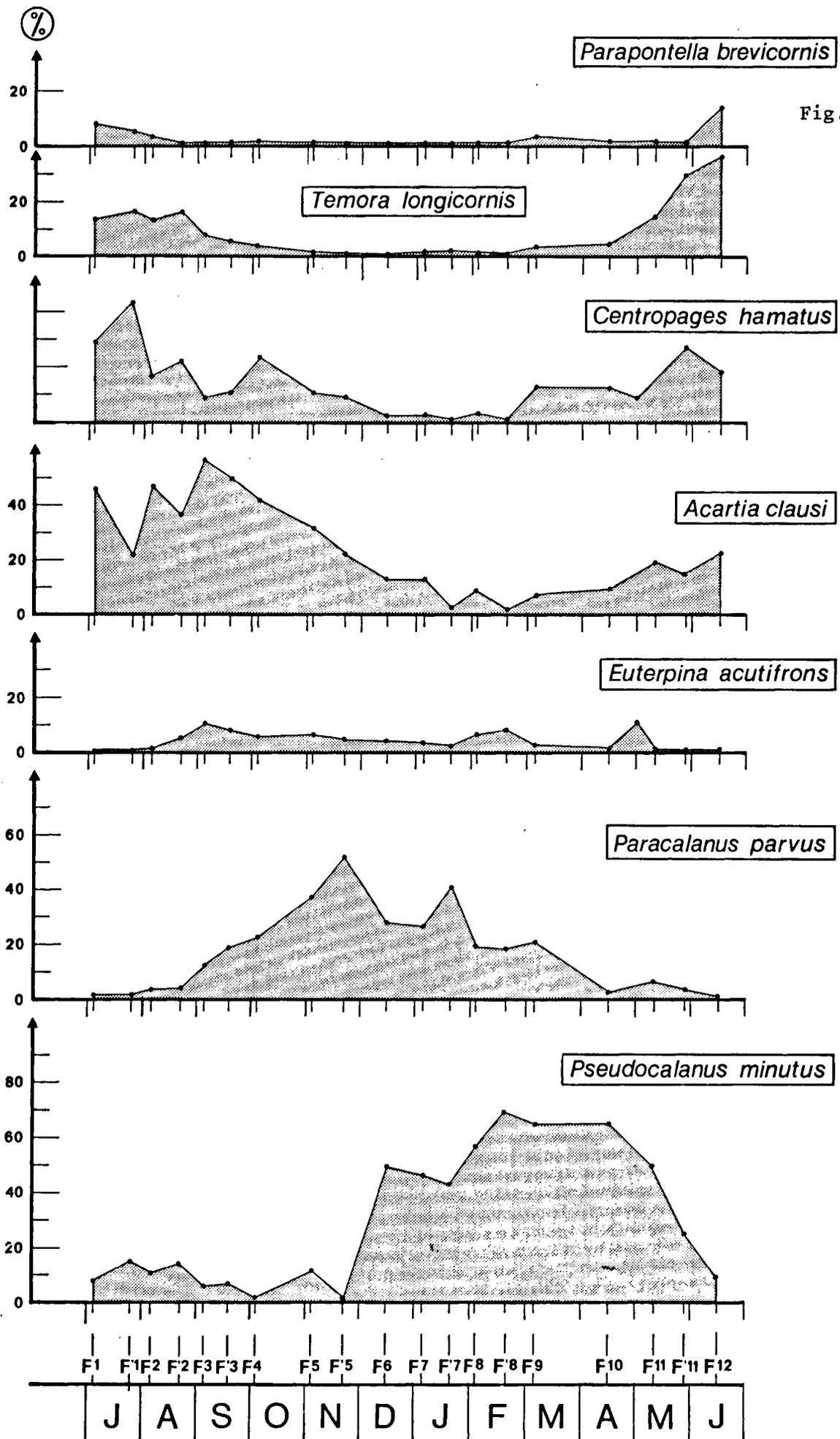
Les pourcentages donnés sur ce graphique sont les pourcentages de chaque espèce de copépodes à l'intérieur du groupe (total copépodes égal à 100%). On observe par exemple que *Parapontella* est une espèce essentiellement estivale et que les maxima de *Centropages*, *Acartia*, *Paracalanus*, et *Pseudocalanus* se succèdent avec une tendance estivale pour *Centropages* et *Acartia*, tendance automnale pour *Paracalanus*, tendance hivernale pour *Pseudocalanus*.

III - Validité des résultats quantitatifs - remarques méthodologiques

A - Maille temporelle

Au cours de cette première année d'étude sur le site de FLAMANVILLE, la méthode d'échantillonnage a permis d'effectuer des prélèvements avec une maille temporelle de 15 jours quand les conditions météorologiques l'ont permis. Il s'est avéré au cours du dépouillement des premiers résultats obtenus que cette périodicité doit être retenue, et est très intéressante pour suivre les périodes de reproduction des espèces principales.

SUCCESSION DE LA DOMINANCE DES PRINCIPALES ESPECES DE COPEPODES A FLAMANVILLE



Si la maille temporelle de 15 jours semble bien adaptée à notre étude, il est cependant regrettable que la mission "légère" intermédiaire consiste à prélever uniquement un échantillon au filet 200 μ et un au filet 80 μ . Il semblerait dès maintenant souhaitable de diminuer d'un ou deux prélèvements la mission "lourde" mensuelle et de doubler l'échantillonnage au cours de la mission légère, ce qui donnerait plus de valeurs aux résultats quantitatifs des missions "intermédiaires".

B - Etude de répartition spatiale

Chaque mission lourde comporte une étude de variation au cours du cycle de marée en un point et une étude de quatre points géographiques : station "hors tache thermique" 3 stations selon une radiale côte large.

Au cours de cette première année d'étude, nous n'avons pas observé de variations quantitatives significatives avec un gradient constant, d'une mission à l'autre, mais au contraire des gradients très variables et dont le lien avec les conditions hydrologiques n'a pas été mis en évidence. Une deuxième année d'étude permettra, peut-être, de dégager des relations avec l'hydrodynamisme et l'hydrologie.

C - Les prélèvements répétés

L'échantillonnage en une même station par prélèvements répétés pendant un temps très court est destiné à aborder l'étude de la microdistribution du plancton et la variabilité en un même point avec plusieurs échelles de temps. 5 "replicats" sont effectués en 15 minutes environ pour les échantillons "200 μ " et le même temps pour les 80 μ . Sur ces échantillons répétés, une première étude de variabilité a été entreprise sur quelques espèces de copépodes, *Temora*, *Centropages*, *Acartia*, *Paracalanus*, *Calanus*. Les écarts-types et les moyennes sur 5 prélèvements répétés ont été effectués sur les données logarithmiques. Pour les échantillons 200 quelques résultats sont présentés pour 3 espèces (Fig. II.92, II.93 et II.94). pour les 12 premières missions. Une étude complète sera effectuée sur deux années. On remarque la très forte variabilité qui apparaît si l'espèce est peu abondante toute l'année (*Calanus helgolandicus*) ou bien si l'espèce est peu abondante à une période bien déterminée de l'année (*Paracalanus* en mai et juin).

COMPARAISON DES "REPLIQUATS" AUX STATIONS: D.O, B.EHM, B.EBM
 VARIABILITE ET MICRO-DISTRIBUTION

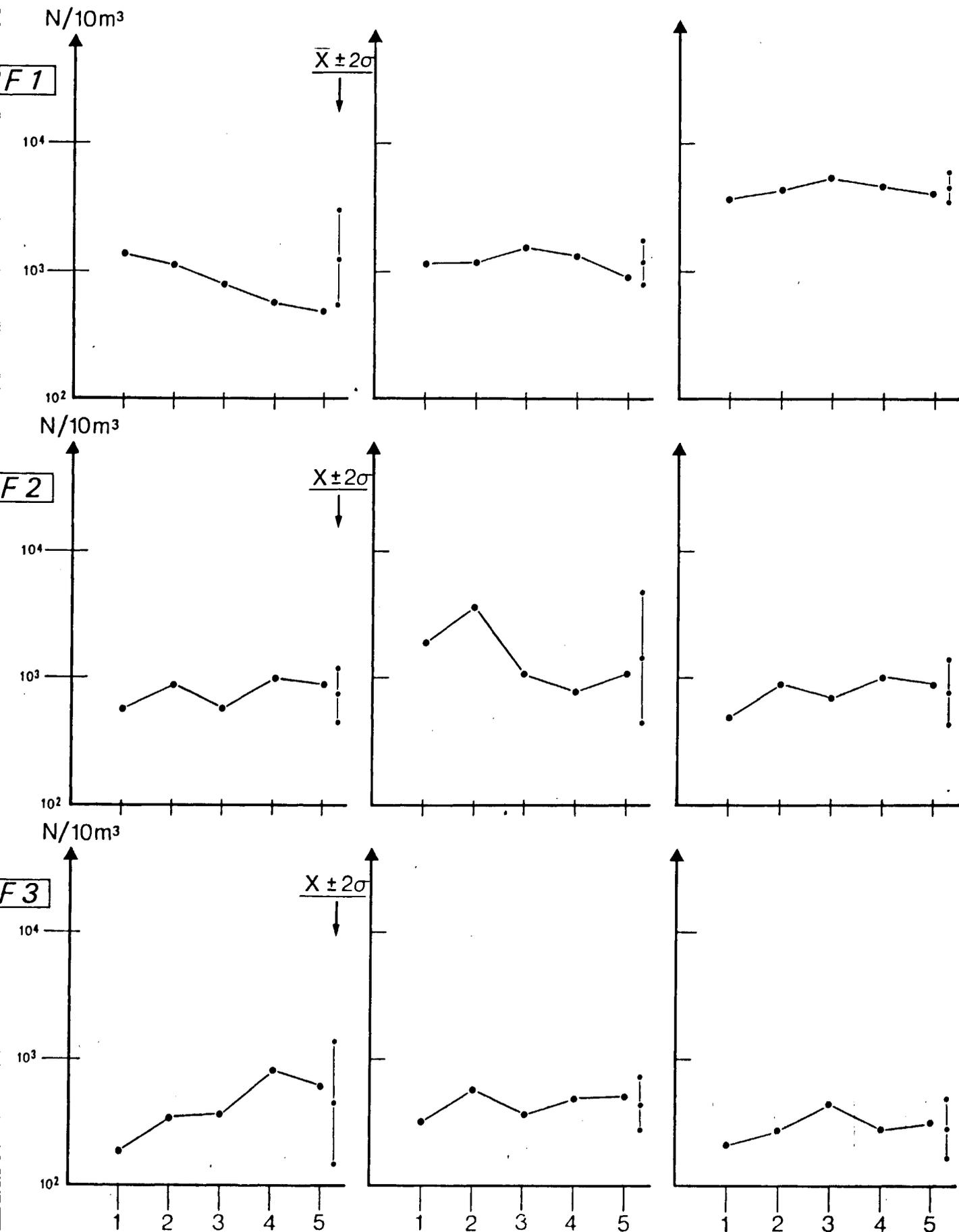
Fig. II.92

Centropages hamatus

D.O

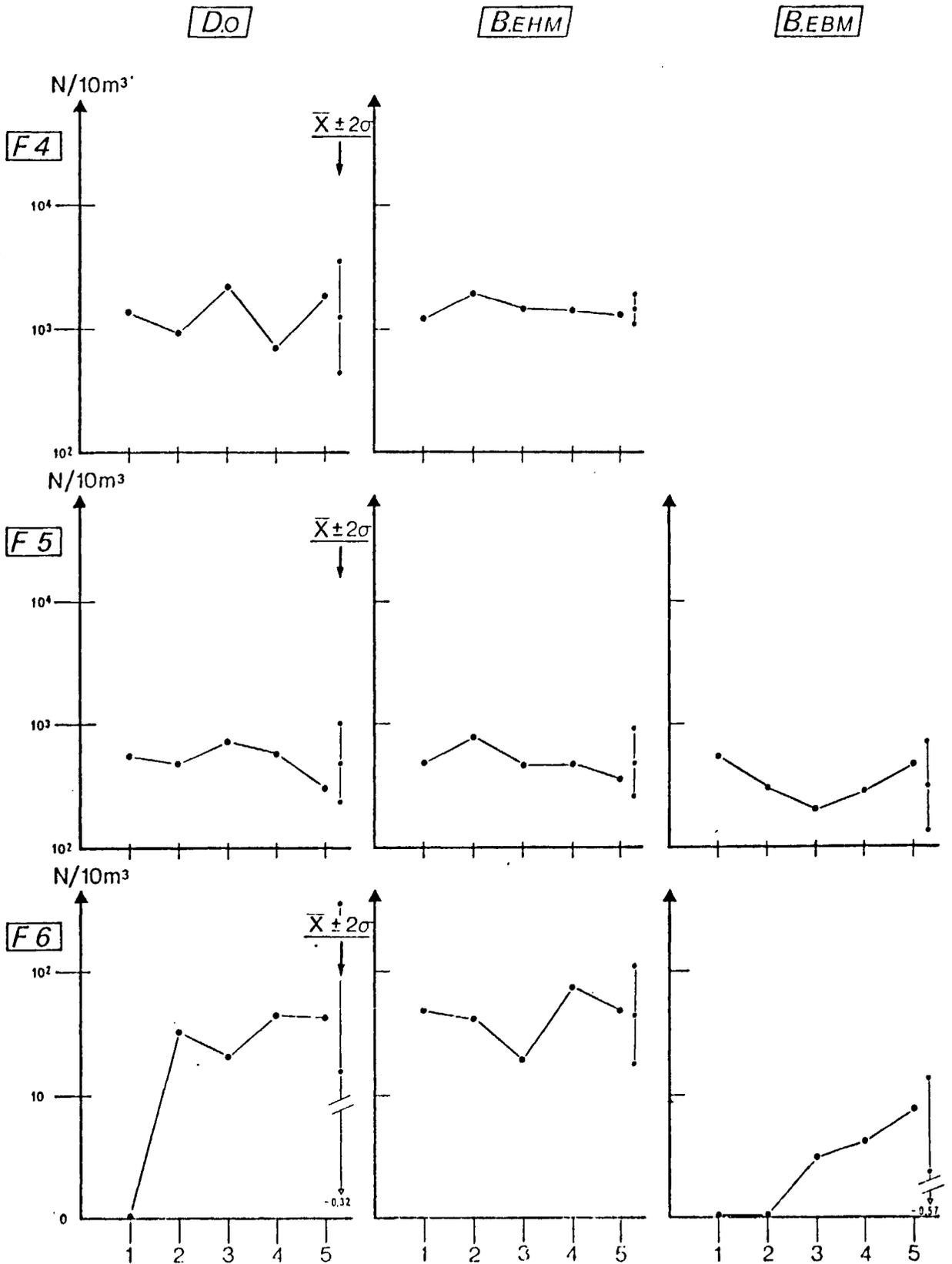
B.EHM

B.EBM



COMPARAISON DES "REPLIQUATS" AUX STATIONS: D₀, BEHM, BEBM
VARIABILITE ET MICRO-DISTRIBUTION

Centropages hamatus



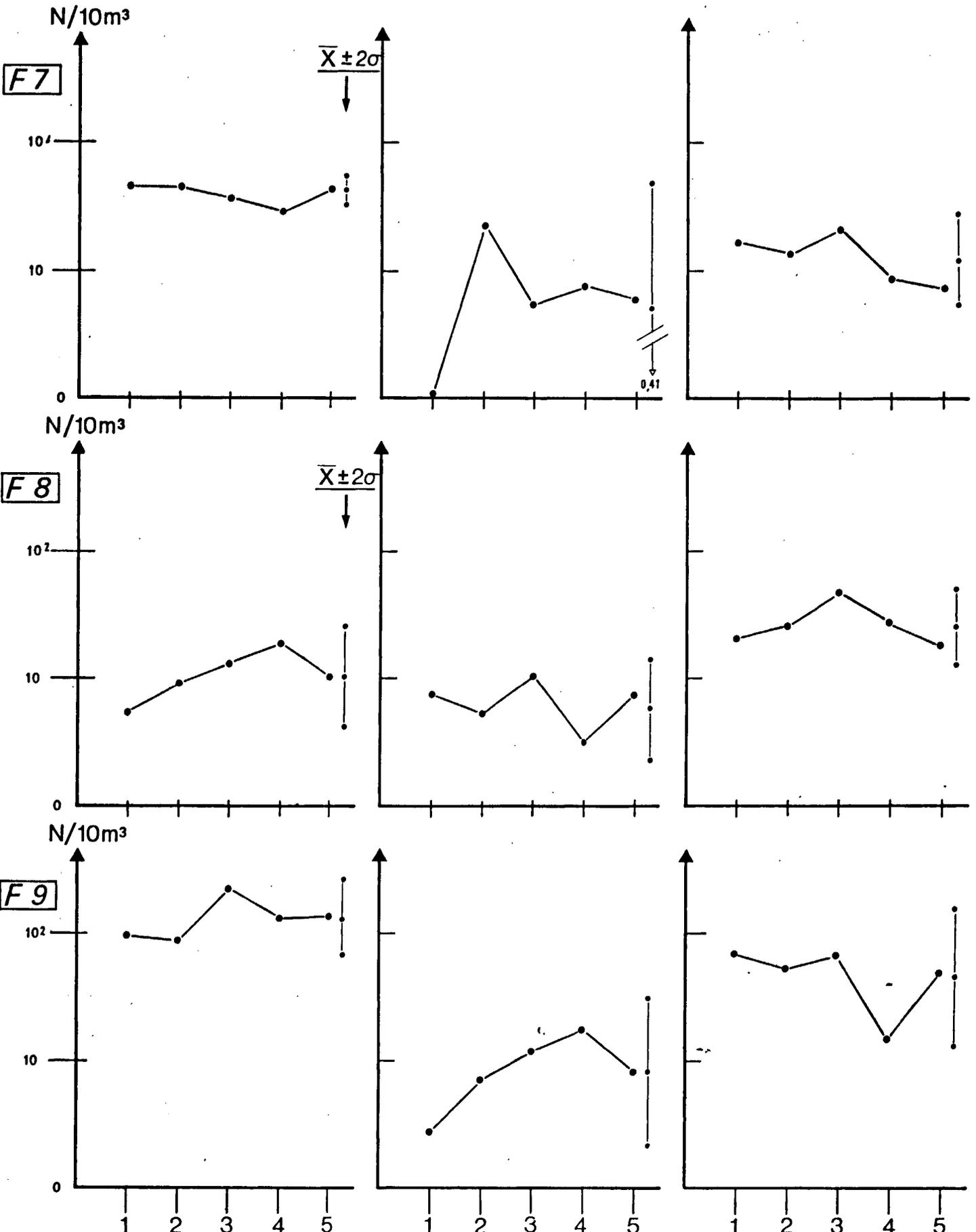
COMPARAISON DES "REPLIQUATS" AUX STATIONS: D₀, B.E.H.M., B.E.B.M.
 VARIABILITE ET MICRO-DISTRIBUTION

Centropages hamatus

D₀

B.E.H.M.

B.E.B.M.



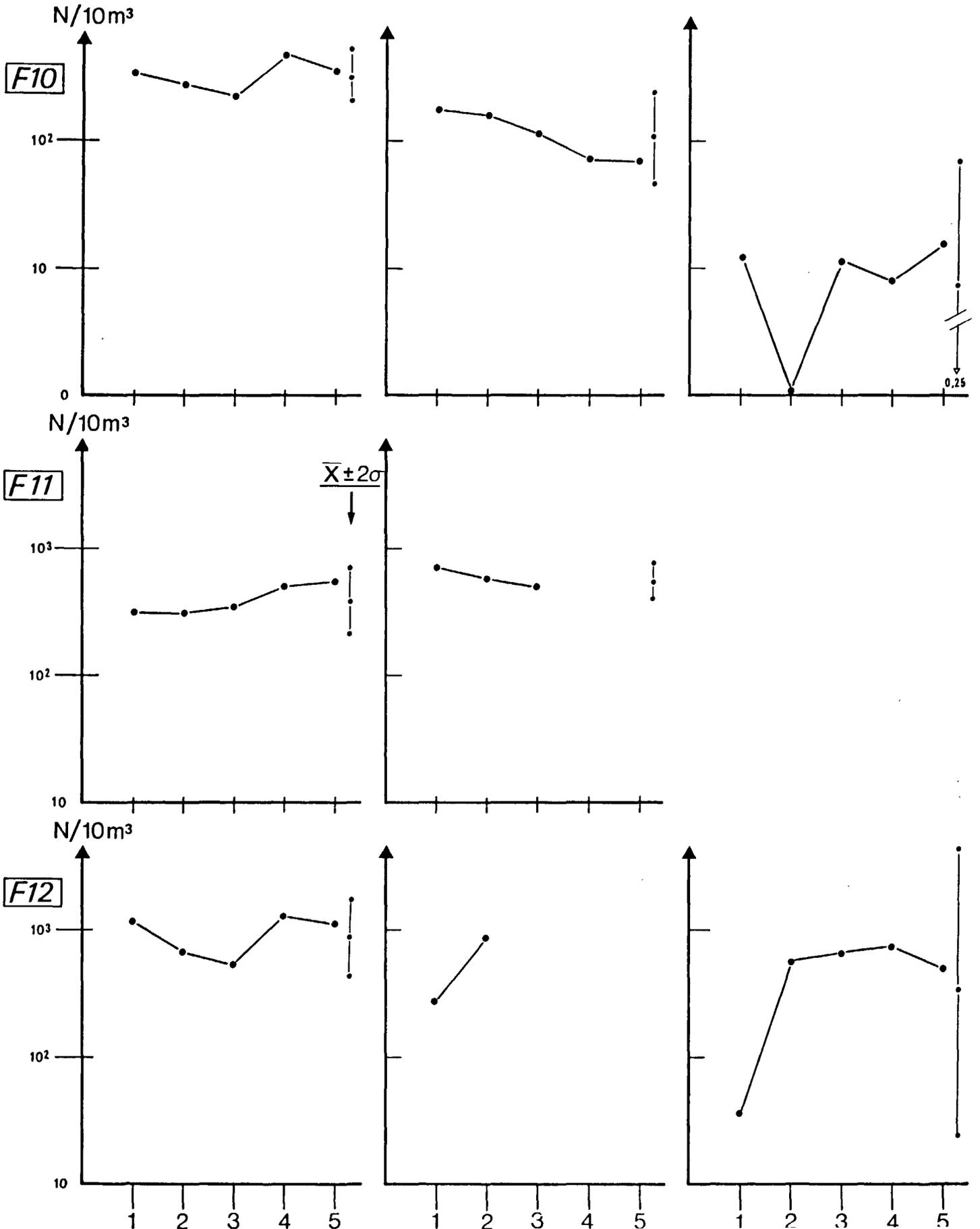
COMPARAISON DES "REPLIQUATS" AUX STATIONS: D_0 , $B.EHM$, $B.EBM$
 VARIABILITE ET MICRO-DISTRIBUTION

Centropages hamatus

D_0

$B.EHM$

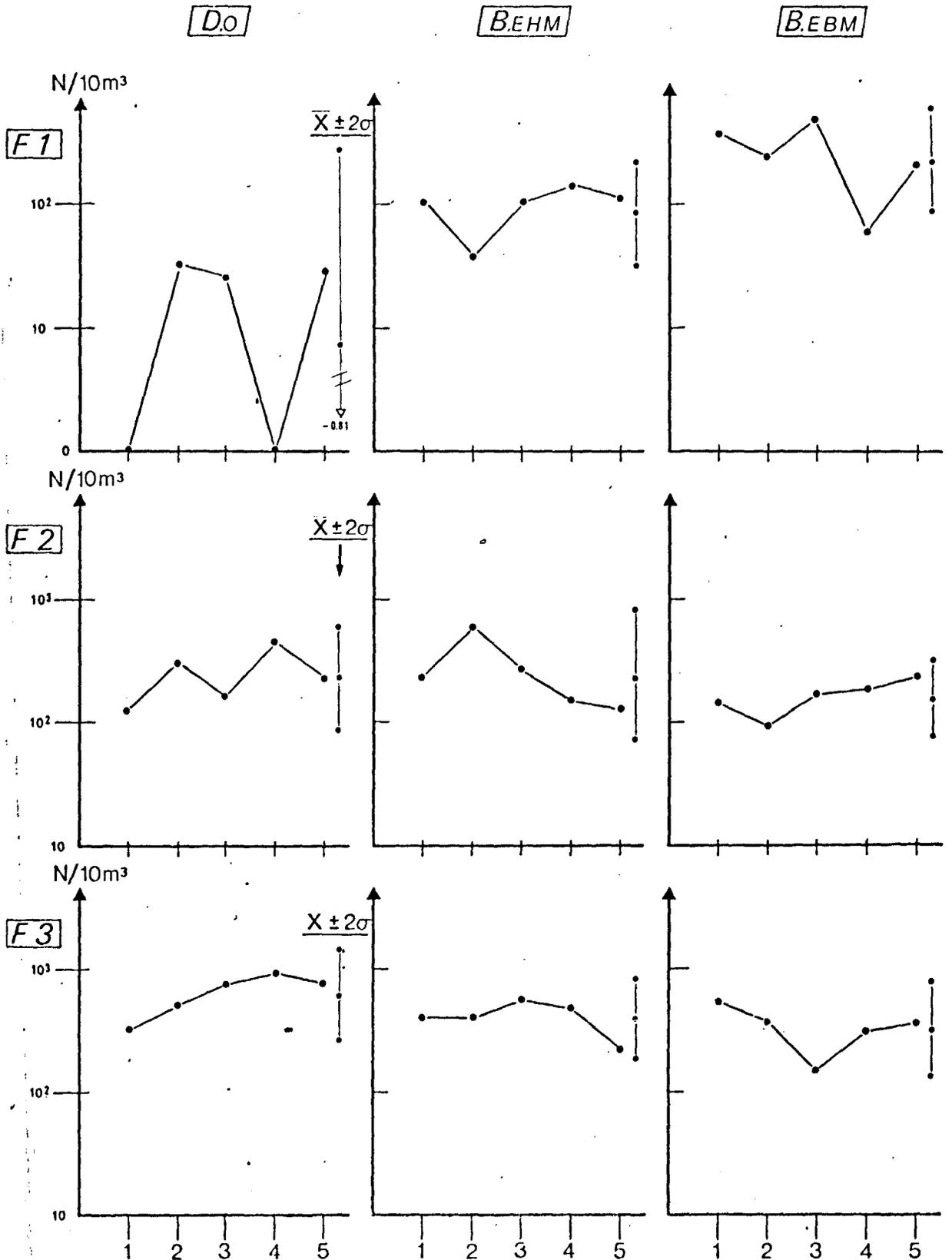
$B.EBM$



COMPARAISON DES "REPLIQUATS" AUX STATIONS: D₀, BEHM, BEBM
VARIABILITE ET MICRO-DISTRIBUTION

Paracalanus parvus

Fig. II.93



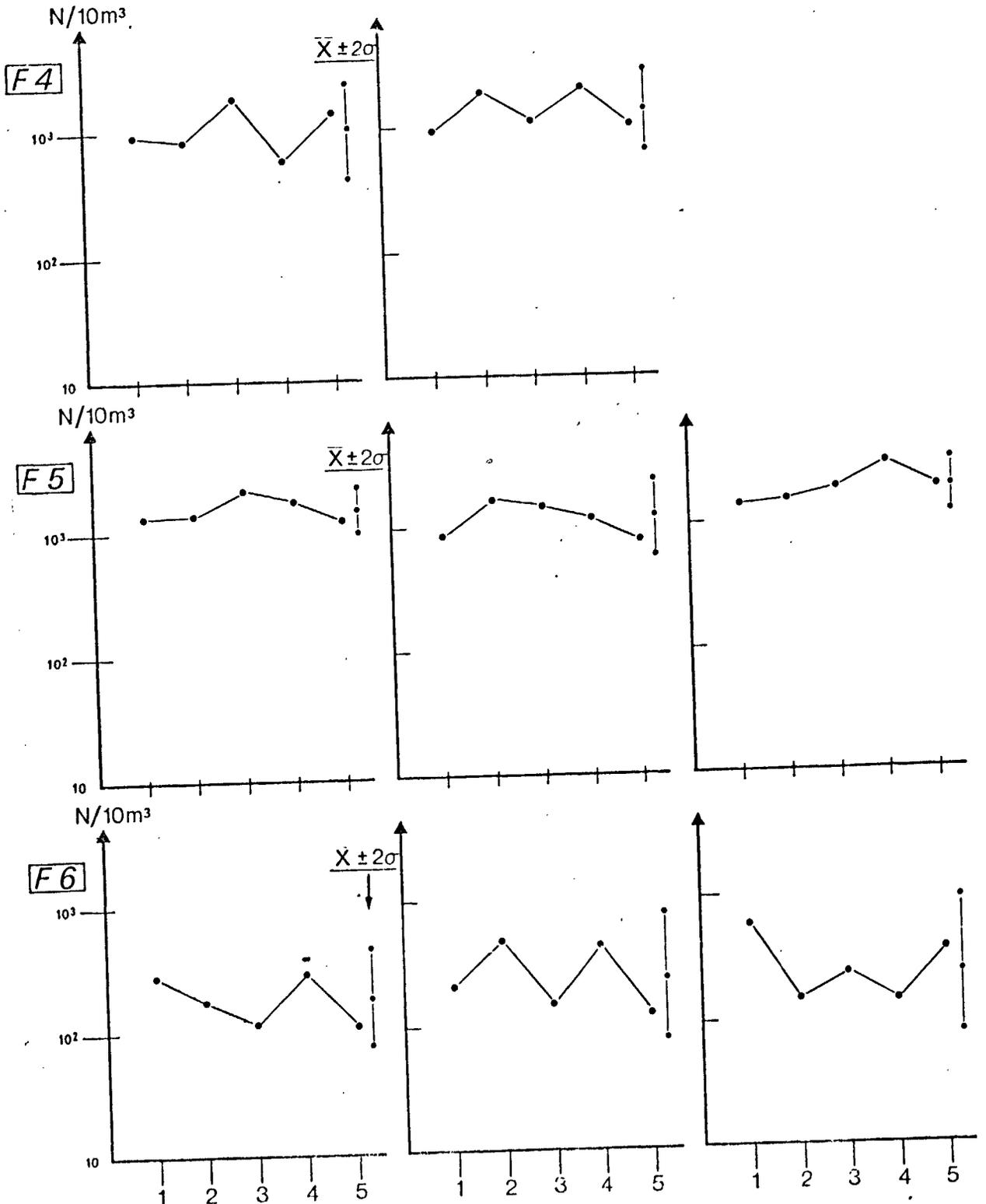
COMPARAISON DES "REPLIQUATS" AUX STATIONS: D.O, BEHM, BEBM
VARIABILITE ET MICRO-DISTRIBUTION

Paracalanus parvus

D.O

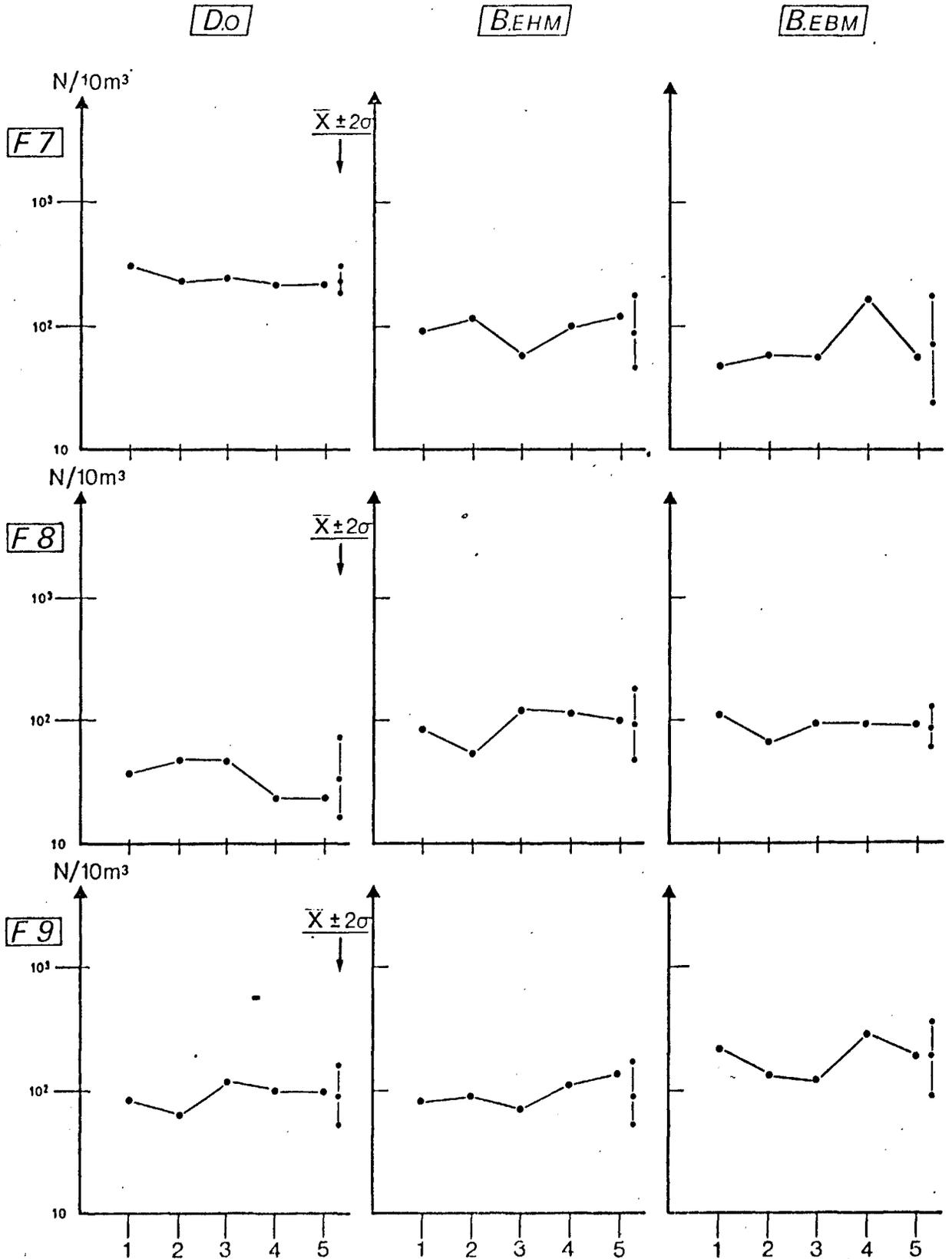
BEHM

BEBM



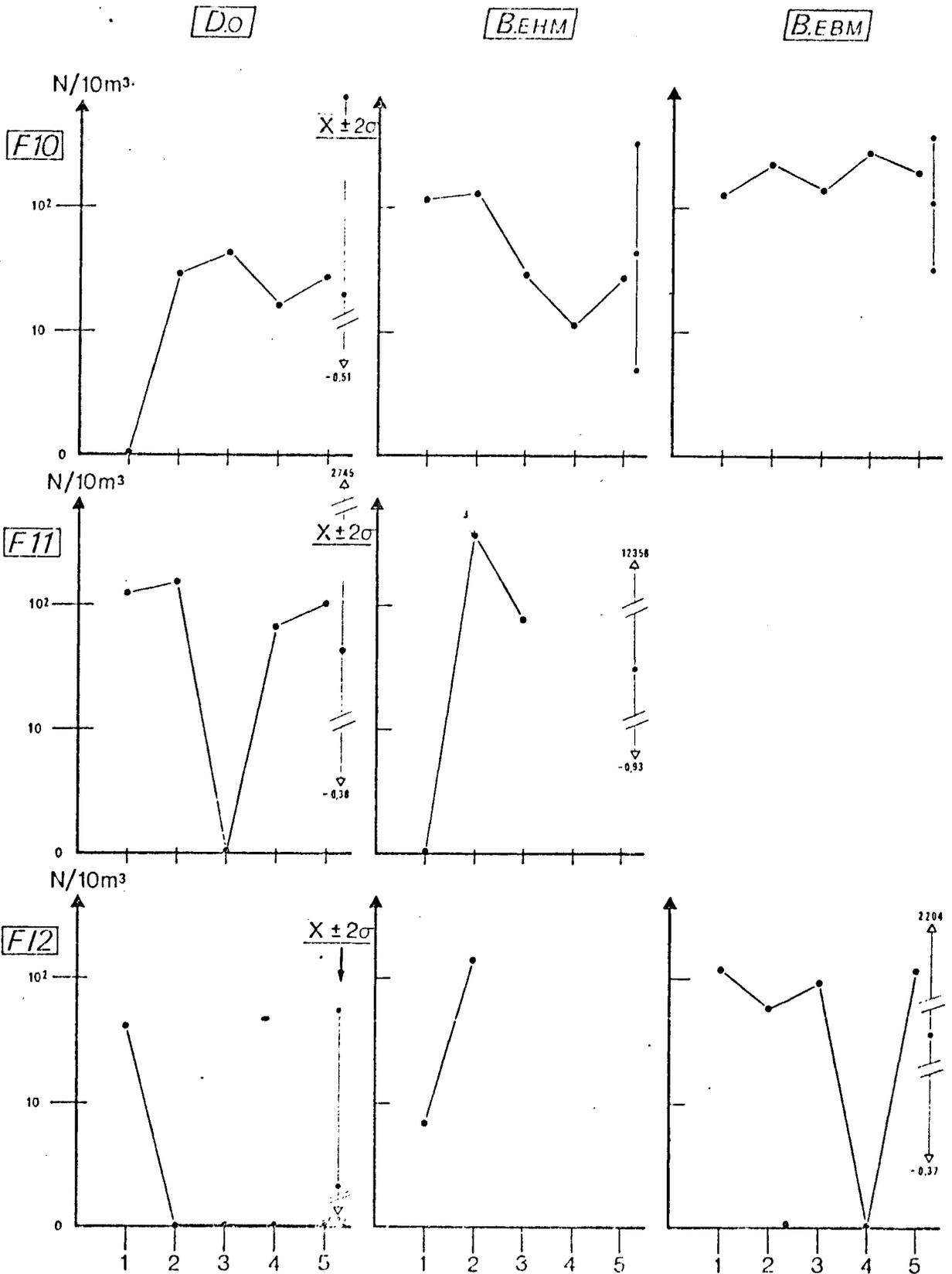
COMPARAISON DES "REPLIQUATS" AUX STATIONS: Do, BEHM, BEBM
VARIABILITE ET MICRO-DISTRIBUTION

Paracalanus parvus



COMPARAISON DES "RELIQUATS" AUX STATIONS: Do, BEHM, BEBM
VARIABILITE ET MICRO-DISTRIBUTION

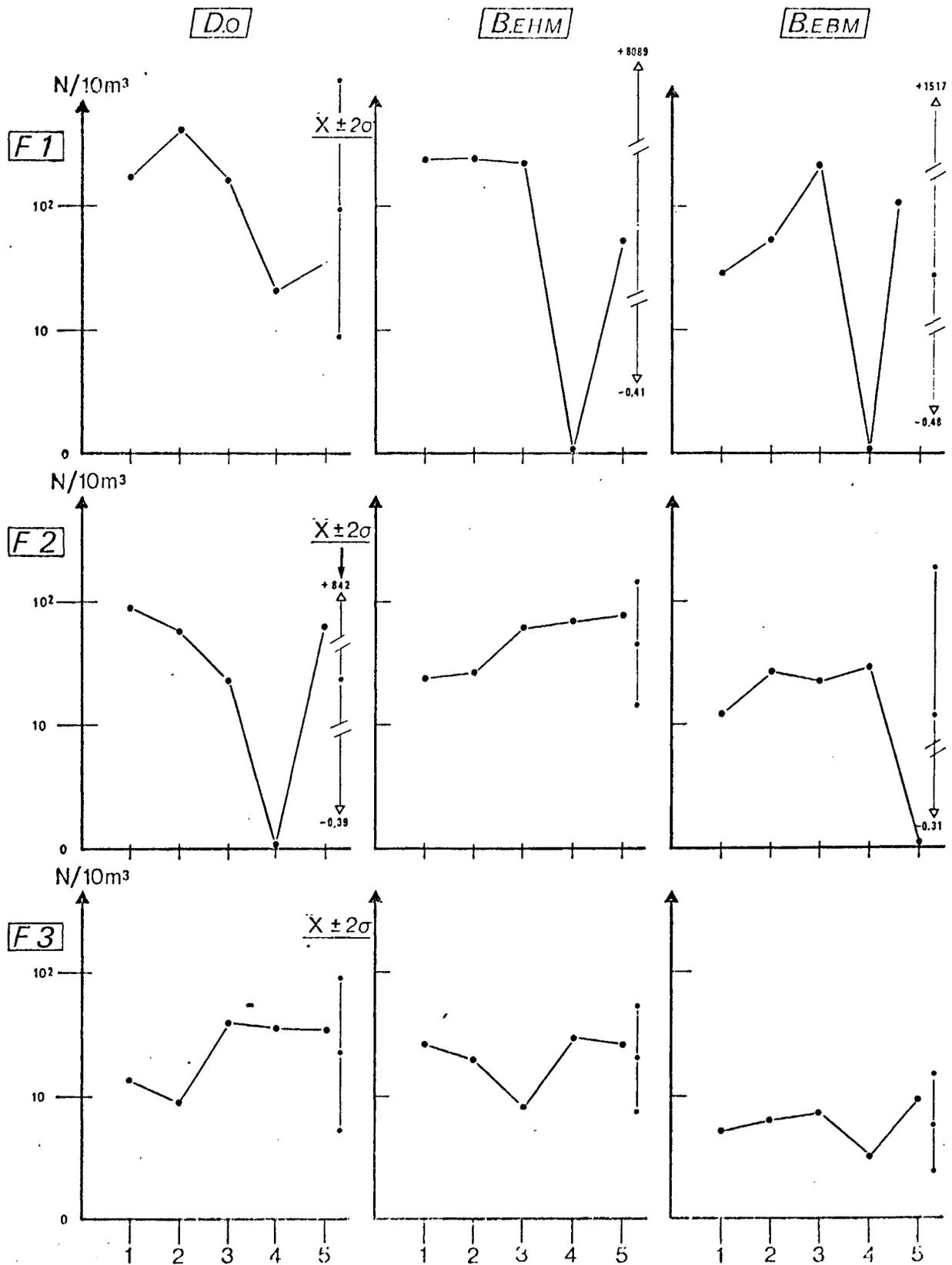
Paracalanus parvus



COMPARAISON DES "REPLIQUATS" AUX STATIONS: Do, BEHM, BEBM
VARIABILITE ET MICRO-DISTRIBUTION

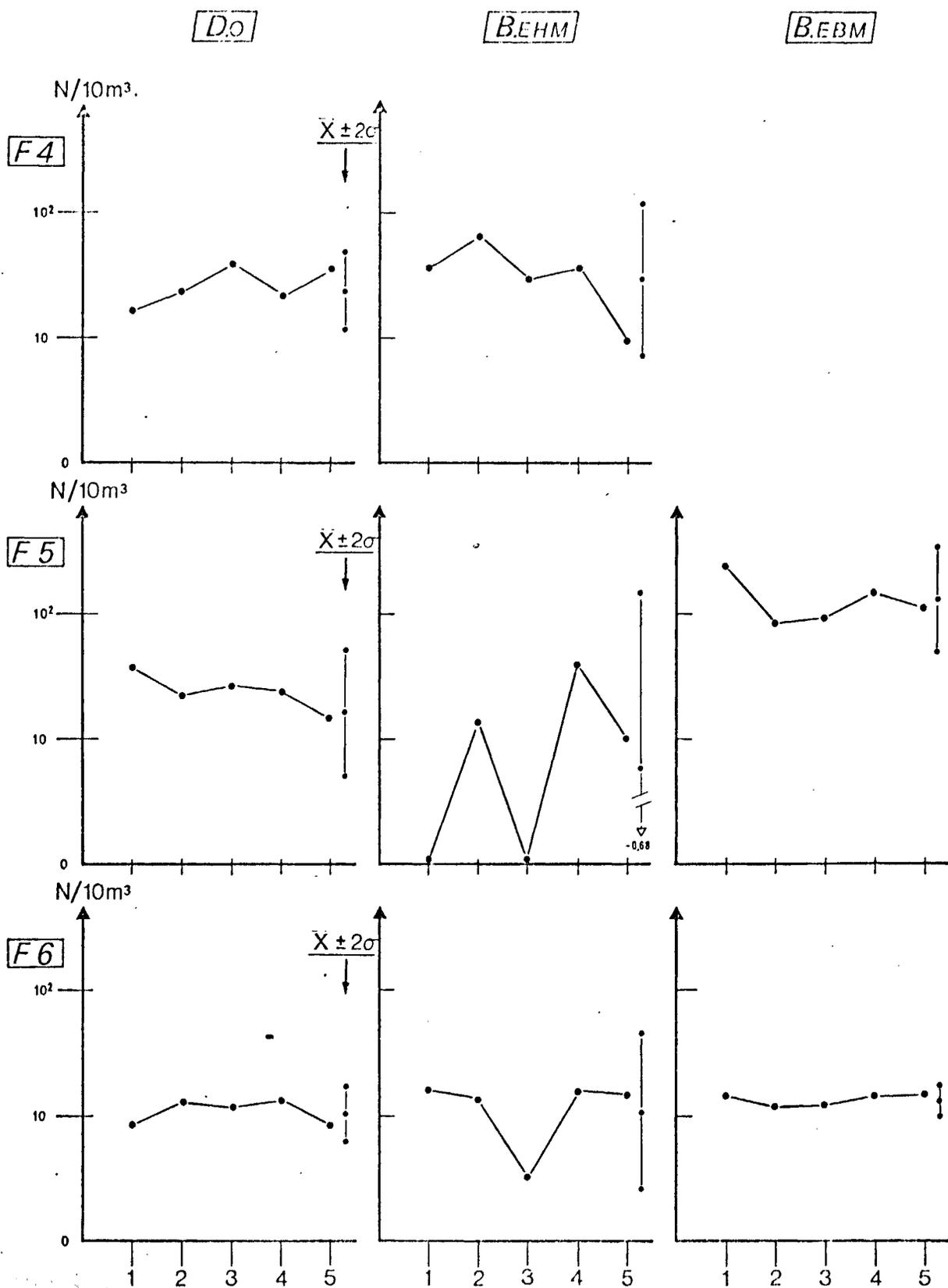
Calanus helgolandicus

Fig. II.94



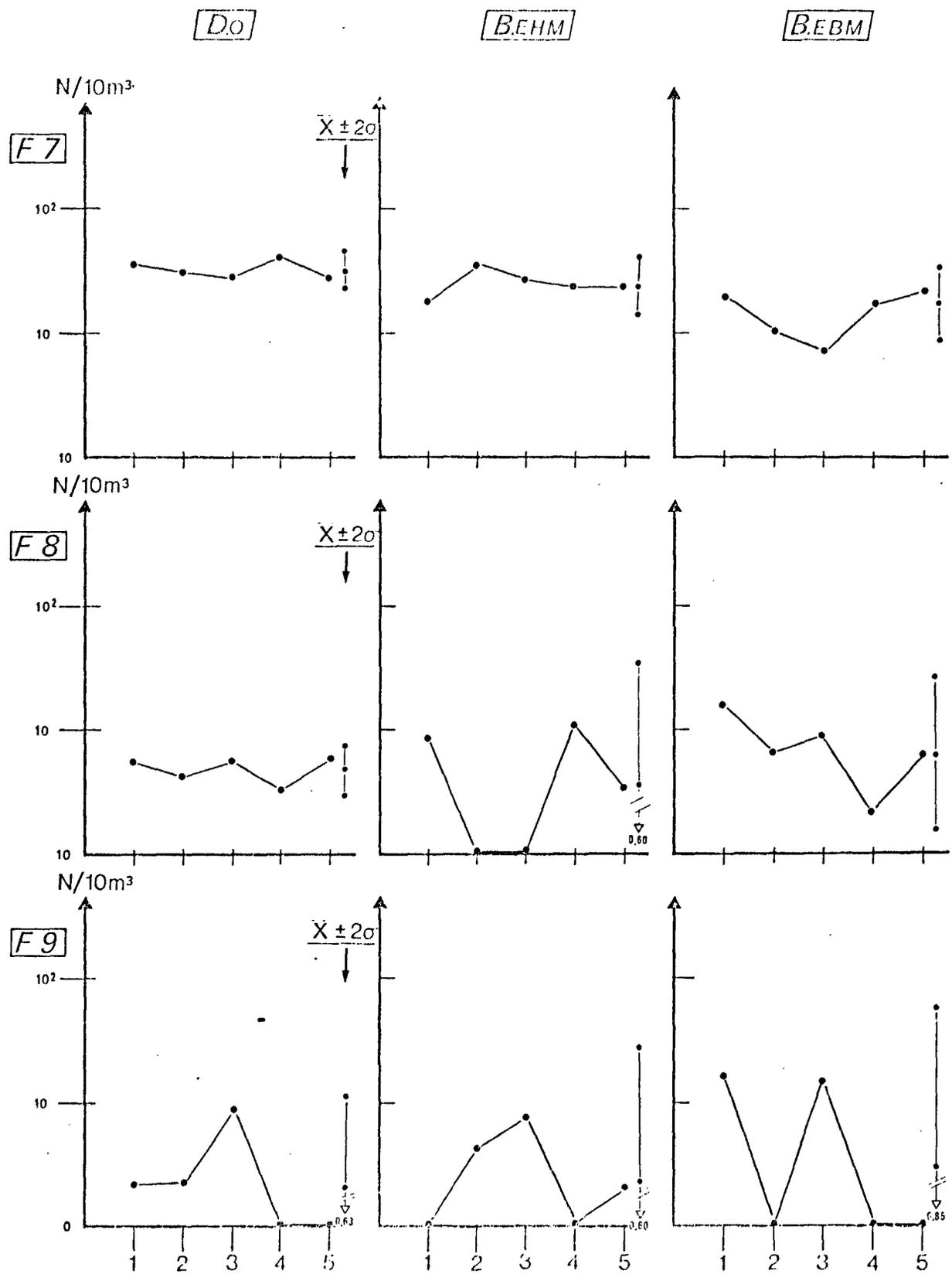
COMPARAISON DES "REPLIQUATS" AUX STATIONS D.O., BEHM, B.EBM
VARIABILITE ET MICRO-DISTRIBUTION

Calanus helgolandicus



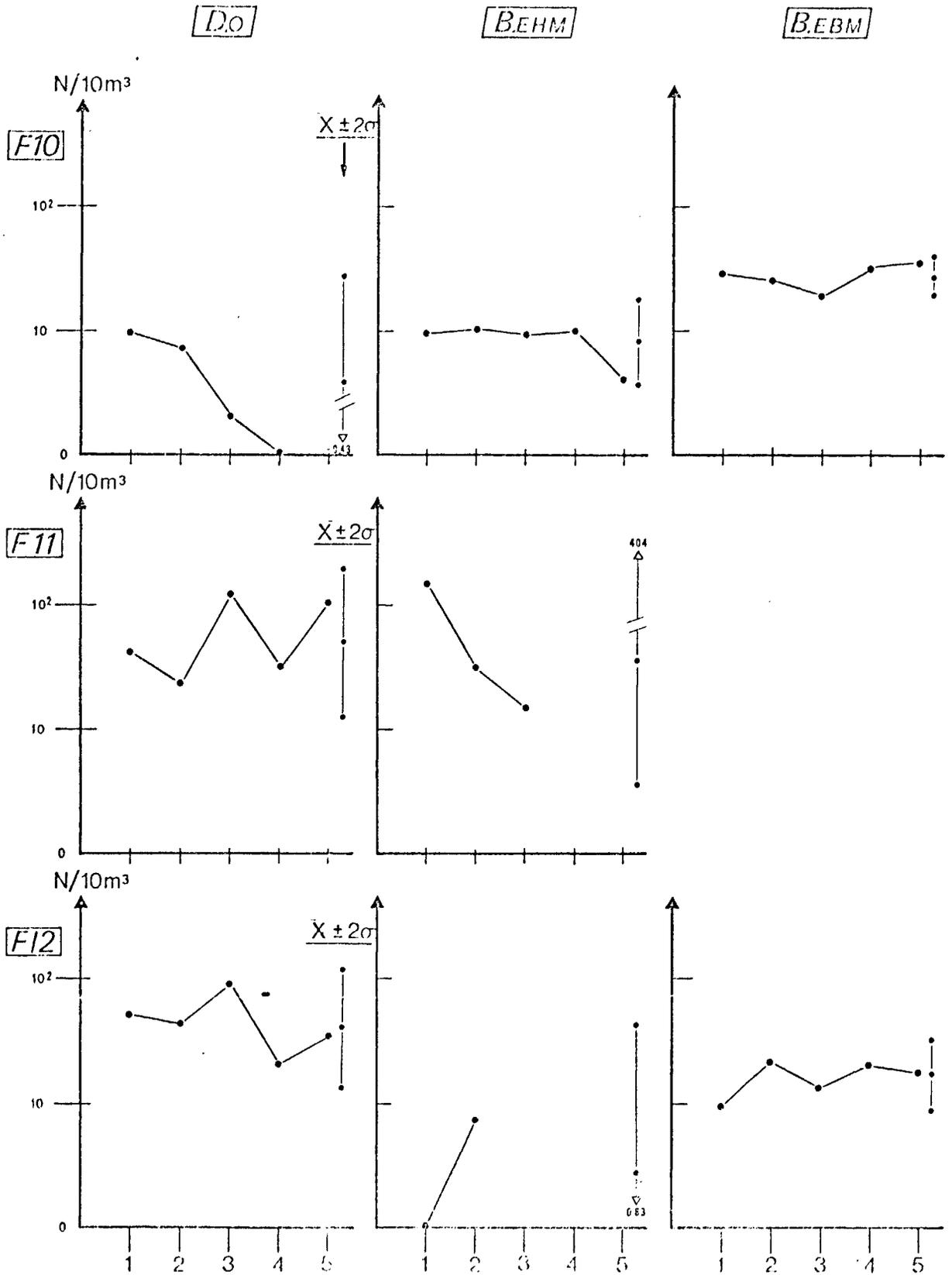
COMPARAISON DES "REPLIQUATS" AUX STATIONS Do, BEHM, BEBM
VARIABILITE ET MICRO-DISTRIBUTION

Calanus helgolandicus



COMPARAISON DES REPLIQUATS AUX STATIONS D.O, BEHM, B.EBM
VARIABILITE ET MICRO-DISTRIBUTION

Calanus helgolandicus



Dans ces deux cas, la variation entre deux prélèvements d'une campagne est de l'ordre de grandeur de la variation entre deux prélèvements de deux campagnes différentes.

Les prélèvements par replicats apparaissent nécessaires pour une meilleure information sur la distribution spatiale des organismes et la comparaison entre points géographiques (D hors tache et B milieu de la radiale).

3.3.2. LES LARVES DE CRUSTACES

A - Les larves de cirripèdes (Fig. II.95).

Ces crustacés, lorsqu'ils sont adultes, vivent fixés sur des supports immergés (roches, bois flottant). Les oeufs qu'ils produisent sont libérés dans le milieu et donnent naissance à une larve nauplius caractéristique, qui, par mues successives, se transforme en larve metanauplius, puis cypris avant de se fixer sur un substrat. Chez certaines espèces, les adultes ne libèrent pas d'oeufs mais une larve déjà formée.

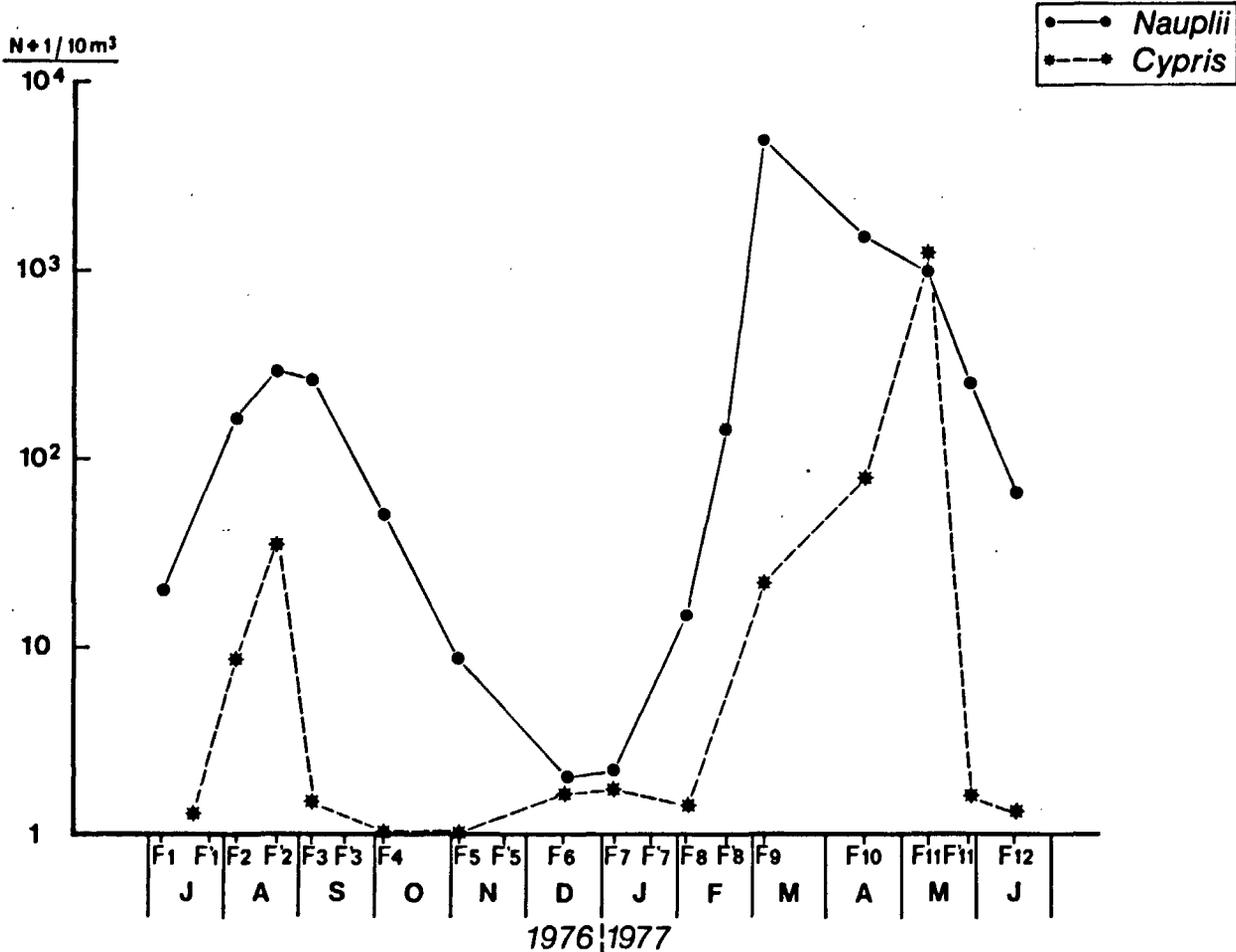
Nous avons suivi l'évolution quantitative des nauplii et cypris : il y a deux pics annuels d'abondance, l'un fin août, et l'autre, qui est le maximum annuel en février. Dès juillet, nous trouvons déjà 17 larves nauplii par 10 m³ (1,24% du stock) et en août, près de 200 (2,4%). En novembre, l'effectif est devenu extrêmement faible ; les cypris se sont fixés à l'approche de la saison froide. Cette période est aussi celle de la fertilisation pour *Balanus balanoides* (BARNES, 1976).

D'après cet auteur, le temps de développement des oeufs chez cette espèce dure environ 30-35 jours selon la température ambiante ; c'est ce que nous observons à FLAMANVILLE. Compte tenu de l'arrivée massive des nauplii en janvier, il doit donc y avoir très probablement une émission des oeufs par les cirripèdes adultes début décembre, dans une eau froide (température moyenne de 11° C.). Dès janvier, ces oeufs éclosent et, en mars, nous comptons près de 3.900 larves nauplii par 10 m³, soit 75,9% de la population totale zooplanctonique.

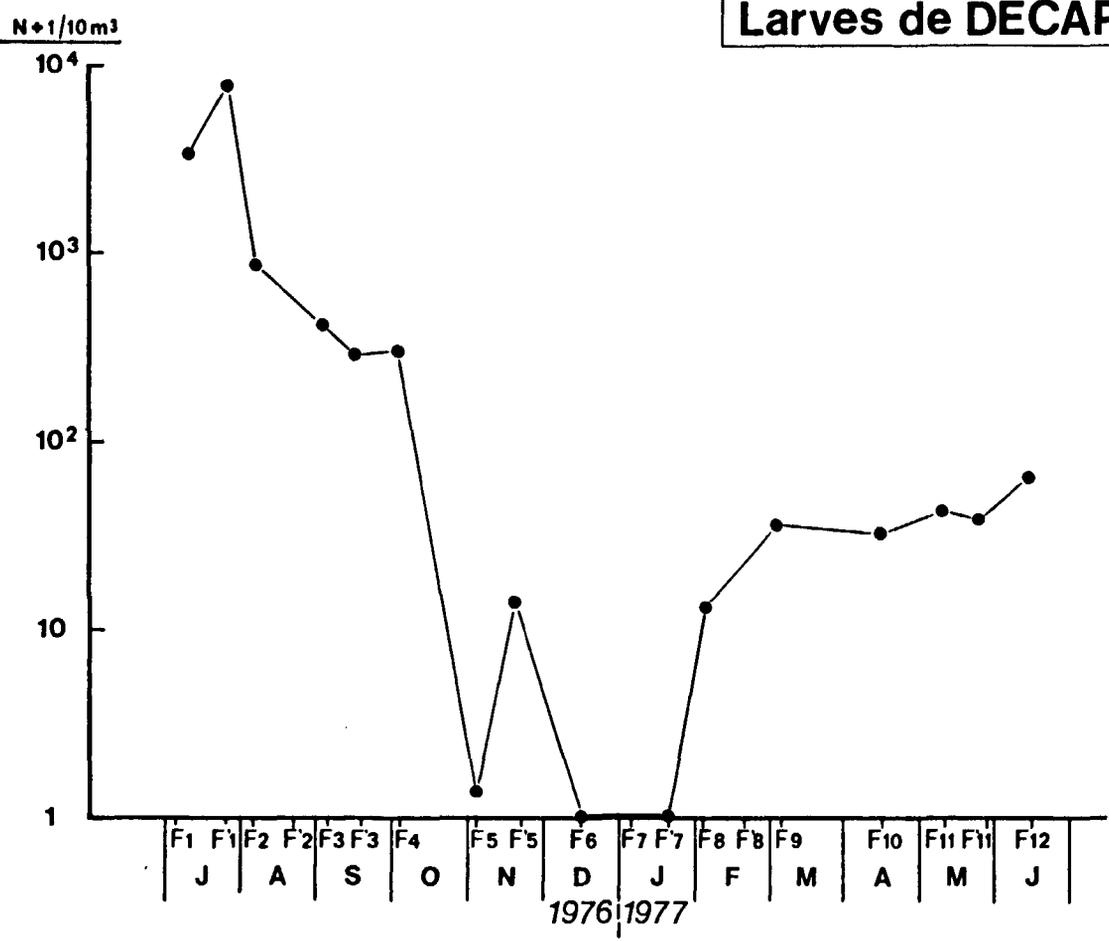
BARNES H. and M. BARNES : The rate of development of the embryo of *Balanus balanoides* (L) from a number of european and American populations. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 24 ; 251 - 269 ; 1976.

Fig. II.95

Larves de CIRRIPEDES



Larves de DECAPODES



D'après nos observations, il semble que la larve nauplius devient cypris au bout de 4 à 6 semaines environ. D'autre part, nous comptons en moyenne 100 nauplii pour 1 cypris, ce qui témoigne d'un taux de mortalité élevé pour les larves nauplii.

B - Les larves de décapodes

En juillet et août, la plus grande partie des larves de décapodes étaient celles d'*Upogebia deltaura* et *Pisidia longicornis* ; le profil de la courbe (fig. II.95) des variations quantitatives du nombre total de ces larves montrait une chute régulière et rapide de juillet à décembre. En hiver, les larves de décapodes sont rares et les premières apparitions sont enregistrées fin janvier. Les premières émissions de larves sont celles de paguridés (F.7 et F.8). Ils sont suivis par celles de nombreux brachyours (parmi lesquels seuls *Ebalia* et *Pinnothres* sont déterminés pour l'instant). En mai (F.11), on remarque une émission de larves de galatheidés. Ensuite, réapparaissent les larves dites "estivales" : *Upogebia* et *Pisidia*. Les quantités de larves de ces 2 espèces étaient très fortes en été 1976, la comparaison avec l'été 1977 pourra peut être mettre en évidence si les fortes chaleurs sont en relation avec l'abondance de certaines larves. Plusieurs crustacés commerciaux ont effectivement leurs larves dans ce plancton ainsi les crevettes et les crabes ; il se trouve que la détermination de ces larves relève du spécialiste et que les espèces couramment distinguées ici ne correspondent pas à des crustacés commercialisés.

3.3.3. LES AUTRES ESPECES DU ZOOPLANCTON

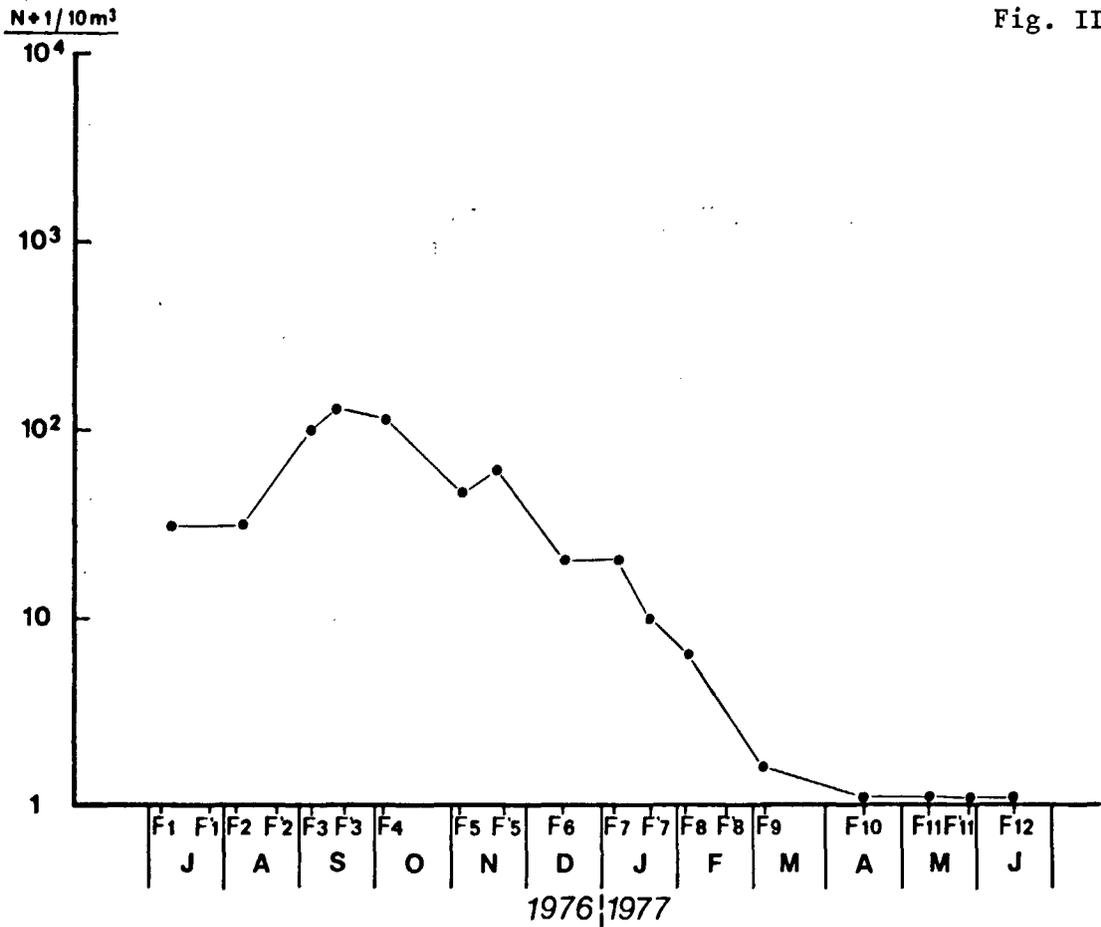
A - Les appendiculaires (Fig. II.96)

Oilopleura dioica est la seule espèce d'appendiculaire dans nos échantillons. Elle présente un maximum d'abondance en mai. Avec 1.140 individus pour 10 m³, soit 17,3% de la population zooplanctonique, et un minimum hivernal début février.

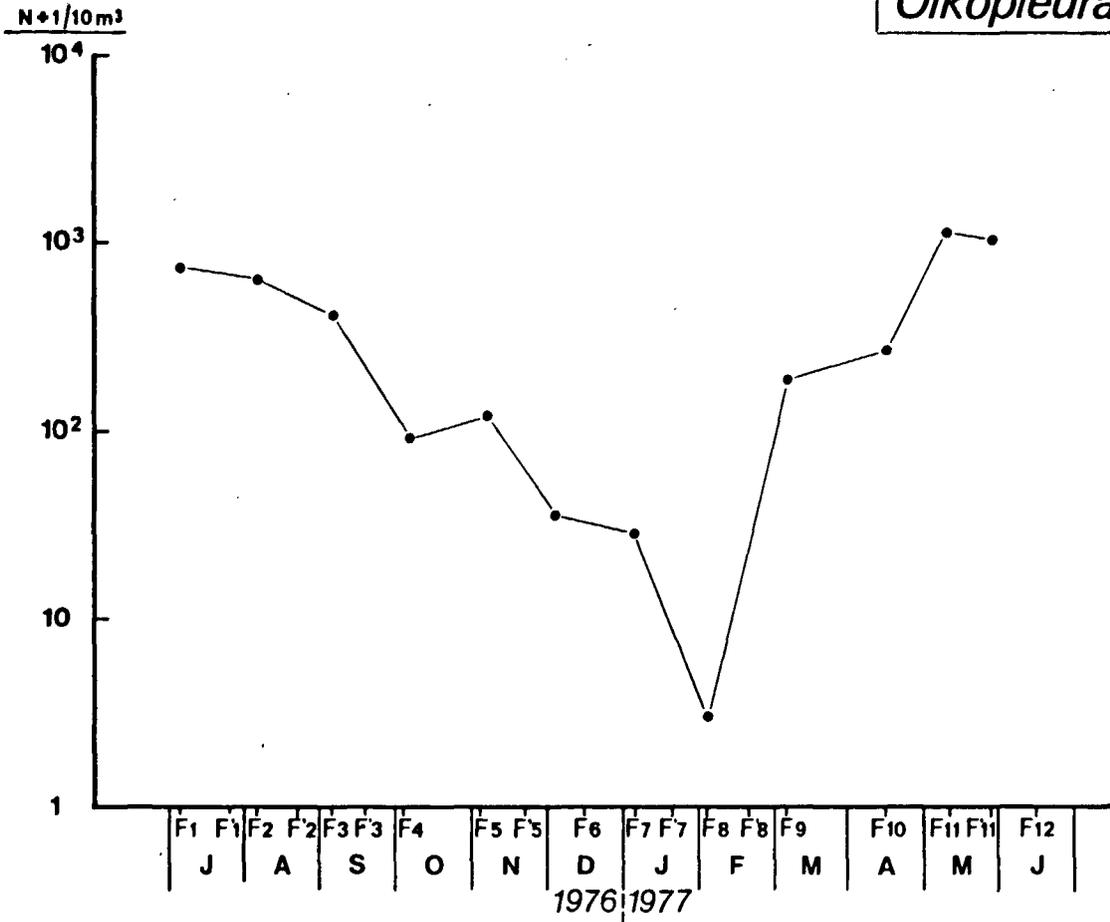
Remarquons que l'augmentation de l'effectif qui a lieu en février est très rapide.

Sagitta setosa

Fig. II.96



Oikopleura dioica



B - Chaetognathes (Fig. II.96).

Lors des six premiers mois d'étude, de juillet à novembre, la quantité de chaetognathes, *Sagitta setosa* et *S. elegans* était notable, nous avons pu faire des mesures de taille et essayer d'approcher l'étude de population. Il se trouve que de janvier à juin l'effectif est très faible pour les deux espèces. *Sagitta setosa* est toujours plus nombreuse que *S. elegans* au cours de l'année, sauf en juillet où lors de son maximum, *S. elegans* représente alors 55% du lot de *Sagitta*.

C - Larves d'annélides (Fig. II.97).

On a enregistré à FLAMANVILLE, au cours de l'année, 11 types de larves d'annélides dont 7 appartiennent à la famille des spionidés. La période de présence de différentes larves est résumée ci-dessous :

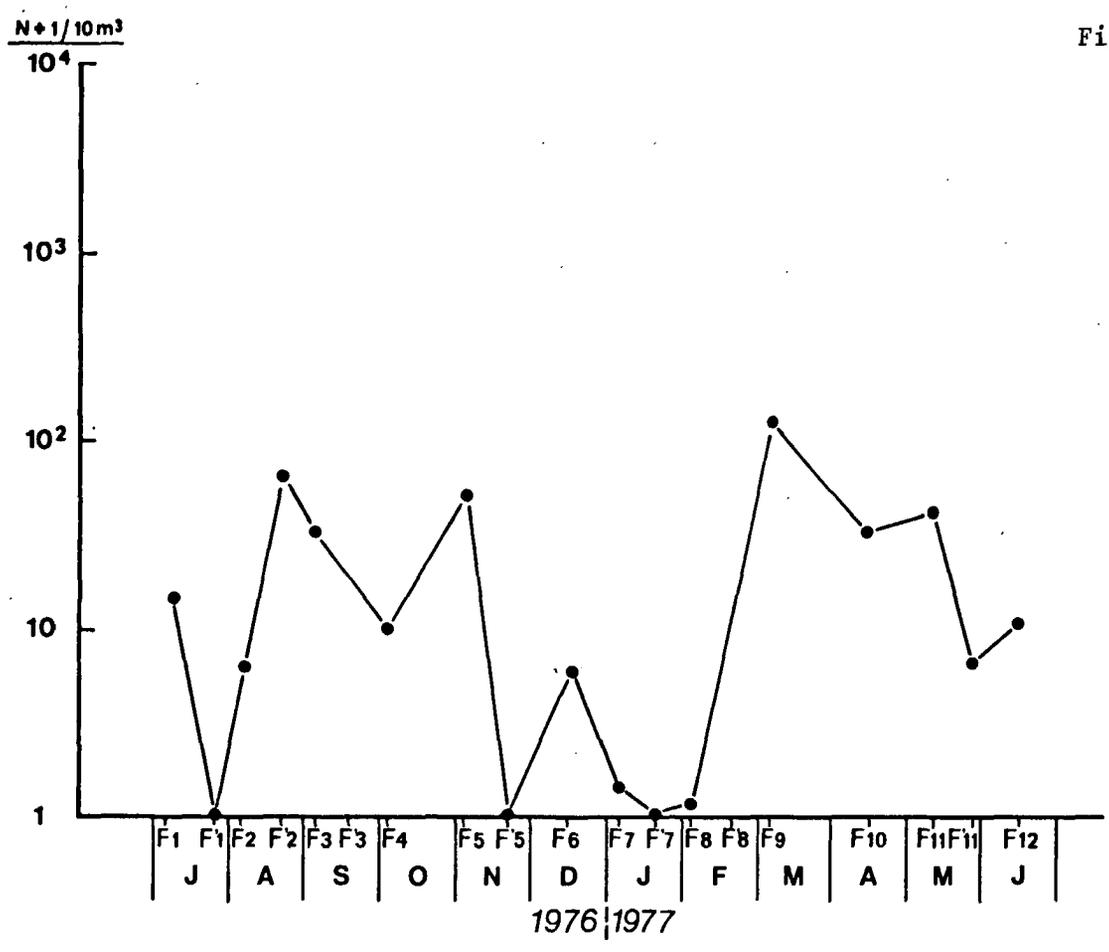
	F.1	F.2	F.3	F.4	F.5	F.6	F.7	F.8	F.9	F.10	F.11-12
	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M
Aphroditidé			x	x	x	x	x	x	x	x	x
Néréidés			x	x			x	x			
Nephtys								x	x	x	x
Scoelepis ciliata					x	x	x	x	x	x	x
Scoelepis fuliginosa					x	x	x	x	x	x	x
Nerine	x					x			x		x
Spio sp.			x	x	x					x	x
Spiophanes sp.									x		
Polydora ciliata											x
Polydora coeca											x
Lanice conchilega	x	x	x	x		0	x	x	x	x	x

On remarque que le mois de mai est le plus riche du point de vue qualitatif, juillet et août étant les mois où ces larves sont les moins diversifiées.

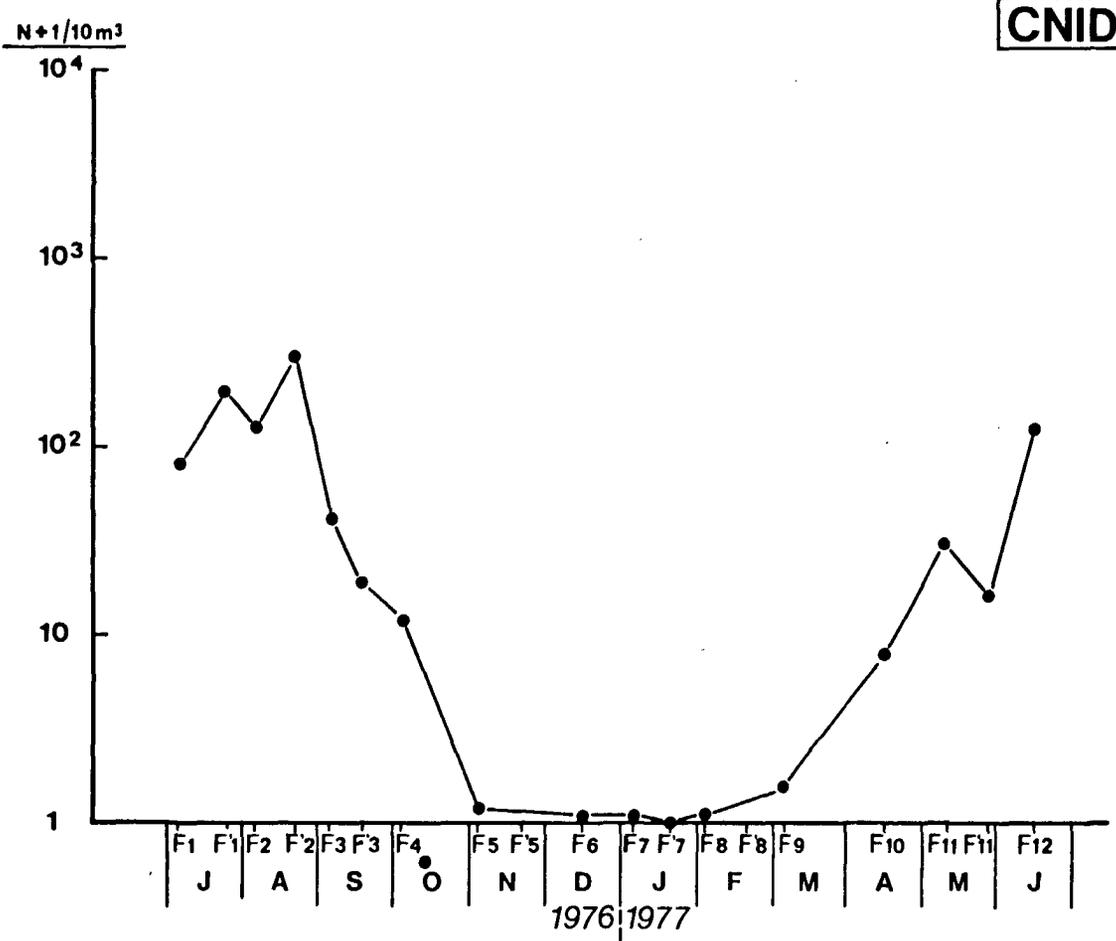
VARIATIONS QUANTITATIVES SAISONNIERES DE...

Larves d'ANNELIDES

Fig. II.97



CNIDAIRES



Si l'on considère la courbe (Fig. II.97), des variations saisonnières quantitatives pour ces mêmes larves d'annélides, on remarque plusieurs pics successifs : en août, novembre, et surtout en mars où elles représentent près de 6% du zooplancton ; les "périodes creuses" sont janvier et février. Les principales espèces rencontrées sont *Lanice conchilega* (présente de janvier à octobre), *Nephtys sp.*, *Scolelepis fuliginosa* et *Scol. ciliata*.

Comme dans le premier rapport d'avancement, nous passerons très vite sur ce groupe de larves peu abondant par rapport à celui des larves de crustacés, ce en quoi le site de FLAMANVILLE se différencie déjà bien des deux autres sites étudiés en Manche : PALUEL et GRAVELINES. Ce sont les rapports entre la présence des larves d'annélides et les peuplements de leurs "parents" adultes du benthos et de l'estran qui seront surtout intéressants à cerner ce que nous aborderons dès la 2ème phase de l'étude.

D - Cnidaires : hydroméduses (Fig. II.97)

La première période d'étude, de juillet à décembre, couvrait la saison d'été qui est celle où les hydroméduses sont les plus représentées dans le zooplancton ; on comptait 10 espèces (voir rapport d'avancement précédent) typiquement estivales comme les *Sarsia prolifera* et *Sarsia gemmifera* par exemple.

Deux espèces viennent se rajouter à la première liste établie, *Phialella quadrata* typiquement printanière, et *Hybocodon prolifer* qui apparaît dès le mois de février au moment où la température de l'eau est la plus basse et qui montre un maximum en mai lorsque l'eau est à 10°.

Les périodes de présence des hydroméduses sont résumées ci-après pour les 12 premiers mois de campagne :

E - Larves de Bryozoaires (Fig. II.98).

Ces larves dites "cyphonautes" d'organismes sédentaires et coloniaux sont ciliées et libres dans le domaine pélagique. Elles apparaissent dès février et présentent un maximum d'abondance en mai ; 65 individus par 10 m³, soit 1,8% en stock. En juin et juillet, l'effectif est de nouveau faible, mais il redevient important en août (40 individus) ; fin décembre, nous ne trouvons plus de ces larves cyphonautes.

F - Oeufs et larves de poissons (Fig. II.98).

Il paraît intéressant de signaler que nous avons recueilli des oeufs et des larves de poissons sur le site. Dès le mois de mai 1977, nous trouvons en moyenne 20 oeufs et 3 alevins par 10 m³ et en juillet 1976 nous observons 15 oeufs et 30 alevins par 10 m³.

Nos filets n'étant pas adapté à une bonne récolte de ces organismes, nous n'avons pas différencié les espèces ni cherché à conclure sur un nombre limité d'échantillons. La deuxième année d'étude du site est nécessaire pour vérifier ces observations et pourra peut être nous apporter d'autres précisions quant à la nature et à l'origine de ces oeufs et larves de poissons.

3.4) - Biomasses

Au cours des campagnes, tous les échantillons prélevés en vue d'étudier la biomasse zooplanctonique ont été congelés immédiatement après avoir été filtrés à bord.

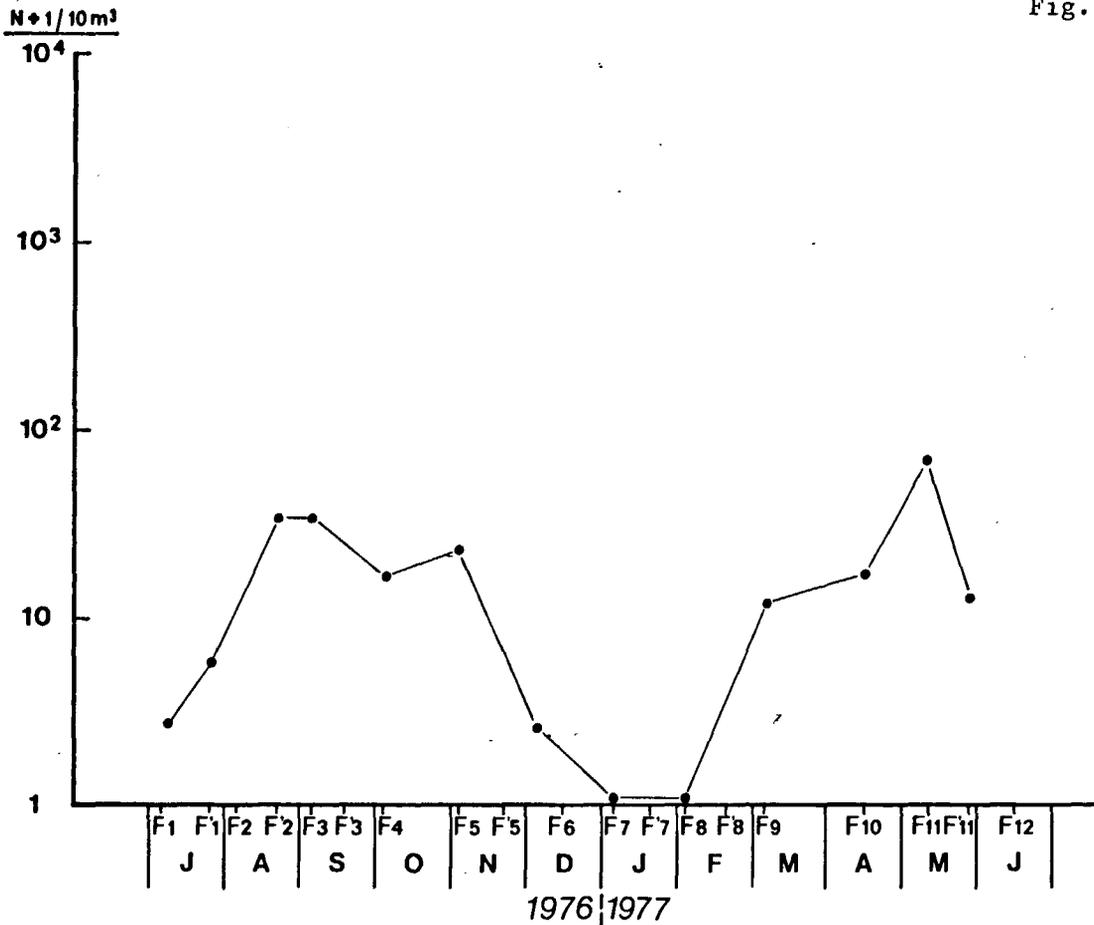
3.4.1. Mesures du poids sec (cf. tableau II.28).

Nous observons à FLAMANVILLE (fig. II.99) un cycle annuel du poids sec qui présente les caractéristiques suivantes :

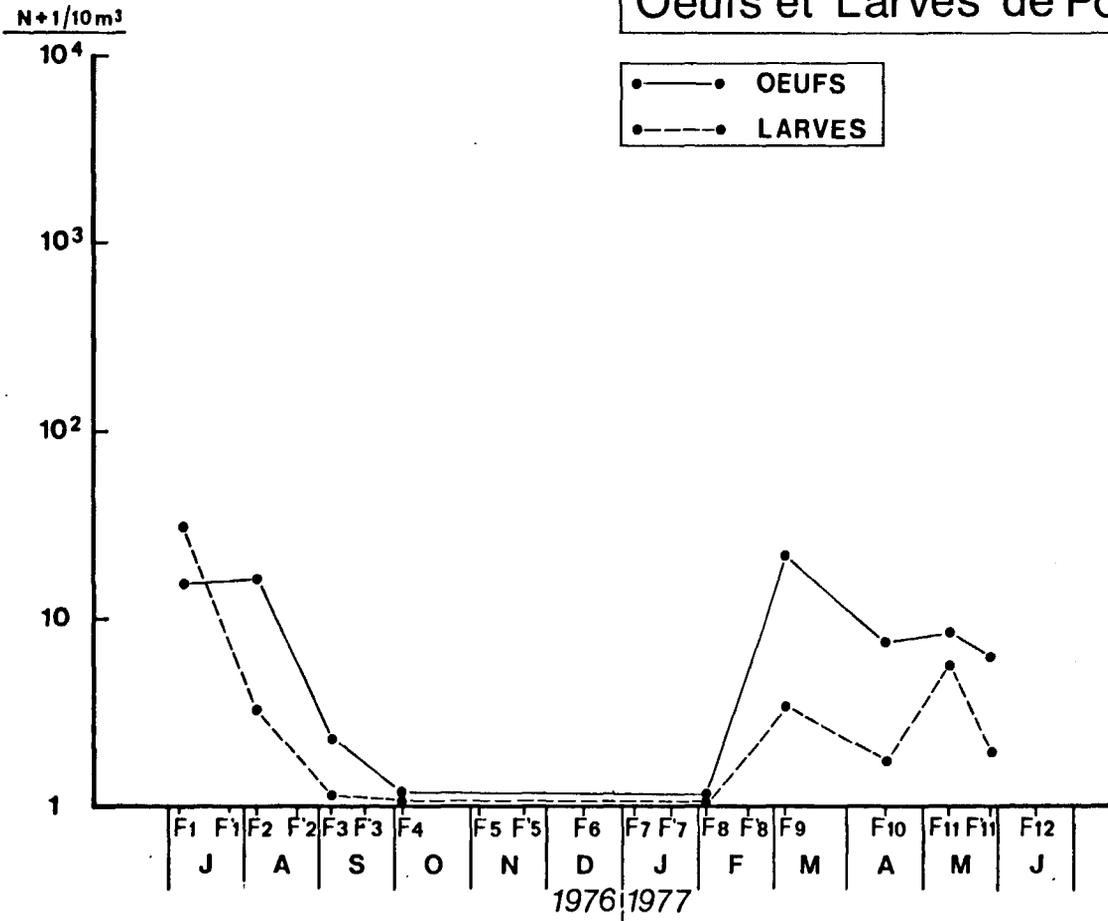
- un poids sec maximal en juillet (29 mg/m³) et début mai (27 mg/m³).
- un minimum hivernal en février (7 mg/m³) et un autre, moins marqué, en septembre (11 mg/m³).

Larves "Cyphonautes"(Bryozoaires)

Fig. II.98



Oeufs et Larves de Poissons



VARIATIONS SAISONNIERES DU POIDS SEC ET DE LA MATIERE ORGANIQUE TOTALE

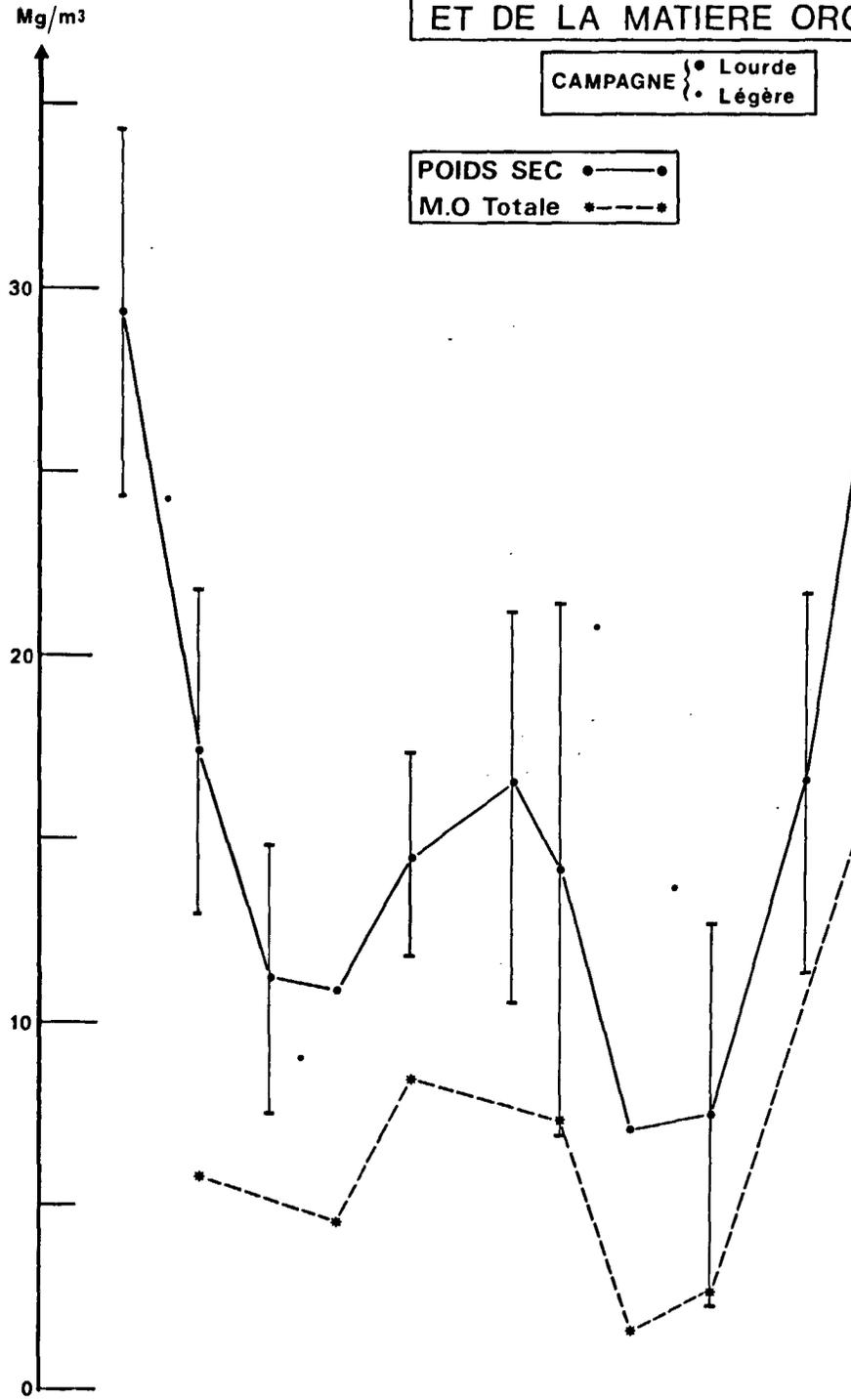
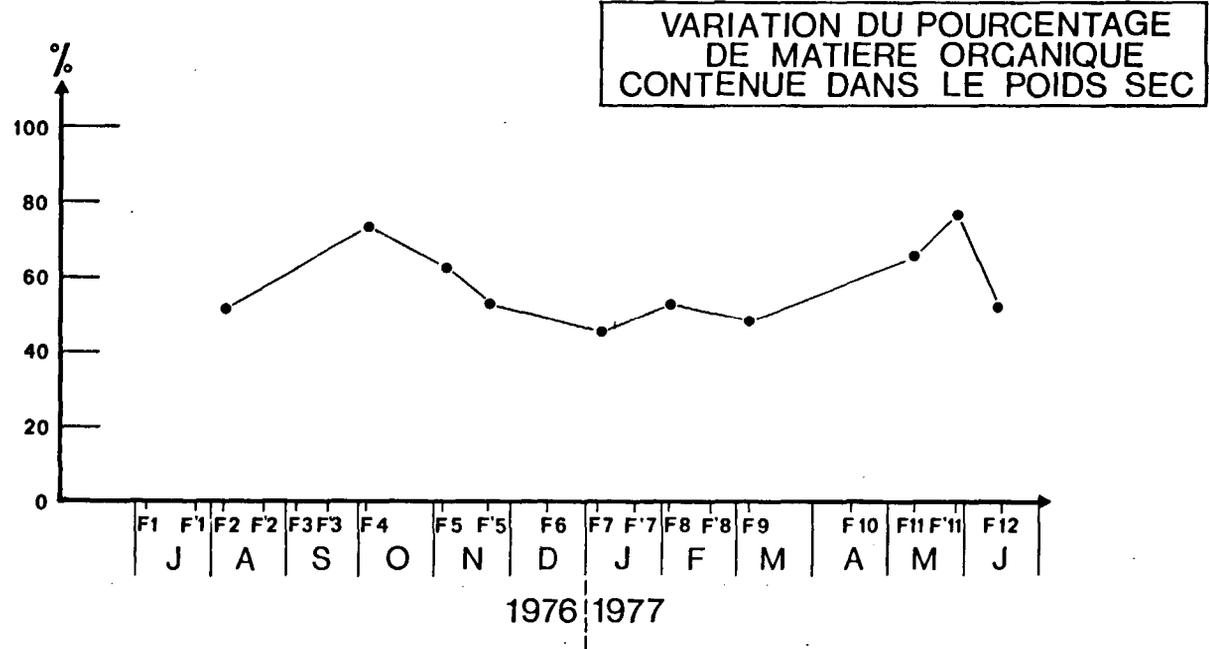


Fig. II.99



Bien que l'intérêt du poids sec réside dans la rapidité de sa mesure, il faut bien considérer cependant que les eaux échantillonnées sont côtières et donc, très fréquemment chargées de matières en suspension, non zooplanctoniques.

3.4.2. Matières organiques (Fig. II.99 , II.100).

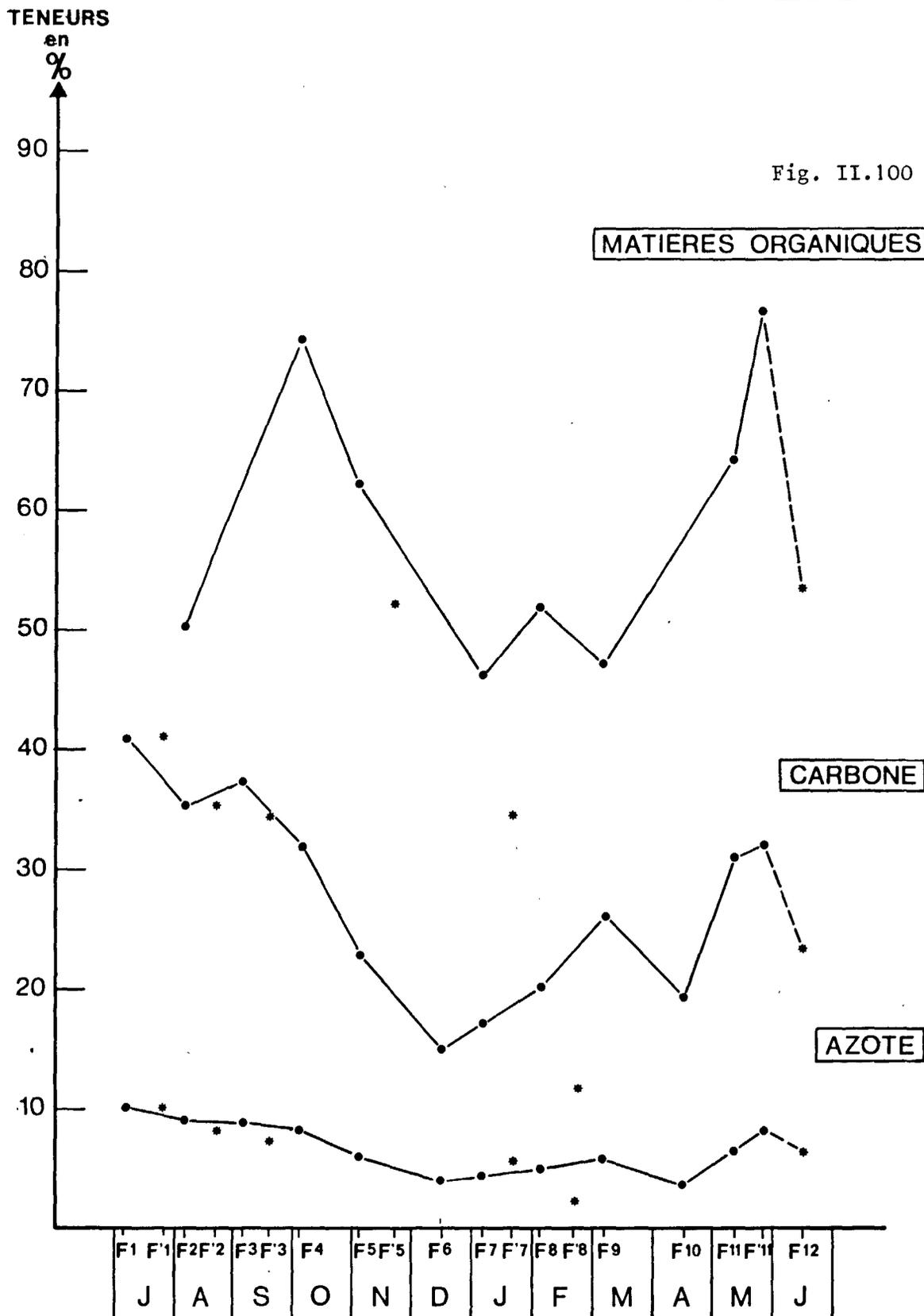
Pour éliminer l'erreur due aux matières en suspension dans l'eau, nous avons calculé la teneur en matières organiques contenues dans le poids sec (fig. II.100). Celle-ci varie plus d'une campagne à l'autre qu'entre les stations d'une même campagne. De décembre à mars, il y a en moyenne 50% de matières organiques dans nos échantillons. Nous observons deux pics de teneurs maximales en octobre-novembre (74%) correspondant à des échantillons "propres" avec peu de matières en suspension, et l'autre, en mai (78%) correspondant à un phytoplancton abondant.

MATIERES ORGANIQUES

Mission	Date	Station	Poids sec mg/m3	% de mat. organiques	Matières organiques mg/m3
F.2	6/8/76	B.1	10,81	50	5,44
		C.1	14,29	57	8,19
		B.3	8,17	45	3,70
F.4	3/10/76	B.1	6,22	74	4,58
F.5	3/11/76	B.4	13,32	62	8,28
F.5'	19/11/76	B		52	
F.7	5/01/77	D.0.	6,013	45	2,71
			24,57	45	11,06
F.8	2/02/77	B.4	4,04	53	2,14
			2,71	53	1,43
F.9	3/03/77	B.1	3,98	46	1,83
			8,59	46	3,95
F.11	10/05/77	D.0	22,83	65	14,84
		B.3	29,76	66	19,64
F.12	24/05/77	D.0	24,34	74	18,11
			13,74	81	11,34
F.12'	16/06/77	B	24,45	53	12,96

TENEURS EN MATIERES ORGANIQUES TOTALES, EN CARBONE ET EN AZOTE ORGANIQUES DES ECHANTILLONS DU ZOOPLANCTON

MISSIONS { • Lourdes
* Légères



Le poids de matières organiques (fig. II.99) varie comme le poids sec mais, avec des amplitudes moins marquées. C'est février, qui est le mois le plus pauvre, avec environ 2 mg/m³ de matières organiques. En mai, nous trouvons près de 16 mg/m³, ce qui est le maximum annuel avec juillet. Mais, en mai, il est probable que cette mesure soit surestimée à cause de la matière organique d'origine phytoplanctonique, abondante à cette époque.

3.4.3. Carbone et azote organiques (Tableau n° II.28).

Le carbone (C) et l'azote (N) organiques ont été mesurés directement à partir d'une fraction du poids sec.

A) Teneurs en carbone et azote organiques (fig. II.101, II.102).

Le zooplancton est pondérablement composé de 25 à 30% de carbone et de 7% d'azote organique en moyenne. Mais, en réalité, ces taux, comme celui de la matière organique, varient constamment selon la saison.

Juillet est le mois de la plus forte teneur (42% de C et 10% de N). Celle-ci reste élevée de mai à septembre, et devient minimale en décembre avec seulement 15% de C et 4% de N.

Notons d'autre part (fig. II.102) que le taux de carbone organique correspond à la moitié environ de la teneur en matières organiques (MO (%) = 2,2 C (%)).

B) Relation entre C et N (fig. II.103).

Le rapport $\frac{C}{N}$ varie peu au cours de cette année d'étude ;

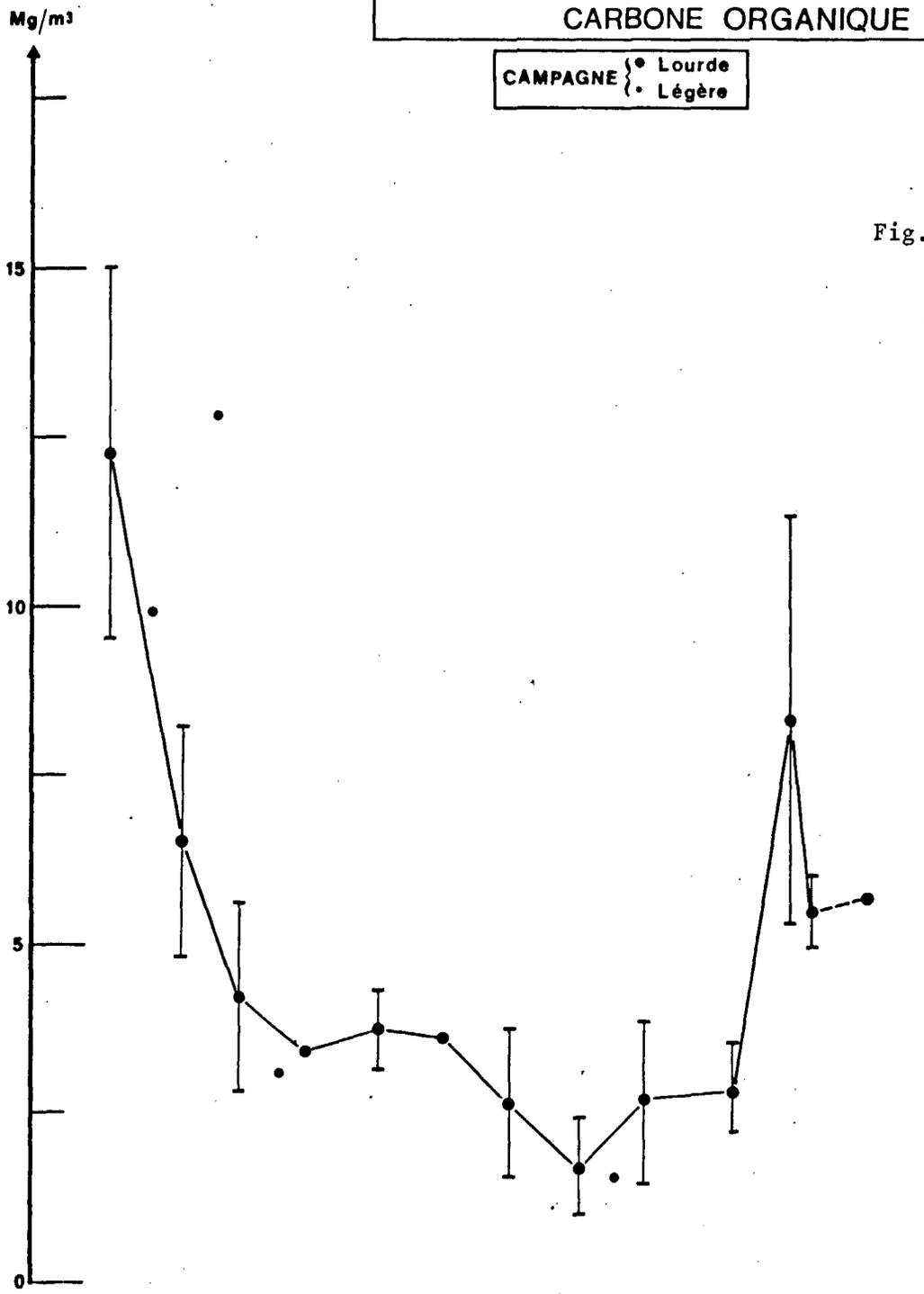
Il peut donc être considéré comme caractéristique de la composition élémentaire du zooplancton à FLAMANVILLE.

Nous trouvons une valeur $\frac{C}{N} = + 4,23$ (fig. II.104) bien que en mars-avril, au moment où la teneur en matière organique augmente, nous trouvons une valeur plus élevée ($\frac{C}{N} = 5,0$) qui pourrait être imputée à la présence de phytoplancton.

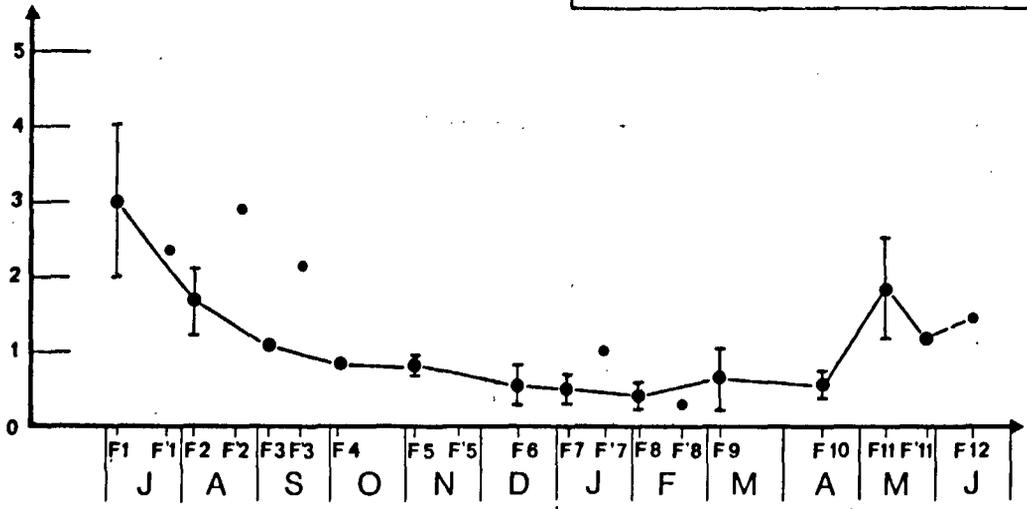
VARIATIONS SAISONNIERES DU POIDS DE CARBONE ORGANIQUE

CAMPAGNE { • Lourde
• Légère

Fig. II.101



VARIATIONS SAISONNIERES DU POIDS DE L'AZOTE ORGANIQUE



RELATION ENTRE LES TENEURS
EN MATIERE ORGANIQUE TOTALE
ET EN CARBONE ORGANIQUE

$MO\% = 2,2 \times C\%$

- F 2 — ○
- F 4 — □
- F 5 — ■
- F 7 — *
- F 8 — +
- F 9 — ☆
- F 11 — ☆
- F 12, F'12 — ⊗

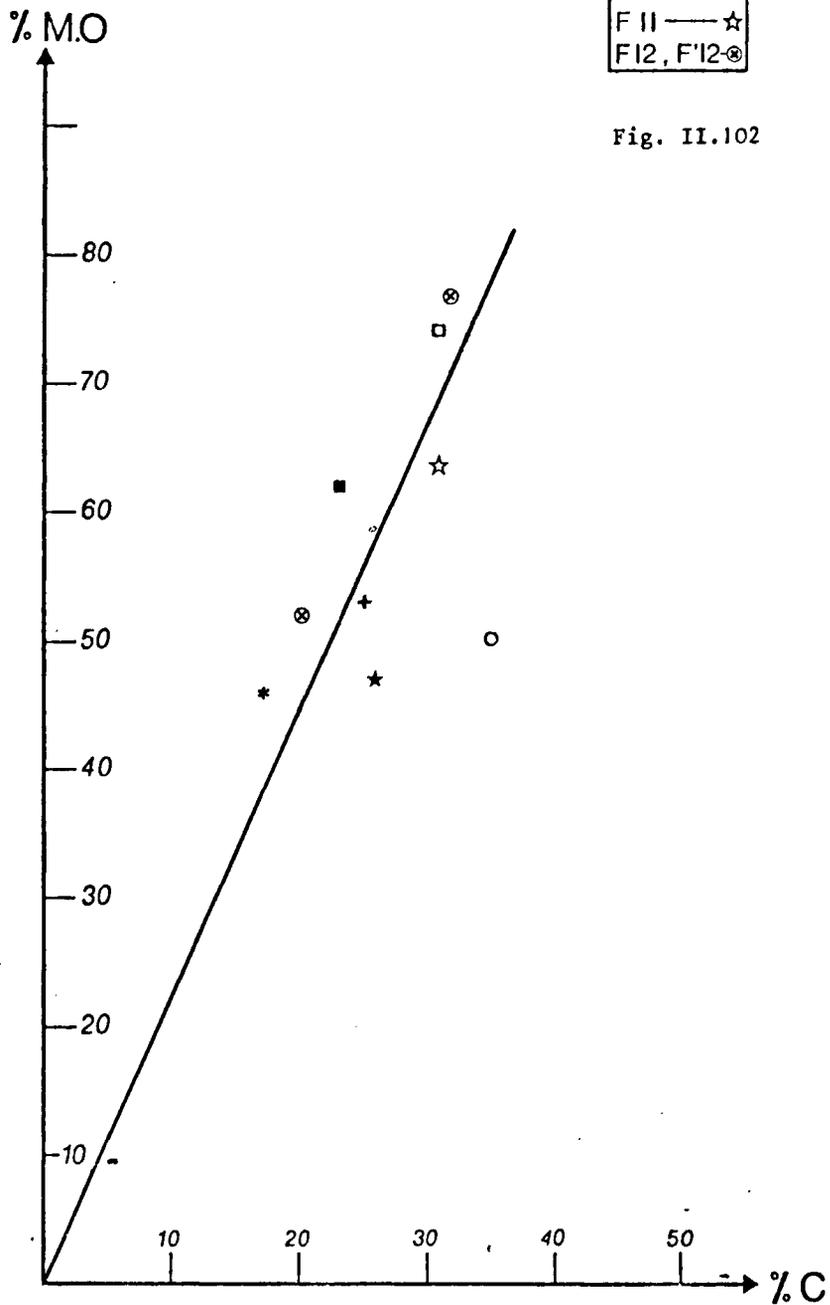


Fig. II.102

VARIATIONS SAISONNIERES DU RAPPORT CARBONE AZOTE

* VALEUR MOYENNE/CAMPAGNE

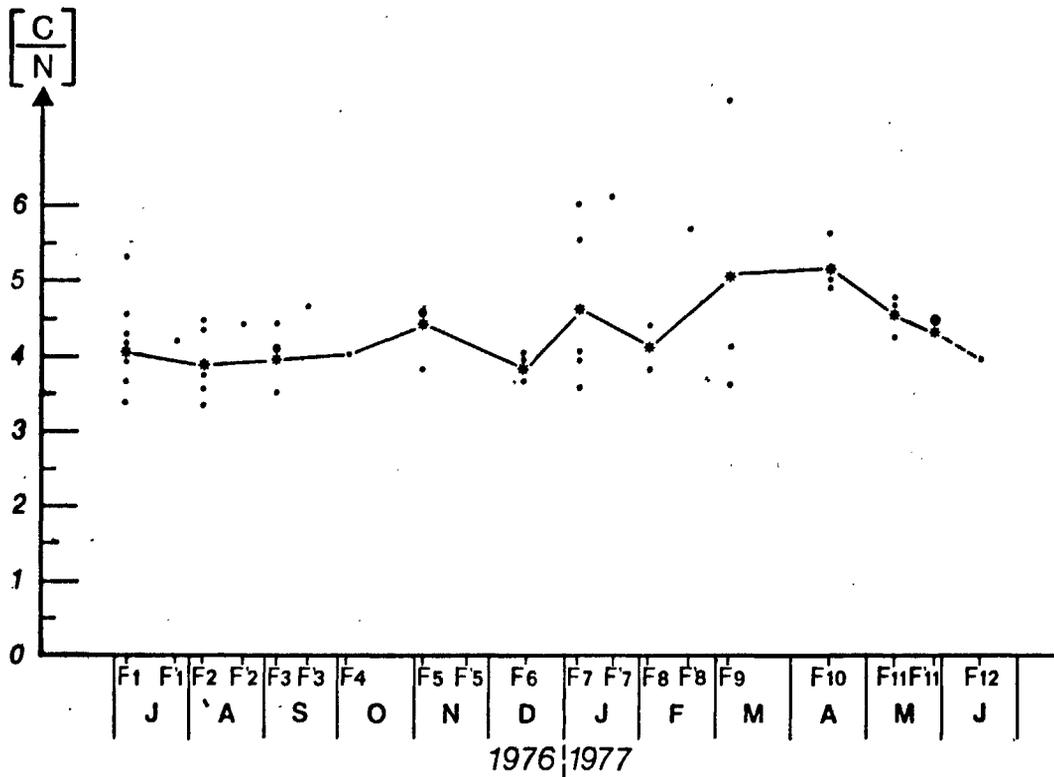


Fig. II.103

RELATION ENTRE LES TENEURS
EN CARBONE ET EN AZOTE ORGANIQUES

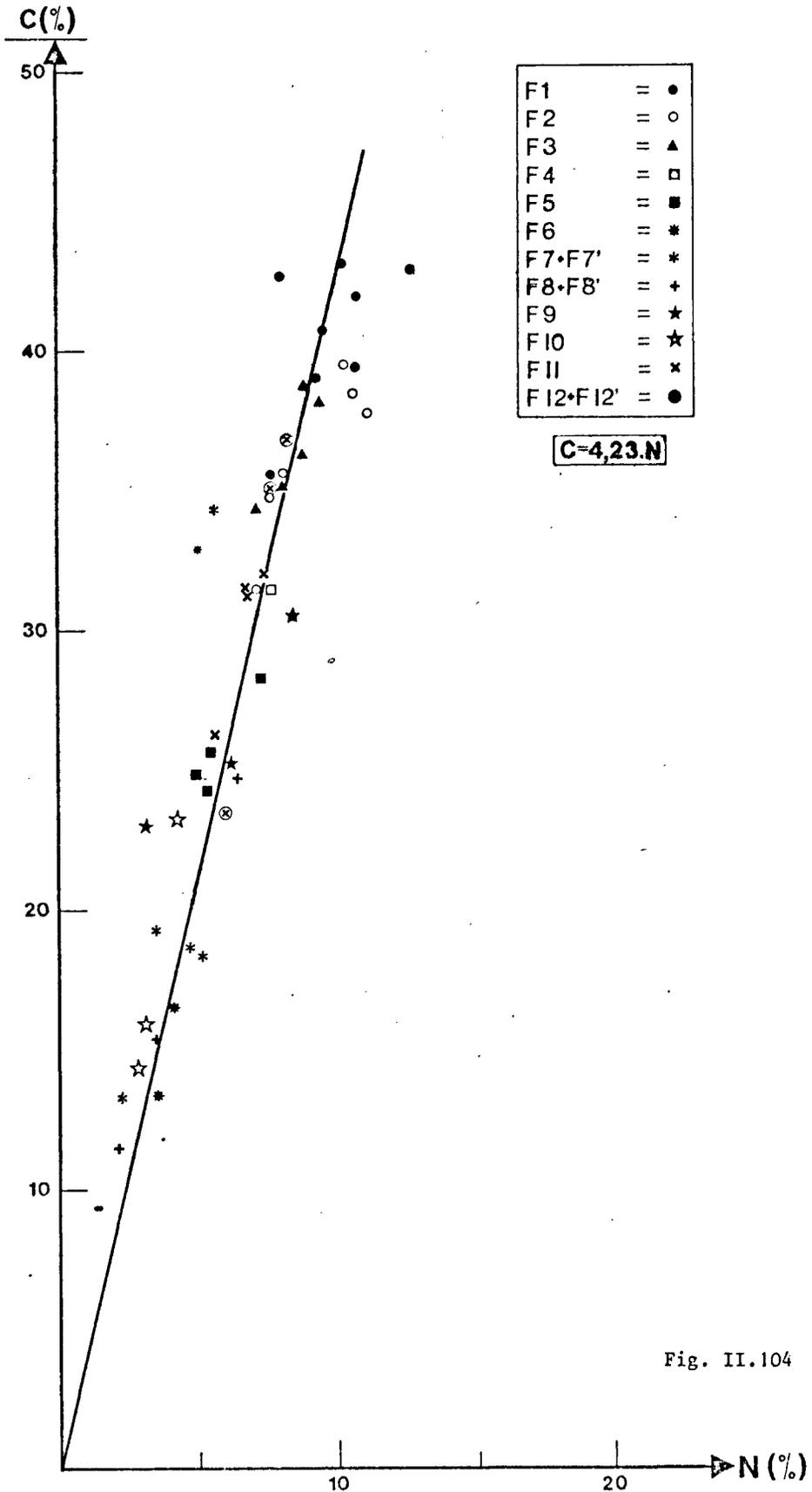


Fig. II.104

La teneur en matières organiques et le rapport atonique $\frac{C}{N}$ indiquent que les eaux étudiées devant le site de FLAMANVILLE sont de type oligotrophe durant toute l'année.

4. Conclusion : variations saisonnières de la biomasse

Nous avons comparé le poids sec et le poids de carbone organique au nombre total d'individus, c'est-à-dire l'abondance du zooplancton à FLAMANVILLE. En juillet 1976, l'abondance est la plus forte et nous trouvons 12 mg de carbone organique. Dans les échantillons, à cette époque, il y a près de 20% d'appendiculaires et environ 10% de larves de décapodes dont les biomasses respectives ne sont pas négligeables.

Puis, à partir de juillet, le zooplancton s'appauvrit. L'effectif diminue rapidement, surtout celui des appendiculaires et la biomasse également. Elle atteint en septembre environ 3 mg/m³ de carbone organique, et reste stable durant tout l'automne.

La biomasse d'hiver est minimale et correspond au minimum d'abondance du zooplancton, essentiellement composé de copépodes. Elle atteint 2 mg/m³ de carbone organique fin janvier.

L'effectif augmente en février avec l'arrivée des Nauplii de cirripèdes de petites tailles, mais très nombreuses ; la biomasse augmente consécutivement à 3 mg/m³ en mars.

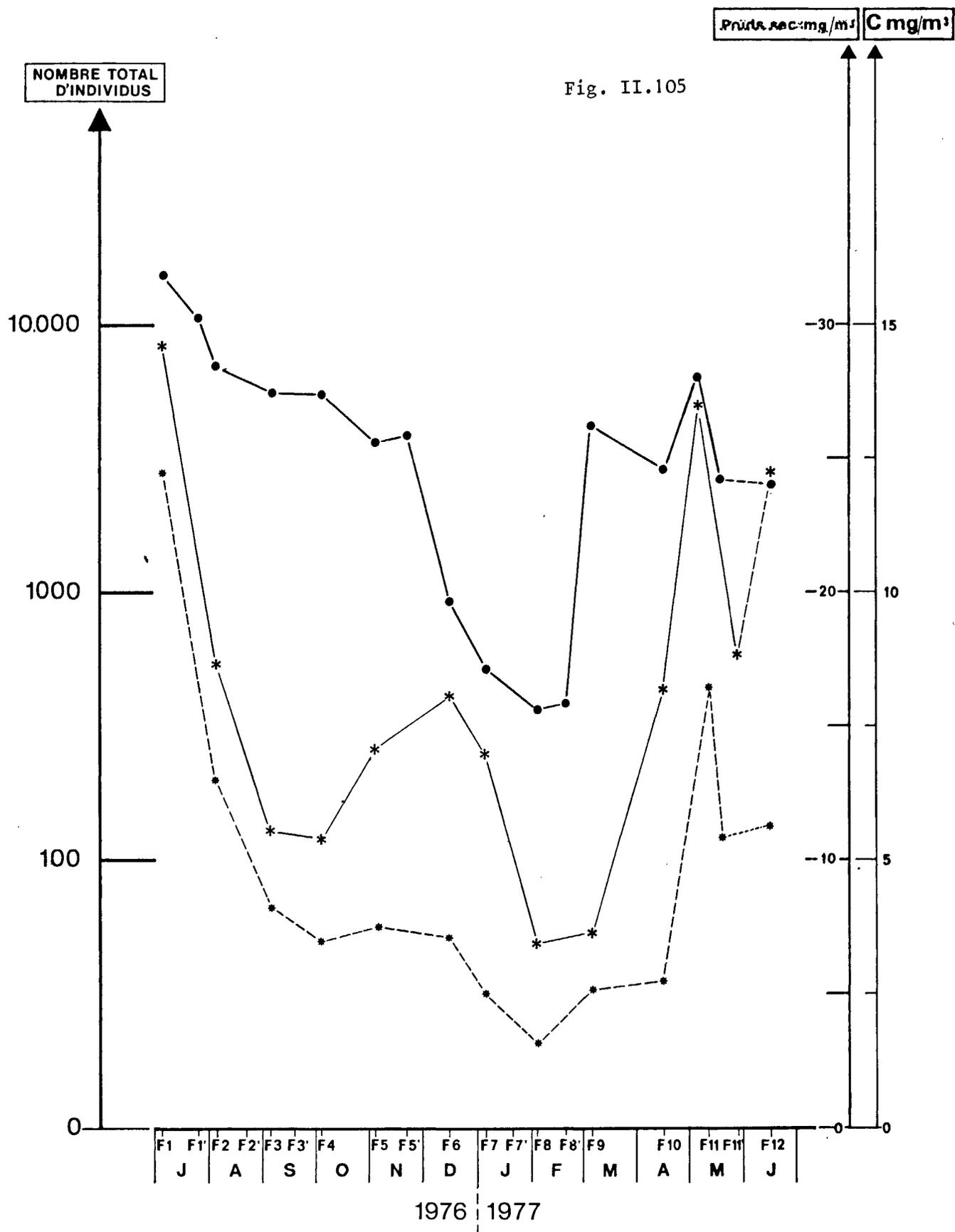
Avec le printemps, l'effectif général du zooplancton augmente ainsi que la biomasse ; nous mesurons 7 mg/m³ de carbone organique en mai 1977.

Ainsi le poids sec et surtout le poids de carbone organique varient dans le même sens que le nombre total d'individus. Ceci revient à dire que la biomasse n'est pas tant liée à la taille des individus zooplanctoniques qu'à l'effectif global du zooplancton.

Nous savons en effet que les copépodes très nombreux constituent l'essentiel de la biomasse d'hiver ; cependant, les appendiculaires (*Oikopleura dioica*) et les larves de décapodes moins nombreux, mais de plus grosse taille jouent un rôle très important (juillet 1976). Enfin, les espèces de grande taille comme les chaetognathes et les cnidaires ne sont pas assez nombreuses et n'ont pas d'effet visible sur la biomasse globale mesurée.

Dans l'ensemble, la biomasse zooplanctonique est plus faible à FLAMANVILLE qu'en d'autres sites de Manche Orientale (PALUEL et GRAVELINES).

**RELATIONS ENTRE LE NOMBRE TOTAL D'INDIVIDUS(•),
LE POIDS SEC (*), ET LE POIDS DE CARBONE ORGANIQUE(*)**



F) CONCLUSION

Après cette première année d'étude, nous avons montré que la faune planctonique à FLAMANVILLE était composée essentiellement de crustacés, non seulement des espèces holoplanctoniques (copépodes) connues en Manche occidentale, mais aussi des larves de crustacés benthiques (cirripèdes, crabes, porcellanes) caractéristiques des faciès littoraux rocheux.

Pour les principales espèces, les variations saisonnières montrent de forts changements quantitatifs permettant de distinguer plusieurs périodes :

- 1°/ Un été particulièrement riche en nombre d'espèces et en biomasse.
- 2°/ Une période hivernale qui s'amorce dès le mois d'octobre et persiste jusqu'en février où l'on observe le minimum quantitatif annuel.
- 3°/ Une période printanière qui se manifeste dès le mois de mars, ceci en parallèle avec une augmentation rapide de la température à cette époque.

La périodicité bimensuelle des campagnes a permis de mettre en évidence les périodes de reproduction de quelques espèces. Ses cycles saisonniers semblent très proches de ceux que nous connaissons déjà en Manche occidentale.

Nous n'avons pas pu observer de gradient d'abondance stable entre la côte et le large : ce qui est certainement en rapport avec le fort brassage des eaux. De plus, les variations d'abondance au cours du cycle de marée au point B ne sont pas significatives.

Au cours de la deuxième année d'étude, il sera nécessaire d'établir les corrélations des variations d'abondance avec les paramètres hydrologiques et hydrodynamiques du site.

CHAPITRE III

Domaine Benthique

par : T. BELSHER
B. GUILLAUMONT
D. HAMON

CHAPITRE III

DOMAINE BENTHIQUE

A-Introduction générale

En zone sublittorale, comme en zone intertidale, plusieurs missions (Tableau III. 1) ont permis la description et la cartographie des principaux peuplements benthiques.

L'étude a concerné le secteur marin encadrant le Cap de Flamanville ainsi que la frange intertidale s'étendant du Cap de la Hague au Cap de Carteret.

Mission	Coefficient de marée	Objet de la mission		
		ZOOBENTHOS	PHYTOBENTHOS	
15 au 19/3/1976	(15 : 103	/ / / / /	- Aire minima	
	(16 : 113		- R9 et R15	
	(17 : 117		(Anse de Vauville)	
	(18 : 113			
	(19 : 102			
28 au 30/7/76	(28 : 95	/ / / / /	- inventaire qualita-	- Aire minima
	(29 : 97		tifs aux bas ni-	- inventaire qualitatif aux
	(30 : 95		veaux	bas niveaux (R1 et R2)
25 au 29/8/76	(28 : 95	/ / / / /	- R1 - R2 - R3	- R1 - R2 - R3
	(29 : 97			
	(30 : 95			
1 au 4/9/76	(25 : 97	/ / / / /	- R6 à R11	
	(26 : 105		(Anse de Vauville)	
	(27 : 108			
	(28 : 105			
	(29 : 96		- R4	- R4 - R5
23 au 26/9/76	(23 : 104	/ / / / /	- R 12 à R 14	
	(24 : 112	/ / / / /	(Anse de Sciottot)	
	(25 : 114	/ / / / /	- R1 à R5	- R1 à R5
	(26 : 109	/ / / / /	(bas niveaux)	(bas niveaux)
2 au 7/4/77	(2 : 86	/ / / / /	- R 6, 9, 12, 14	
	(3 : 99		et	
	(4 : 108		R 16 à R 20	
	(5 : 112			
	(6 : 108			
	(7 : 99	/ / / / /	- R4	-R 1 à R 6
23 au 26/4/77	Essais de prélèvements quantitatifs effectués par Pluteus II			
28 et 29/6/77	Plongées au Cap de Flamenville			
28 au 30/8/77	Mission aérienne sur l'ensemble du site			

Tableau III.1 : Calendrier des missions

R : Radiales
 : : Substrats meubles
 / / / : Substrats durs

- BENTHOS SUBLITTORAL

1 - Introduction

Dans le cadre de l'exploration générale du benthos de la Manche, une série de prélèvements benthiques, effectués en mai et août 1975 entre le Cap de la Hague et le Cap de Carteret, a permis d'établir la distribution des peuplements benthiques sublittoraux dans ce secteur (CABIOCH et al. 1976 ; Etude écologique d'avant projet).

Pour l'étude de projet, une aire plus restreinte et un maillage plus serré ont été définis (Figure III.1)

Du 1er au 4 septembre 1976, 40 dragages (G 653 à G 692), intercalaires par rapport à ceux de 1975, ont été réalisés dans le secteur marin du Cap de Flamanville afin d'y préciser la distribution des peuplements animaux et végétaux.

La description des peuplements devait être complétée, dans la mesure du possible, par un aspect quantitatif. Le secteur marin du Cap de Flamanville, soumis à d'intenses courants de marée et présentant des fonds hétérogènes, se prêtait mal à l'utilisation d'engins quantitatifs. Une campagne fut cependant envisagée, en avril 1977, afin de tenter des essais de prélèvements quantitatifs, à l'aide des bennes Hamon et B.S.A., en des stations représentatives des divers peuplements. Les conditions météorologiques défavorables, s'ajoutant aux difficultés techniques, ne permirent pas d'obtenir des résultats satisfaisants.

En juin 1977, une série de plongées, au droit du Sémaphore du Cap de Flamanville, a permis de prospecter la zone située entre 0 et -12 m de profondeur.

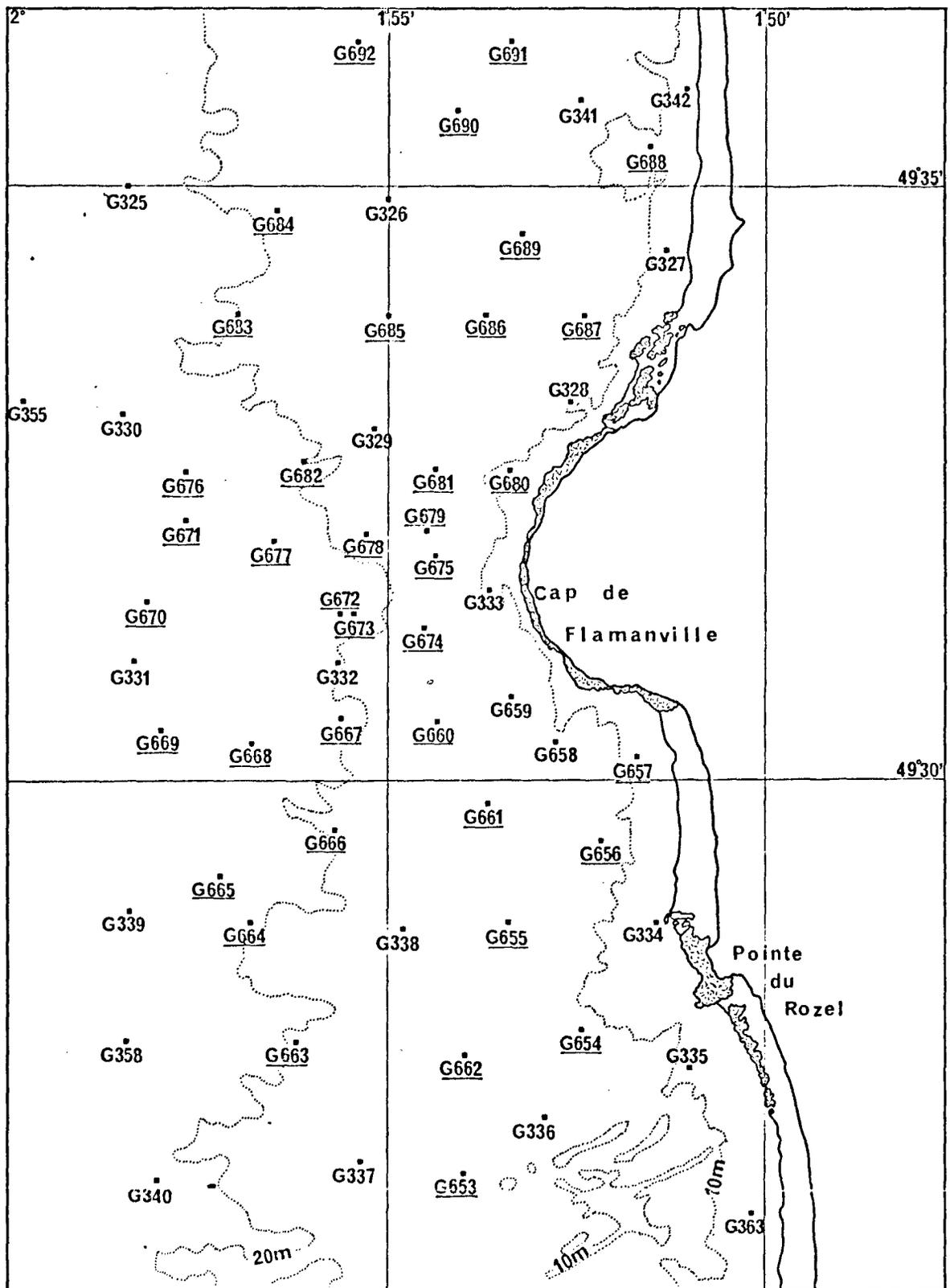
2 - Méthodologie

Les différentes opérations en mer se sont déroulées à bord du "Pluteus II", navire océanographique de la Station Biologique de Roscoff (C.N.R.S.).

Les dragages ont été réalisés à l'aide de la drague Rallier du Baty. A chaque station :

- 30 l de sédiment sont tamisés sur maille carrée de 2mm (limite couramment admise en Manche pour la macrofaune benthique)

- faune et flore sont triées puis fixées. L'importance du refus de tamis et la richesse faunistique de l'échantillon nécessite parfois un sous-échantillonnage en vue d'un tri ultérieur au laboratoire.



Dragages 1975 : série G300

Dragages 1976 : série G600

Fig. III.1 - Localisation des dragages

- Un échantillon de la fraction meuble est prélevé aux fins d'analyses granulométriques.

Les analyses faunistiques et floristiques sont réalisées au laboratoire.

3 - Peuplements du macrobenthos animal

Les résultats de l'analyse faunistique des 40 stations prospectées lors de la campagne de septembre 1976 sont reportés dans le tableau III.2 (1)* Ces résultats portent essentiellement sur les espèces d'endofaune et d'épifaune vagile en raison de leur importance dans les chaînes alimentaires et dans la caractérisation des diverses unités de peuplements. L'épifaune sessile, d'un moins grand intérêt immédiat et nécessitant beaucoup de temps pour résoudre les difficultés inhérentes à sa systématique, n'a pas été prise en compte dans le cadre de cette étude. Cependant, les espèces d'épifaune sessile appartenant aux phyla des Annélides polychètes et des Mollusques, aisément identifiables, ont été répertoriées mais n'entrent pas dans les traitements ultérieurs des données.

L'analyse des échantillons a permis d'identifier 155 espèces d'endofaune et d'épifaune vagile appartenant aux groupes suivants :

Annélides polychètes	: 38
Sipunculiens	: 3
Mollusques	: 45
Crustacés	: 60
Echinodermes	: 4
Poissons	: 5

L'analyse des similitudes entre les compositions faunistiques des stations (analyse cénotique) doit permettre de distinguer les différentes unités biologiques.

3.1. Analyse cénotique

L'abondance (2) des différentes espèces récoltées en chaque station ne peut être ramenée à une surface déterminée en raison de la variabilité de l'échantillonnage (la dominance reste par la suite utilisable), aussi les résultats semi-quantitatifs obtenus ne peuvent faire l'objet d'une analyse quantitative. L'analyse des similitudes entre relevés a donc été effectuée en fonction du caractère présence-absence des espèces.

(1) Les dragages G 680 et G 688, effectués sur substrat dur où la drague se révèle inefficace n'apparaissent pas dans ce tableau.

(2) L'abondance d'une espèce dans un prélèvement donné est le nombre d'individus de cette espèce dans ce prélèvement.

3.1.1. Choix du coefficient

Nous avons choisi entre autres coefficients, le coefficient de corrélation de point Φ (cas particulier du coefficient de Bravais-Pearson "r" pour les valeurs 1 (présence) et 0 (absence) ; il présente l'avantage d'être lié au paramètre χ^2 , permettant une détermination statistique des seuils de signification.

On peut l'écrire sous la forme :

$$\Phi = \frac{aN - X_i X_j}{\sqrt{X_i X_j (N-X_i) (N-X_j)}}$$

i et j : 2 stations étudiées

N : nombre total d'espèces dans l'ensemble du secteur

X_i : nombre d'espèces de la station i

X_j : nombre d'espèces de la station j

a : nombre d'espèces communes à i et j

est lié au test χ^2 par la relation $N\Phi^2 = \chi^2$.

3.1.2. Résultats

Les résultats de l'analyse des similitudes entre les compositions faunistiques des stations présentés sous forme de dendogramme (figure III.2) montrent que la majorité des stations sont regroupées dans un même ensemble puisque 31 d'entre elles (G 663 à G 659) sur les 38 considérées sont liées au dessus du seuil de signification de 95 % ($\Phi \geq 0,16$).

Ce premier groupe d'affinité laisse apparaître une subdivision qui sépare les stations G 663 à G 691 des stations G 660 à G 659. La liaison entre ces deux sous-groupes se fait pour la valeur de Φ égale à 0,20 c'est-à-dire voisine du seuil de signification de 99 % ($0,21 < \Phi < 0,26$). Les autres stations se répartissent en trois groupes d'affinités n'ayant entre eux ou avec le groupe précédent aucune liaison significative.

L'analyse des données permet donc de distinguer quatre groupes d'affinités qu'il convient de caractériser d'un point de vue biologique

- groupe A : stations G 663 à G 659
 - sous-groupe A1 : stations G 663 à G 691
 - sous-groupe A2 : stations G 660 à G 659
- groupe B : stations G 679 - G 681
- groupe C : stations G 687 - G 689 - G 656
- groupe D : stations G 654 - G 657

La composition d'un peuplement étant étroitement liée à la texture du sédiment, nous envisagerons dans un premier temps l'aspect granulométrique des sédiments de la zone prospectée.

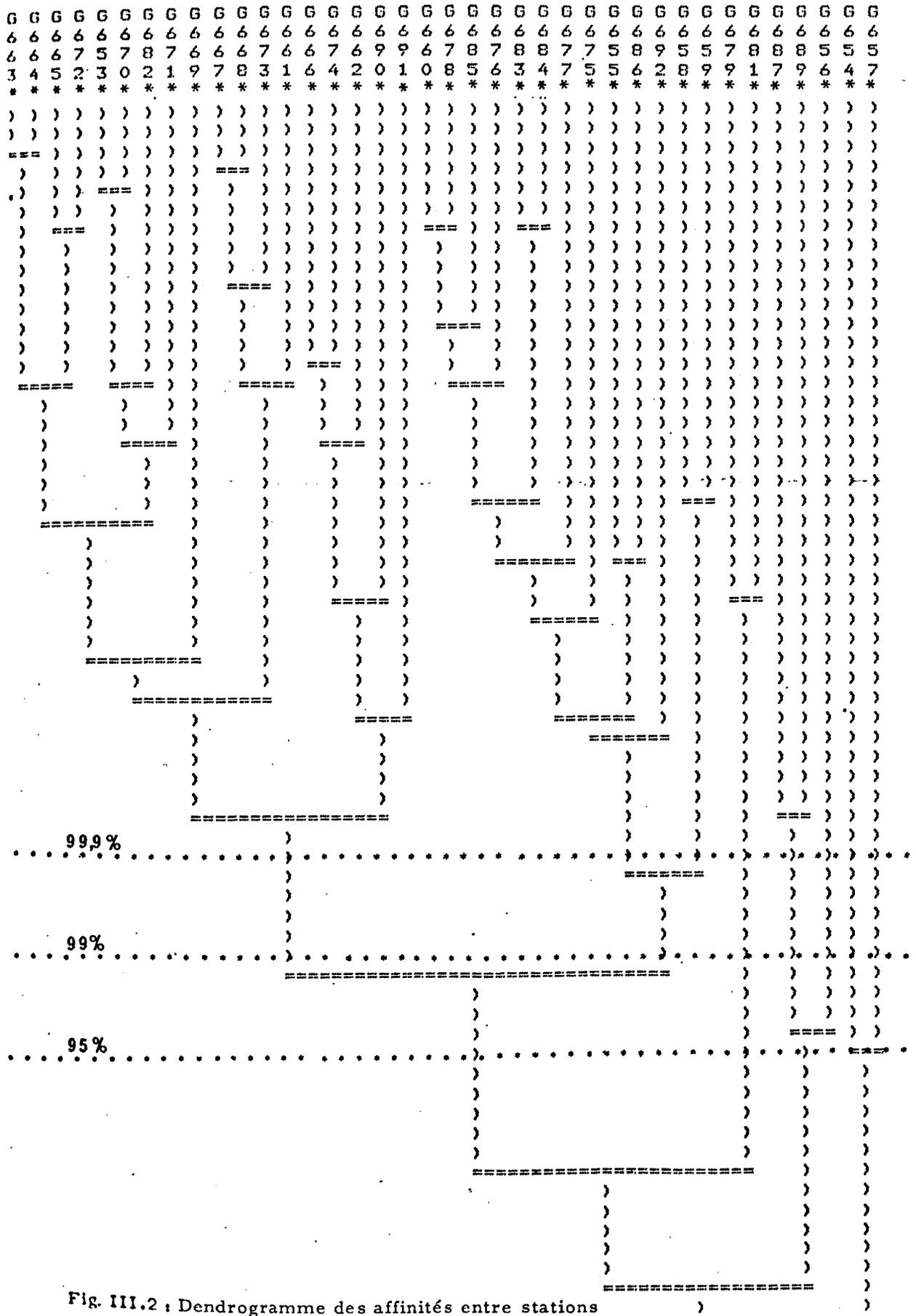


Fig. III.2 : Dendrogramme des affinités entre stations

3.2. Analyses granulométriques

Le tableau III.3* regroupe les pourcentages pondéraux de chaque fraction granulométrique des différents échantillons analysés (les analyses granulométriques ont été effectuées au Laboratoire de Géologie de l'Université de Caen sous la direction de C. LARSONNEUR).

Les courbes granulométriques moyennes établies pour chacun des ensembles de stations composant les différents groupes d'affinités, sont présentés de manière à permettre une schématisation du gradient sédimentaire (figure III.3

- Les stations du groupe A : sédiments caillouto-gravelo-sableux

Les courbes granulométriques moyennes des sous-groupes A1 et A2 n'ayant pas révélé de différences significatives, seule la courbe moyenne de l'ensemble (groupe A) a été prise en considération.

La fraction graveleuse est légèrement dominante (25 %) dans ces sédiments qui se caractérisent par une grande hétérogénéité. Les fractions de sables fins et de vase sont mal représentées.

- Les stations du groupe B : sédiments caillouto-sableux

La majeure partie de ces sédiments est composée de cailloutis (65 %) mélangés à une faible fraction de sables moyens. Les sables grossiers et les graviers sont mal représentés et la fraction vaseuse nulle.

- Les stations du groupe C : sédiments sablo-graveleux

Ces sédiments sont essentiellement composés de sables moyens à grossiers et de graviers ; la proportion des différentes fractions diminue régulièrement des sables moyens (S3 = 29 %) aux gros graviers (G3 = 1 %). Les cailloutis y sont exempts et les fractions de sables fins et de vase faibles.

- Les stations du groupe D : sables fins à moyens

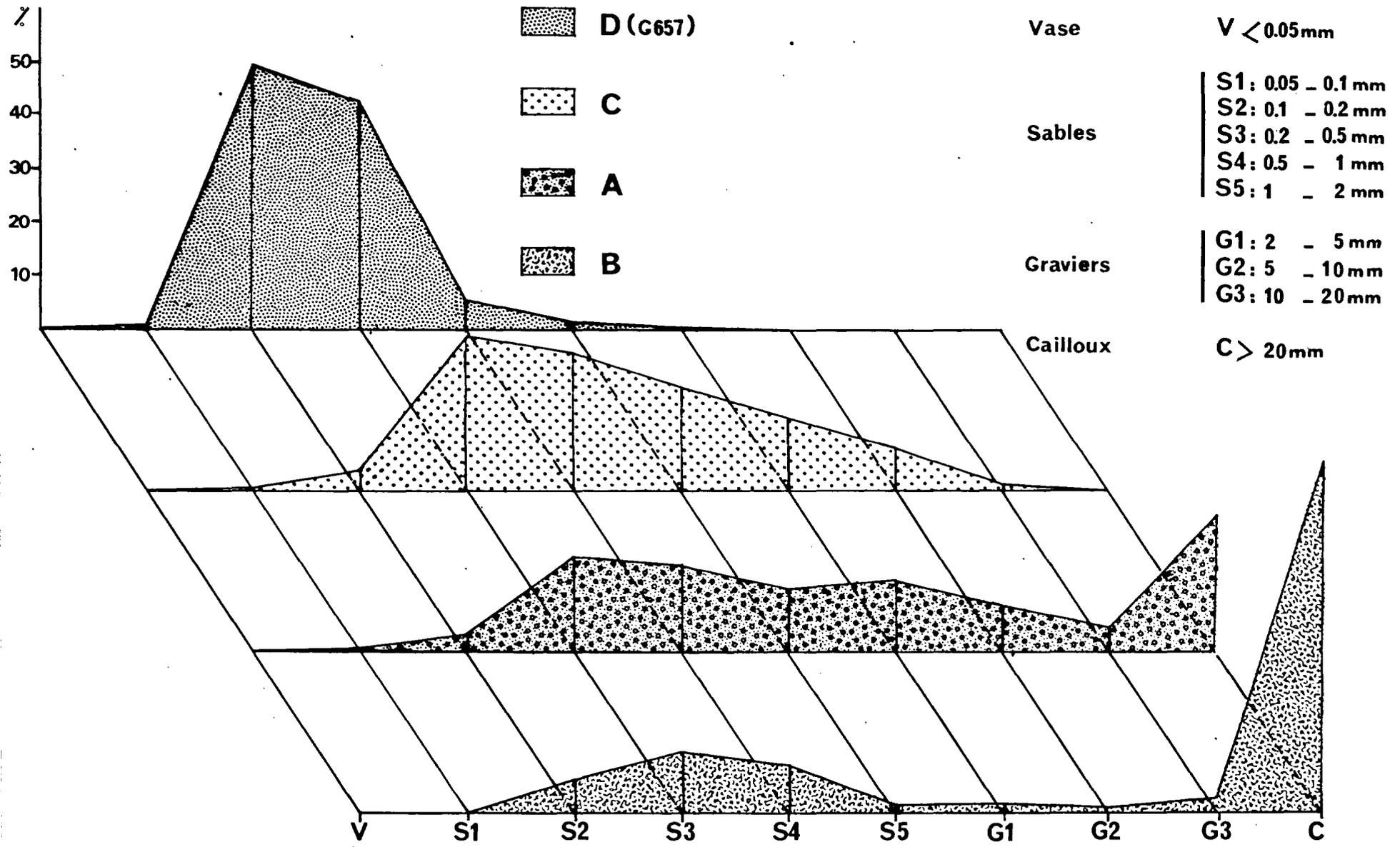
Les courbes granulométriques correspondant aux stations du groupe D (seule la courbe de la station G 657 est figurée) révèlent une forte dominance des fractions sableuses.

En G 657 la dominance des classes S2 (50 %) et S3 (42,5 %), la faible proportion de vase et l'absence de fractions graveleuse et caillouteuse confèrent au sédiment une homogénéité marquée. Cette homogénéité se retrouve en G 654 mais le sable, en grande partie représenté par les classes S3 (57 %) et S4 (24 %), est plus grossier.

Ces sables homogènes, très localisés, prolongeant en profondeur les plages sableuses du littoral contrastent grandement avec les sédiments hétérogènes qui recouvrent la majeure partie de l'aire étudiée.

Le système sédimentaire dans la zone sublittorale prospectée peut se résumer comme suit :

- Face aux anses, une frange de sables fins à moyens prolonge les plages du littoral. Une zone de sédiments hétérogènes, à dominance sablo-graveleuse, assure la transition entre les sables et les sédiments hétérogènes caillouto-



gravelo-sableux qui occupent la majorité du site.

- Face aux promontoires rocheux (Cap de Flamanville-Pointe du Rozel), où l'hydrodynamisme se trouve renforcé, les fonds caillouto-gravelo-sableux succèdent directement à la roche infralittorale. Au Cap de Flamanville, une zone restreinte de sédiments hétérogènes à dominance de cailloutis assure la transition.

3.3. Caractérisation des peuplements

L'analyse des similitudes entre relevés a permis de distinguer différents groupes d'affinités. Les paramètres synécologiques que sont la constance et la dominance doivent permettre de les caractériser d'un point de vue biologique

3.3.1. Définition des paramètres

- Constance:

La constance d'une espèce dans un peuplement exprime le pourcentage du nombre de relevés où l'espèce a été trouvée par rapport au nombre total de relevés effectués dans ce peuplement.

$$C = \frac{Pa \times 100}{P.}$$

Pa : nombre de relevés contenant l'espèce a

P : nombre total de relevés effectués dans le peuplement.

La valeur de ce coefficient permet de distinguer les catégories suivantes :

-espèces constantes	:	$C \geq 50 \%$
-espèces communes	:	$25 \% \leq C < 50 \%$
-espèces peu communes	:	$12,5 \% \leq C < 25 \%$
-espèces rares	:	$6,25 \% \leq C < 12,5 \%$

- Dominance :

La dominance d'une espèce exprime le pourcentage du nombre d'individus de l'espèce considérée par rapport au nombre total d'individus du relevé étudié.

$$Da = \frac{Na \times 100}{Na + Nb + \dots + Nn}$$

Da : dominance de l'espèce a

Na, Nb,....., Nn : nombre d'individus des espèces a, b,.....,n.

- Dominance moyenne :

La dominance moyenne d'une espèce dans un peuplement exprime la moyenne des dominances qu'a obtenu cette espèce dans l'ensemble des relevés effectués dans ce peuplement.

$$Dm = \frac{D1 + D2 + \dots + Dn}{N}$$

- Dm : dominance moyenne de l'espèce considérée
D1, D2,, Dn : dominance de cette espèce dans les prélèvements
1, 2,, n
N : nombre de relevés dans le peuplement.

3.3.2. Résultats

Tableaux des constances (Tableaux III.4, III.5, III.6)

Seule la constance des espèces du groupe A et sous-groupes A1-A2 a été calculée, les autres groupes comprenant un nombre trop réduit de stations pour que la constance ait une valeur significative.

Les espèces constantes ($C \geq 50 \%$) du groupe A appartenant à l'endofaune et l'épifaune vagile sont essentiellement représentées par des Mollusques lamellibranches (*Nucula nucleus* - *Spisula elliptica* - *Tapes rhomboides*) et des Crustacés décapodes (*Pisidia longicornis* - *Pilumnus hirtellus*). L'examen des espèces constantes des sous-groupes A1 et A2, révèle une prépondérance de l'endofaune en A1 et de l'épifaune vagile en A2. Le rapport entre l'endofaune et l'épifaune vagile pour les espèces constantes est ainsi de 1,4 et 0,3 pour les sous-groupes respectifs A1 et A2.

Tableau des dominances (Tableau III.7)

Les dominances n'ont été calculées que pour les espèces à large répartition, présentant les plus fortes abondances.

La plupart d'entre elles (soulignées) sont présentes dans plus de la moitié des prélèvements et constituent la majorité des espèces constantes du groupe A. Il s'agit de huit Mollusques :

- *Venus ovata*
- *Tapes rhomboides*
- *Glycymeris glycymeris*
- *Spisula elliptica*
- *Nucula nucleus*
- *Calyptra chinensis*
- *Gibbula cineraria*
- *Trivia arctica*

de trois Crustacés décapodes :

- *Pagurus bernhardus*
- *Pilumnus hirtellus*
- *Pisidia longicornis*

Constance	Endofaune	Epifaune vagile
C >> 50%	Nucula nucleus Spisula elliptica Tapes rhomboïdes Venus ovata	Pagurus bernhardus Gibbula cineraria Calyptra chinensis Pisidia longicornis Pilumnus hirtellus
25% / C / 50%	Glycymeris glycymeris Lanice conchilega Nephtys caeca Cardium scabrum Branchiomma vesiculosum Glycera lapidum	Gibbula tumida Trivia arctica Buccinum undatum Calliostoma zizyphinum Ocenebra corallina Ebalia tuberosa Galathea intermedia Phyllodoce laminosa Chlamys opercularis Anapagurus hyndmani Macropipus pusillus Ocenebra corallina
12,5% / C / 25%	Sthenelais boa Marphysa sanguinea Phascoloma vulgare Phascolion strombi Arabella iricolor Maera othonis Spisula ovalis Ampelisca spinipes Dentalium vulgare Venus verrucosa Venus casina	Lagisca extenuata Pagurus cuanensis Inachus phalangium Maja squinado Ophiothrix fragilis Polynoë scolopendrina Crepidula fornicata Nereis pelagica Diodora apertura Lacuna crassior Macropipus arcuatus Hyas coarctatus
6,25% / C / 12,5%	Gattyana cirrosa Lumbriconereis latreilli Gari tellinella Lysianassa ceratina Nephtys hombergii Glycera capitata Eunice harassii Lumbriconereis fragilis Lumbriconereis gracilis Notomastus latericeus Phascolosoma elongatum Cardium crassum Gafrarium minimum Venus fasciata Ensis arcuatus Echinocyamus pusillus	Lepidonotus squamatus Nucella lapillus Hyppolyte varians Pagurus prideauxi Ebalia tumefacta Harmothoë impar Natica alderi Nassarius incrassatus Pandalina brevisrostris Pagurus pubescens Macropipus depurator

Tableau III.4 : Constance des espèces des stations du groupe A

Constance	Endofaune	Epifaune vagile
$C > 50\%$	<p>Nucula nucleus Spisula elliptica Tapes rhomboïdes Glycymeris glycymeris Venus ovata Nephthys caeca Lanice conchilega</p>	<p>Pagurus bernhardus Calyptrea chinensis Gibbula cineraria Buccinum undatum Ebalia tuberosa</p>
$25\% \leq C < 50\%$	<p>Cardium scabrum Phascolion strombi Marphysa sanguinea Glycera lapidum Branchiomma vesiculosum Maera othonis</p>	<p>Gibbula tumida Galathea intermedia Ocenebra erinacea Chlamys opercularis Anapagurus hyndmani Pilumnus hirtellus Ocenebra corallina Pisidia longicornis Macropipus pusillus</p>

Tableau III.5 : Constance des espèces du sous-groupe A1

Constance	Endofaune	Epifaune vagile
$C \gg 50\%$	<p>Nucula nucleus Spisula elliptica Golfingia vulgare</p>	<p>Trivia arctica Pisidia longicornis Pilumnus hirtellus Gibbula cineraria Calliostoma zizyphinum Pagurus bernhardus Phyllodoce laminosa Gibbula tumida Ocenebra erinacea</p>
$25\% \leq C < 50\%$	<p>Sthenelais boa Arabella iricolor Branchiomma vesiculosum Lanice conchilega Venus ovata</p>	<p>Inachus phalangium Calyptrea chinensis Buccinum undatum Pagurus cuanensis Ebalia tuberosa Macropipus pusillus Nereis pelagica Lacuna crassior Diodora apertura Chlamys opercularis Anapagurus hyndmani Maja squinado</p>

Tableau III.6 : Constance des espèces du sous-groupe A2

	A1	A2	A	B	C
<i>Venus ovata</i>	3,7	0,6	2,4	-	-
<i>Tapes rhomboides</i>	4,4	0,5	2,8	0,1	-
<i>Glycymeris glycymeris</i>	5,9	0,1	3,5	-	-
<i>Spisula elliptica</i>	12,9	3,9	9,1	-	21,9
<i>Nucula nucleus</i>	43,2	41,3	42,4	2,4	-
<i>Calyptrea chinensis</i>	3	1,2	2,2	-	-
<i>Gibbula cineraria</i>	1,2	3,9	2,3	7,2	-
<i>Trivia arctica</i>	0,3	4	1,8	4,9	6,1
<i>Pagurus bernhardus</i>	3,5	4,2	3,8	0,5	12,7
<i>Pilumnus hirtellus</i>	0,6	3,3	1,7	7,4	-
<i>Pisidia longicornis</i>	0,7	8,5	4	24,9	-

Tableau III.7: Dominance moyenne des espèces principales par groupe d'affinité.

Des cartes de répartition semi-quantitative ont été établies pour chacune de ces espèces (Figures III.4 à III.14)

- Dans le groupe A, *Nucula nucleus* est largement prépondérante (42,4 %). C'est l'espèce qui a la plus grande répartition car présente dans l'ensemble des stations du groupe et dans 34 relevés sur les 38 exploités ; sa dominance maximum est de 84,2 % en G 666.

Nucula nucleus ne montre pas de variation entre les sous-groupes A1 (43,2 %) et A2 (41,3 %). Par contre, les autres espèces d'endofaune révèlent une dominance plus élevée dans le sous-groupe A1 alors que, comparativement, épifaune vagile est mieux représentée dans le sous-groupe A2.

- Les espèces d'épifaune vagile dominant dans le groupe B avec notamment *Pisidia longicornis* (24,9 %).

- Dans les stations du groupe C, où la diversité spécifique est faible (8 espèces en moyenne par station), seules 3 des 11 espèces principales sont représentées, *Spisula elliptica* se révèle être la plus importante (21,9 %).

- Les espèces principales sont pour la plupart exemptes des stations composant le groupe D, lorsqu'elles sont présentes leur dominance apparaît particulièrement faible, ainsi :

en G 657, *Nucula nucleus*, *Spisula elliptica* et *Pisidia longicornis* ont une dominance voisine de 1, les autres espèces faisant défaut.

en G 654 aucune n'est représentée.

Bien que ces deux stations apparaissent liées mathématiquement, elles ne présentent que peu d'analogie si ce n'est qu'elles contrastent avec l'ensemble des autres stations par l'homogénéité dans la texture de leurs sédiments.

La faible proportion de vase s'ajoutant à l'importante fraction de sables fins à moyens fait de la station G 657 une station indépendante.

Sur les 32 espèces récoltées en ce point, près de la moitié parmi lesquelles, *Abra prismatica*, *Pandora albida*, *Ampelisca brevicornis*, *Bathyporeia guilliamsoniana*, *Phtisica marina*, lui sont inféodées, les autres n'ayant été trouvées pour la plupart que dans deux ou trois autres stations.

La station G 654 se singularise pour sa part par sa très faible diversité faunistique liée à une grande dispersion des individus (3 espèces - 3 individus).

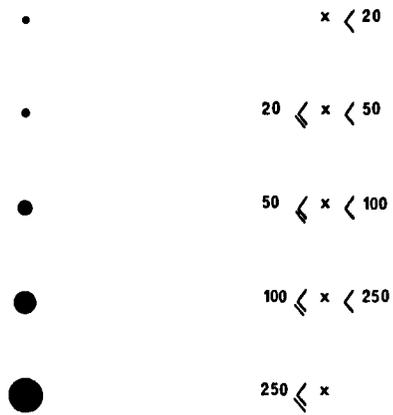
L'analyse des similitudes entre relevés, complétée par l'étude de paramètres synécologiques et par l'étude granulométrique des sédiments, permet de distinguer deux grands types de peuplements qui sont par analogie avec ceux décrits par CABIOCH et al. (Etude écologique d'avant-projet) :

- Le peuplement des fonds de cailloutis et graviers plus ou moins ensablés

- Le peuplement des sables fins à moyens.

Figures III.4 à III.14

CARTES DE REPARTITION DES ESPECES PRINCIPALES



x = Nombre d'individus pour 30 l de sediment.

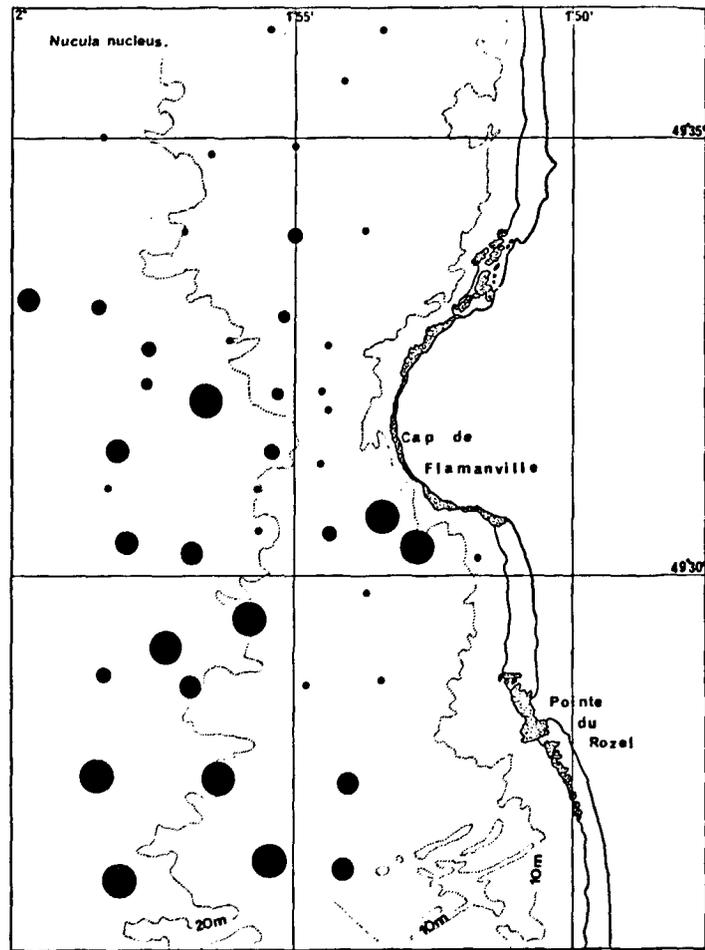


Fig. III.4

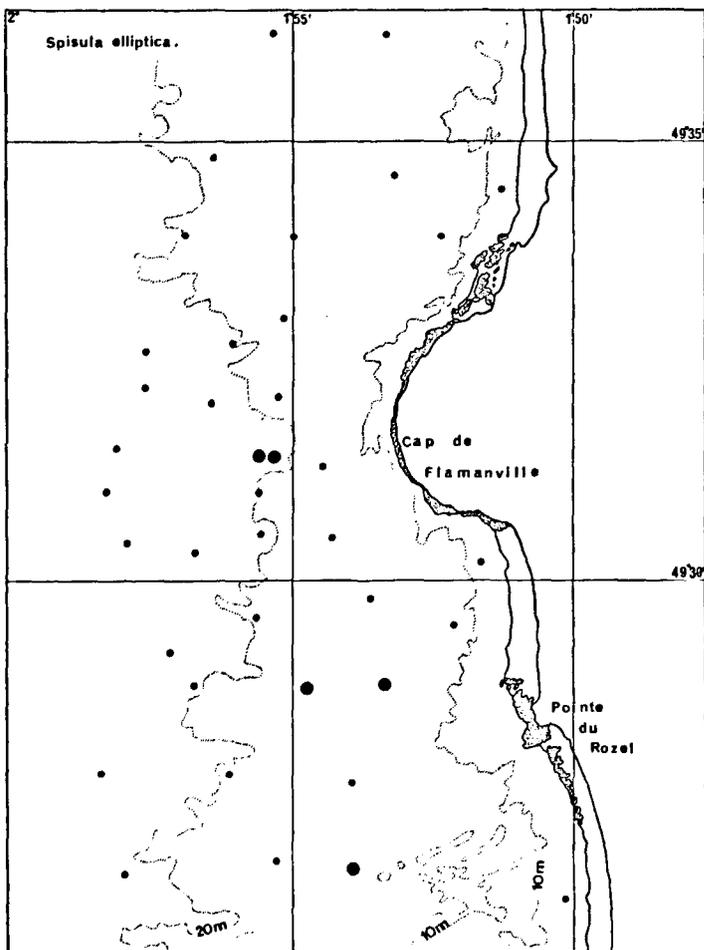


Fig. III.5

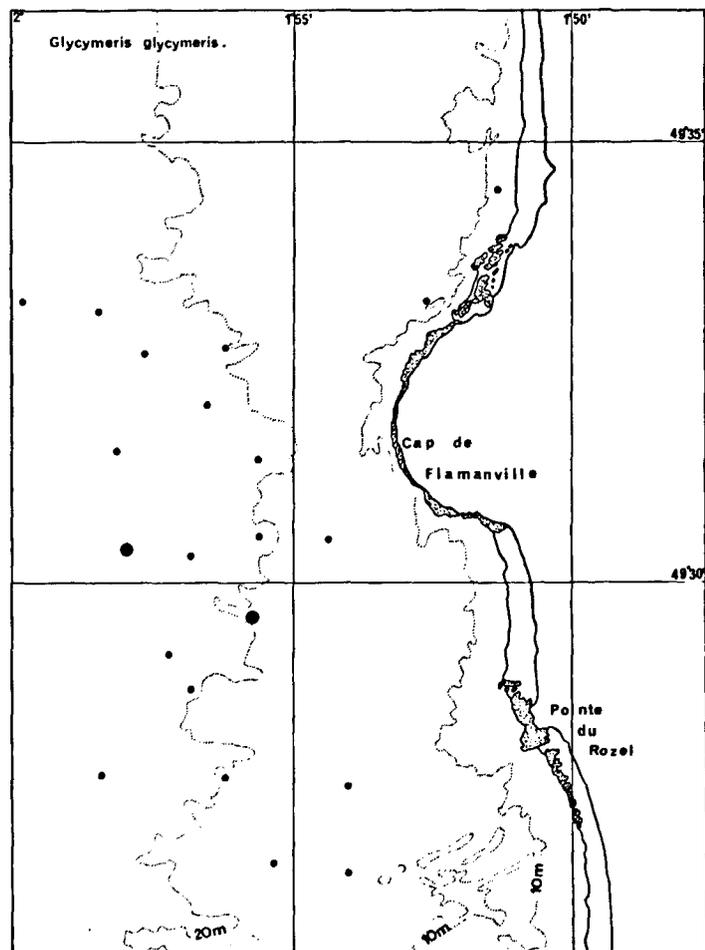


Fig. III.6

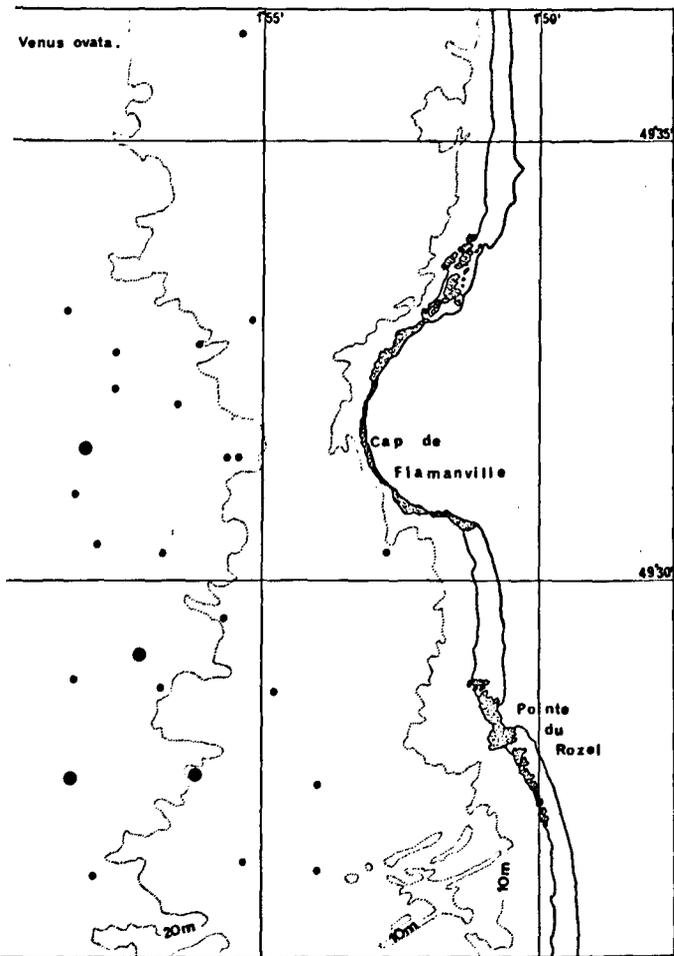


Fig. III.7

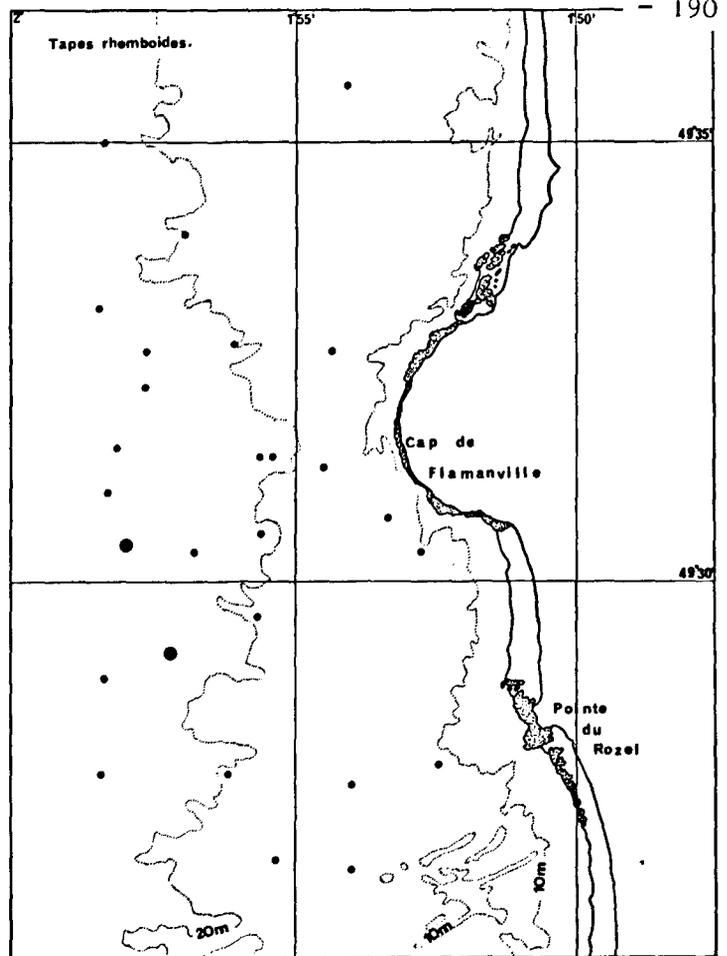


Fig. III.8

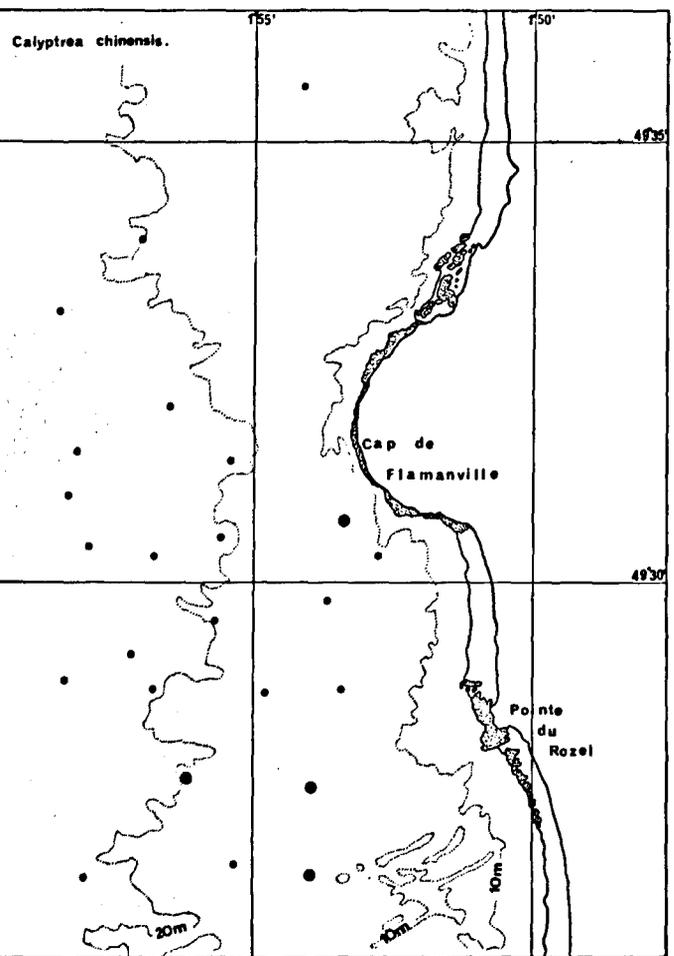


Fig. III.9

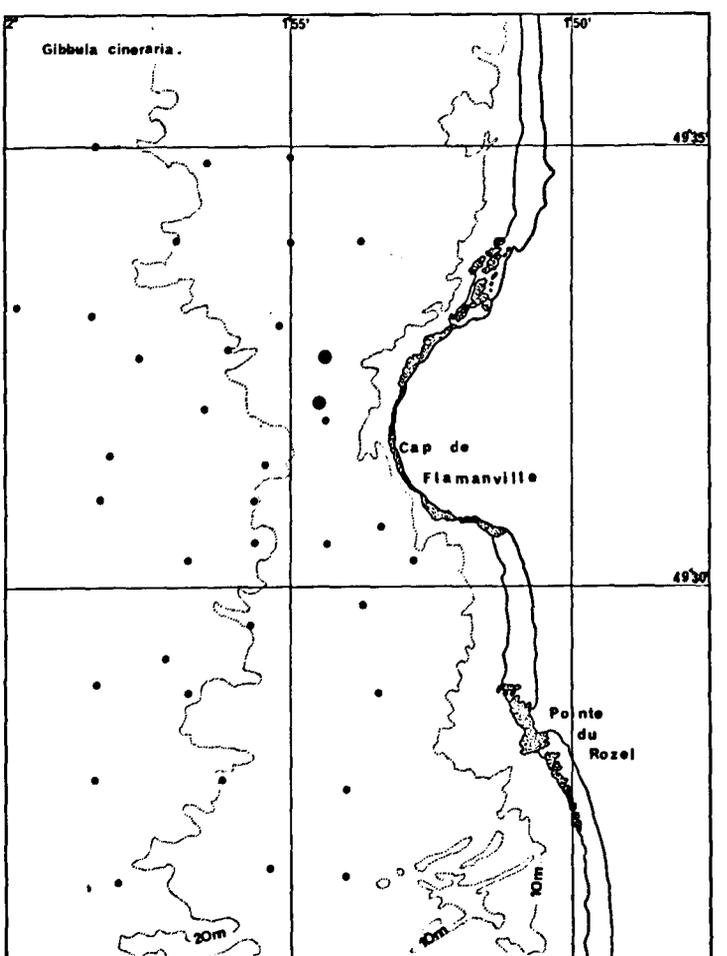


Fig. III.10

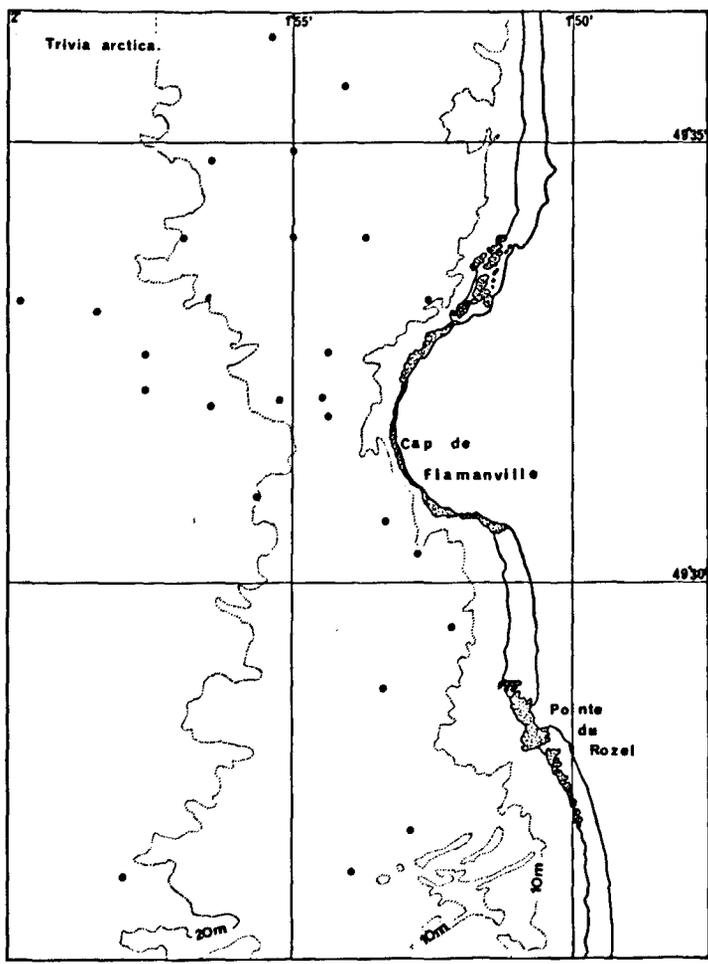


Fig. III.11

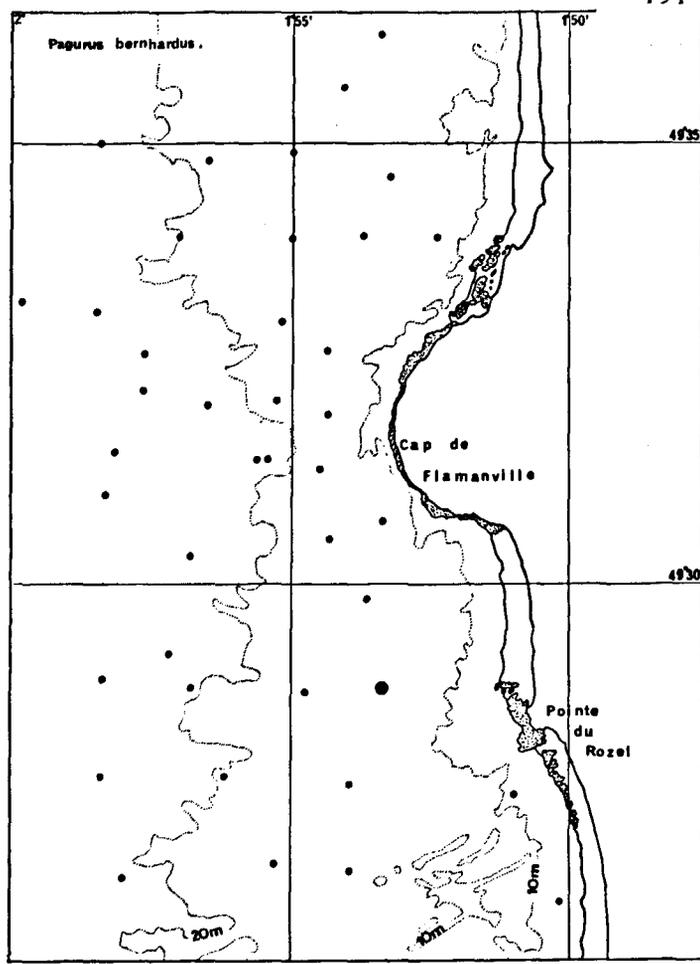


Fig. III.12

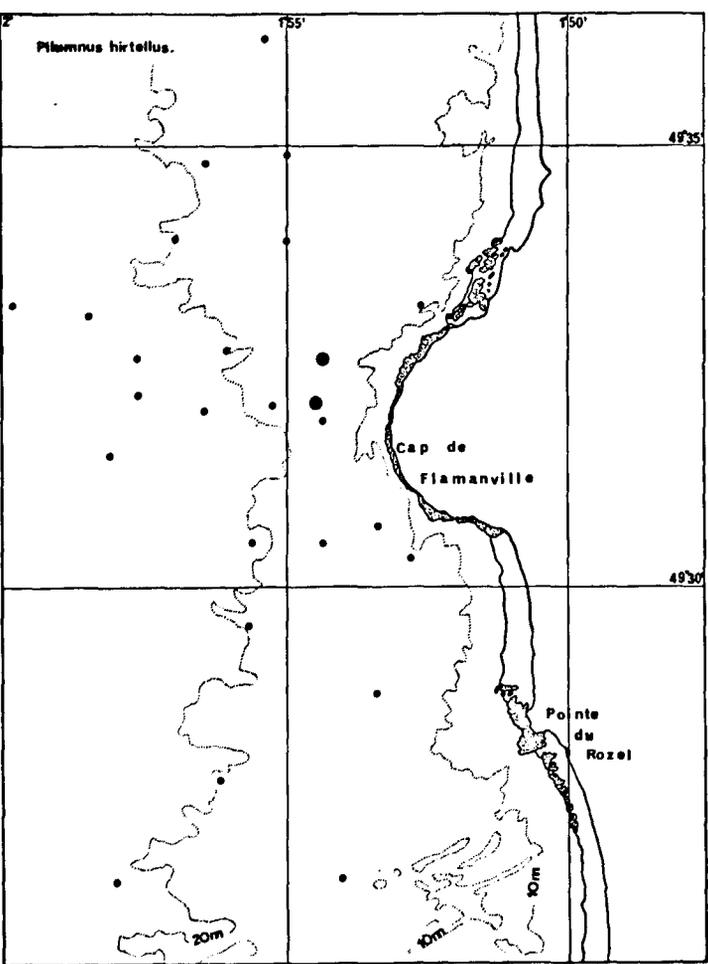


Fig. III.13

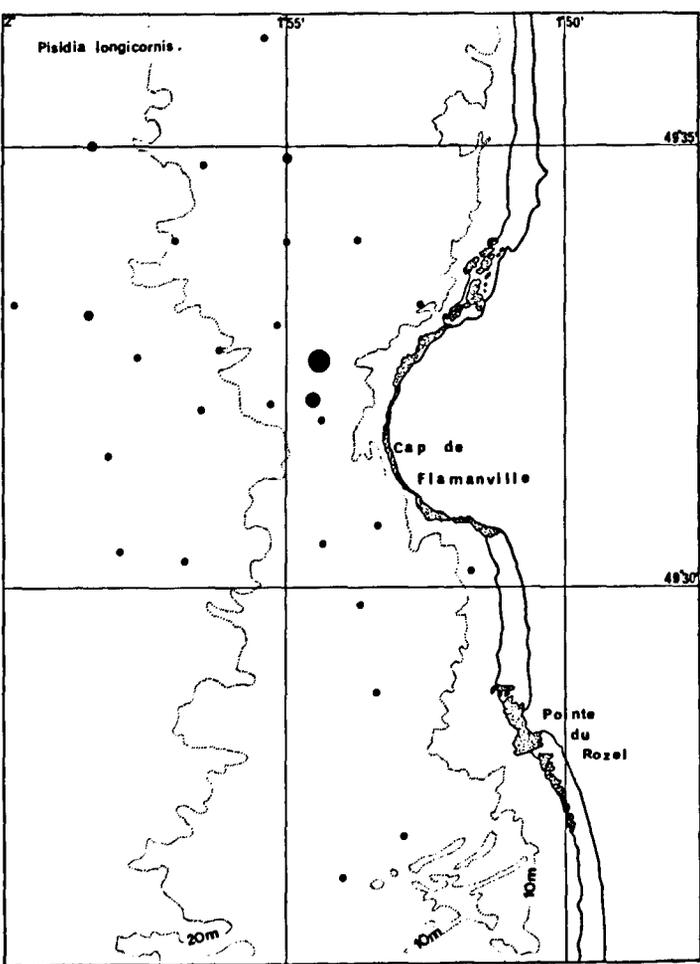


Fig. III.14

3.4. Description des peuplements

(Figure III.15.)

3.4.1. Le peuplement des fonds de cailloutis et graviers plus ou moins ensablés

L'hétérogénéité dans la texture du sédiment permet l'installation d'une faune le plus souvent riche et diversifiée. On y rencontre une endofaune de sédiments grossiers d'autant plus abondante que les fractions de sables et graviers sont importantes.

Lorsque la fraction de cailloutis prédomine, la diversité de l'endofaune diminue aux dépens de l'épifaune.

Ce peuplement qui recouvre la presque totalité de l'aire étudiée, se subdivise en trois faciès :

- Le faciès à *Nucula nucleus*

Il correspond aux 31 stations du groupe A. Les nombres moyens d'espèces et d'individus dans 30 l. de sédiment, respectivement de 21^{et} 180, lui confèrent un aspect relativement riche. *Nucula nucleus* domine largement dans la majorité des stations.

Une distinction peut être faite entre le secteur sud, correspondant aux stations du sous-groupe A1 et le secteur nord correspondant à celles du sous-groupe A2.

Bien que ces deux secteurs soient comparables par :

- la prépondérance de *Nucula nucleus*, sa dominance moyenne est de 43,2 % au sud et 41,3 % au nord.

- le nombre moyen d'espèces (19 au sud, 24 au nord).

- le nombre moyen d'individus (183 au sud, 177 au nord)

ils se différencient par la prépondérance de l'endofaune au sud et de l'épifaune vagile au nord.

Les courbes granulométriques moyennes relatives à ces deux secteurs n'ont pas révélé de différences significatives, aussi, l'importance de l'endofaune au sud et de l'épifaune vagile au nord serait à mettre en relation avec la structure superficielle du sédiment. Une prospection des fonds par Sonar latéral ou par photographies permettrait de vérifier cette hypothèse.

Nucula nucleus est la seule espèce d'endofaune, parmi les espèces principales, pour laquelle on ne relève pas de différence significative entre les deux secteurs. Son abondance est généralement liée à la fraction fine du sédiment qui dans le cas présent est mal représentée : la teneur en particules fines de l'eau comblerait ce déficit (RETIERE : communication personnelle).

- Le faciès à *Pisidia longicornis*

Le renforcement des courants face au Cap de Flamanville a pour principale conséquence l'accentuation du caractère caillouteux du substrat qui favorise notamment l'importance de l'épifaune vagile.

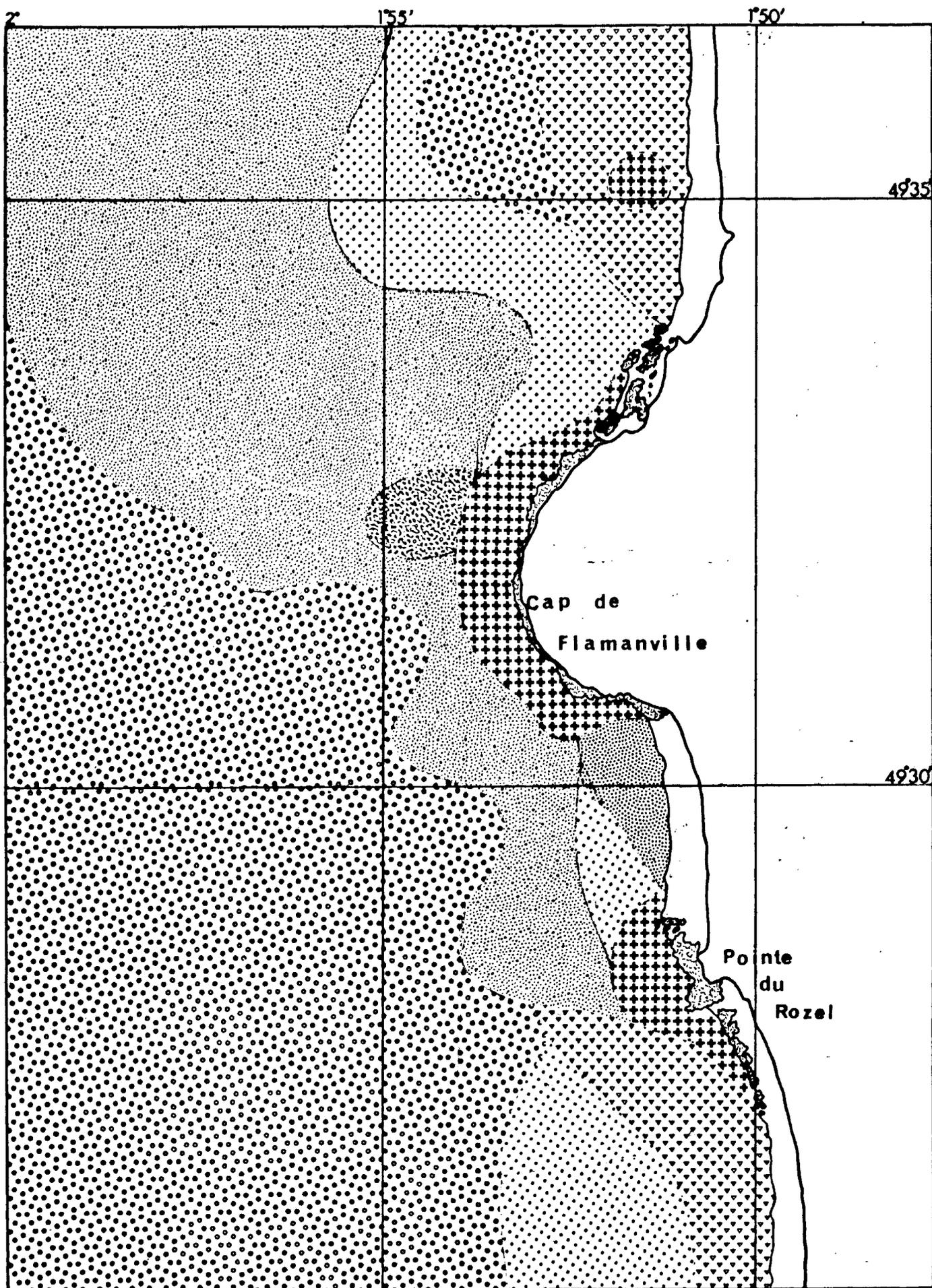


Fig.III.15

Carte de distribution des peuplements benthiques sublittoraux (synthèse 1975-1976)

LEGENDE

- 1 - Roche 
- 2 - Peuplement des fonds de cailloutis et graviers ⁺ ensablés
- Faciès à *Nucula nucleus*
 - endofaune dominante 
 - épifaune vagile dominante 
 - Faciès à *Pisidia longicornis* 
 - Faciès d'appauvrissement par ensablement 
- 3 - Peuplement des sables :
- Fins à moyens propres 
 - Fins à moyens envasés 

Ce faciès qui recouvre un secteur très localisé (stations du groupe B) représente l'aspect le plus diversifié du peuplement :

- nombre moyen d'espèces dans 30 l de sédiment : 50
- nombre moyen d'individus dans 30 l de sédiment : 385

Le groupe des Crustacés est le mieux représenté ; *Pisidia longicornis* et *Pilumnus hirtellus* sont les espèces dominantes.

- Le faciès d'appauvrissement

Il correspond à une diminution considérable du nombre d'espèces et du nombre d'individus.

- nombre moyen d'espèces dans 30 l de sédiment : 8
- nombre moyen d'individus dans 30 l de sédiment : 12

Il s'agit d'un faciès d'appauvrissement par ensablement qui se caractérise par la dominance de *Spisula elliptica*.

3.4.2. Le peuplement des sables fins à moyens

Deux stations, G 654 et G 657, localisées respectivement au sud de la Pointe du Rozel et au sud du Cap de Flamanville dans le prolongement des plages sableuses du littoral, s'isolent nettement de l'ensemble des autres stations par la texture de leur sédiment et par leur composition faunistique.

- La station G 654 (3 espèces - 3 individus) se réfère au peuplement des sables fins à moyens propres à *Nephtys cirrosa*, décrit par CABIOCH et al. (Etude écologique d'avant-projet).

"Le peuplement à *Nephtys cirrosa* se caractérise par une très faible diversité faunistique jointe à une extrême dispersion des individus ; il s'agit donc d'un peuplement très pauvre en ce qui concerne la macrobenthos d'Invertébrés".

- En G 657, la faible proportion de vase associée à une fraction importante de sables fins à moyens permet l'installation d'une endofaune relativement riche et diversifiée.

- . nombre moyen d'espèces dans 30 l de sédiment : 32
- . nombre moyen d'individus dans 30 l de sédiment : 172

Par sa composition faunistique (*Abra alba*, *Abra prismatica*, *Pandora albida*, *Ensis arcuatus*, *Ampelisca brevicornis*, *Bathyporeia guilliamsoniana* ...), cette station s'apparente au peuplement de sables fins qui dans d'autres secteurs côtiers de la Manche, où les courants de marées sont moindres (Penly par exemple) occupe des étendues beaucoup plus importantes.

3.5. Conclusion

L'étude réalisée en 1975 avait permis la délimitation et la caractérisation des peuplements benthiques sublittoraux compris entre le Cap de la Hague et le Cap de Carteret.

La présente étude à caractère également descriptif précise la distribution des peuplements benthiques dans le secteur marin du Cap de Flamanville. Les principaux maillons qui composent la séquence des peuplements de sables fins aux peuplements des fonds de cailloutis sont représentés.

En raison du régime hydrodynamique intense qui règne dans ce secteur, seul le peuplement des fonds de cailloutis et graviers plus ou moins ensablés, représenté par le faciès à *Nucula nucleus*, connaît un véritable développement.

4 - Phytobenthos

4.1. Généralités

En juin 1977, une série de plongées, au droit du Sémaphore du cap de Flamanville, a permis de prospecter une zone située entre 0 et - 12 m de profondeur. Les prélèvements, du fait de conditions de travail particulièrement difficiles, n'ont été que qualitatifs. De nombreuses photographies (Ph. III.1 à 6) ont contribué à compléter la liste systématique*. Des observations "in situ" apportent des précisions intéressantes tant sur la morphologie de cette zone que sur l'étendue du champ de Laminaires.

Dans la zone prospectée du Cap de Flamanville, des éboulis parfois de grande dimension, constitués en majorité de blocs d'environ 1 m^3 , parsèment un platier rocheux généralement recouvert d'un sable coquillier très bien trié.

L'hydrodynamisme est fort, comme en témoignent les blocs creusés à la base, et la turbidité élevée.

Le champ de Laminaires, où domine Laminaria digitata, est relativement réduit et fractionné. Il recouvre les blocs, jusqu'à l'isobathe -10 m ; quelques dénombrements font état de 19 à 27 pieds/ m^2 .

Puis, entre - 12 et - 15 m, les blocs disparaissent et laissent place à un sable caillouto-graveleux.

D'autre part, la fraction algale de 2 séries de prélèvements benthiques (série G. 300, 1975 et série G. 600, 1976) a été déterminée et a permis de dessiner les grandes lignes de la carte de répartition des peuplements phytobenthiques.

* en annexe



Desmarestia ligulata

Halydris siliquosa

PHOTO III.1



Halydris siliquosa et *Sphacelaria* sp. en épiphyte

PHOTO III.2



Plocamium cartilagineum

Polyides rotundus ?

PHOTO III.3



Dictyota dichotoma ?

PHOTO III.4



Heterosiphonia plumosa *Delesseria sanguinea*

PHOTO III.5



Lithothamnium sp. *Cryptopleura ramosum*

PHOTO III.6

4.2. Analyse de la répartition des peuplements phytobenthiques

4.2.1. Choix du coefficient

Les engins utilisés lors des différentes campagnes de dragages et qui s'avèrent pour l'instant les seuls opérationnels, ne permettent pas une étude quantitative des peuplements phytobenthiques sublittoraux.

Aussi, l'analyse de la répartition de ces peuplements s'est elle appuyée principalement sur le coefficient de corrélation de point Φ , coefficient centré. La corrélation de point n'utilise qu'une partie de l'information, puisqu'elle ne tient compte que de la présence ou de l'absence des espèces dans les relevés à comparer.

Cependant, estime DAGET, "elle peut suffire notamment lorsque la technique d'échantillonnage permet d'établir la composition exacte des peuplements mais non de déterminer avec précision les distributions d'abondance".

Rappelons que le dénombrement des individus est tout à fait illusoire en ce qui concerne le phytobenthos.

Des matrices carrées d'intersimilitude entre relevés sont établies. Elles permettent le tracé de dendrogrammes (SOUTHWOOD, 1966) qui schématisent les résultats.

4.2.2. Résultats

Une liste des espèces communes, la répartition des espèces par station où la fraction algale est présente (fig. III.16) sont établies (p.33 à 38). La carte des peuplements phytobenthiques est dressée (fig. III.17)

Au delà du champ de Laminaires et de la flore associée, trois peuplements principaux se différencient

Peuplement à Corallinacées encroûtantes dont l'épiflore est à dominante d'espèces de substrat rocheux.

Ce peuplement occupe une partie des fonds situés entre l'isobathe -10 m et l'isobathe -20 m, de l'anse de Sciottot au platier de Diélette.

L'épiflore comprend essentiellement les espèces suivantes : Acrosorium uncinatum, Dictyota dichotoma, Delesseria sanguinea, Cryptopleura ramosum, Calliblepharis ciliata, Palmaria palmata, Plocamium cartilagineum.

LOCALISATION DES DRAGAGES

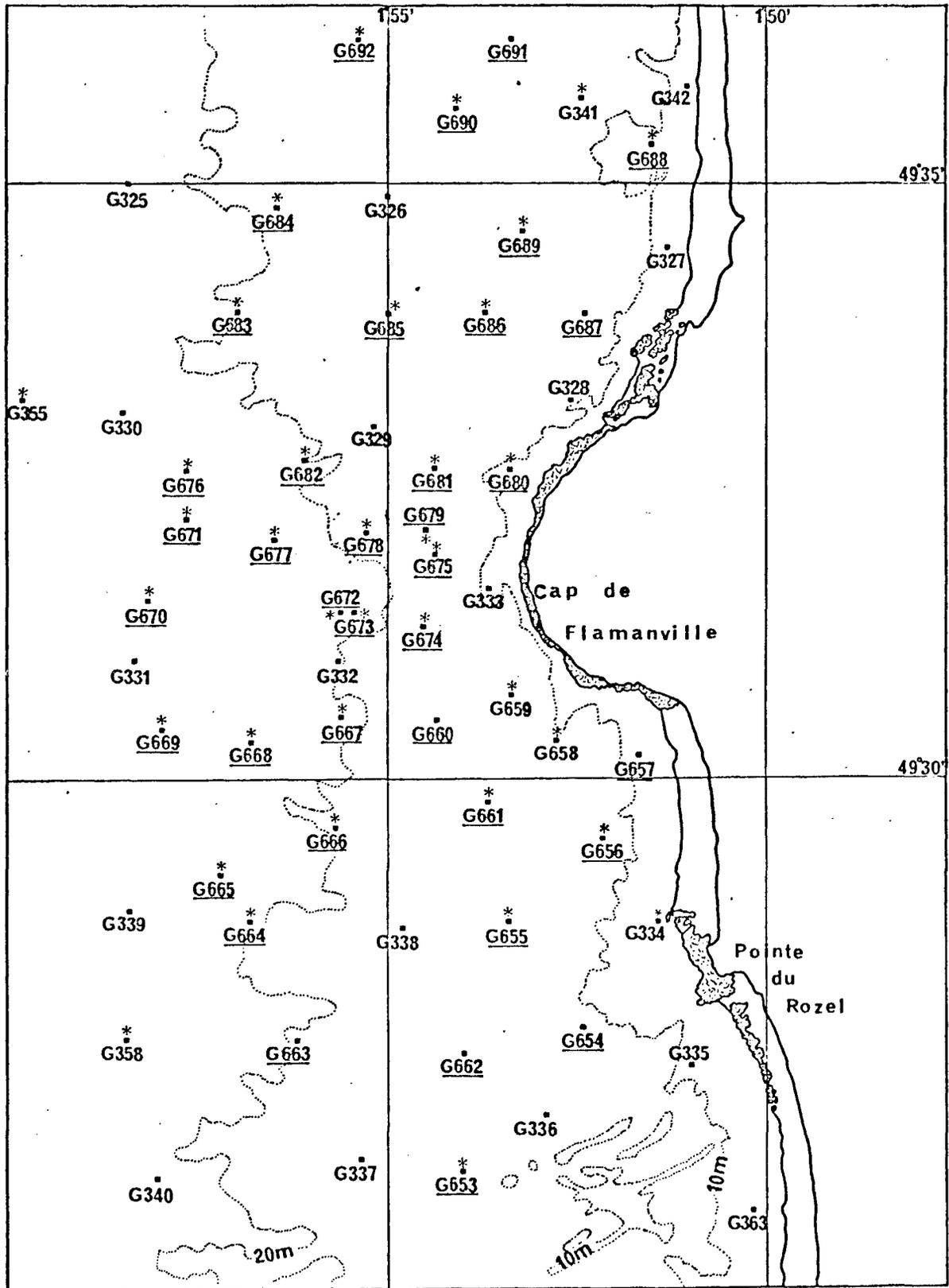


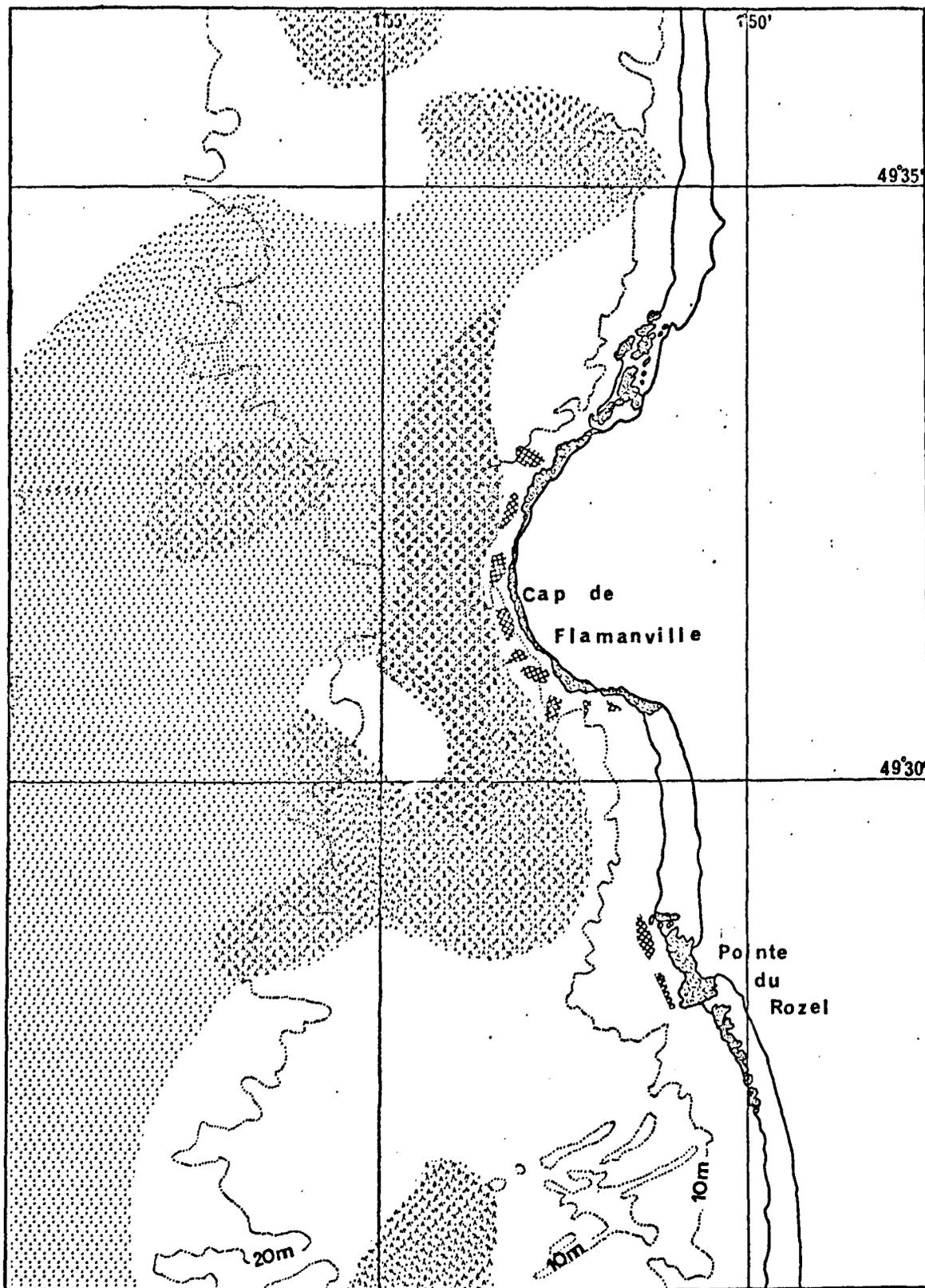
Fig. III.16

Dragages 1975 : série G 300

Dragages 1976 : série G 600

* Fraction algale présente

PEUPELEMENTS PHYTOBENTHIQUES



-  Faciès d'appauvrissement à Corallinacées encroûtantes
-  Epiflore à dominante d'espèces de substrat rocheux
-  Epiflore de substrat caillouto-graveleux
-  Flore de substrats durs à Laminaires

Fig.III.17

Peuplement à Corallinacées encroûtantes et à épiflore de substrat caillouto-graveleux.

Ce peuplement occupe une partie des fonds situés entre l'isobathe -10m et l'isobathe -20 m, approximativement :

- du cap de Flamanville à la pointe du Rozel.
- au sud de la pointe du Rozel
- au nord du 49°35' de latitude.

L'épiflore de substrat rocheux à tendance à disparaître (Delesseria sanguinea , Palmaria palmata ...) au profit d'espèces plus petites telle Heterosiphona plumosa, Acrosorium uncinatum, Sphacelaria plumula ...

Faciès d'appauvrissement à Corallinacées encroûtantes

Ce faciès occupe une partie des fonds situés entre l'isobathe -10m et -20 m et s'étend largement au delà de l'isobathe -20m.

L'épiflore est très réduite, souvent inexistante.

Les Corallinacées encroûtantes, telles Lithothamnium lenorman-dii, Lithophyllum incrustans, Lithothamnium calcareum, sont généralement les seules espèces présentes.

Deux types d'épiflore se développent généralement à proximité de la côte, sur des corallinacées encroûtantes, et ceci en dépendance étroite avec la nature du substrat.

Elles disparaissent au fur et à mesure que l'on s'éloigne vers le large.

Pour le secteur étudié, trois peuplements principaux sont donc différenciés :

- 1 - Un peuplement à corallinacées encroûtantes à épiflore où dominant des espèces de substrat rocheux..
- 2 - Un peuplement à corallinacées encroûtantes à épiflore où dominant des espèces de substrat caillouto-graveleux.
- 3 - Un faciès d'appauvrissement à corallinacées encroûtantes.

DRAGAGES EFFECTUES EN 1975 ET EN 1976: LISTE DES ESPECES COMMUNES

PREM. STATION : 6341

DERM. STATION : 6692

PHYL EPI	PLOM CAR	DICT DIC	FURC FAS	HETE FLU
MELB EUR	ACRC DAV	FALK RUF	KALL MIC	CALS SP!
CRYP RAM	CONC ROS	PEYS DUB	CRUP GRA	RODY PHY
SPHA FLU	POLS SPI	RLIS DIV	RODM CON	CORD ERE
NEOS FUR	SPHO MUL	POLS FRU	CLAF RUF	CERA TEN
CHRI TEN	CHRI DAS	HYPD WOO	FLMR PAL	LAMI HYF
PHYC RUB	GRIF SPE	CHRI SCI	STEN INT	LOMT ART
FOSL SP!	ACSD UNC	HAPI INC	RLIS SP!	MELB MEM
KALL REN	LITH POL	LITH CAL	LITH SON	CALB CIL
HILD PRO	LIPH INC	SPYR FIL	LITH LEN	CRUP HAU
PEYS HAR	DELE SAN	PTER PAR	GRIF FLO	HAPT FIL
LOLA IMP	ASTX ERY	GYMN GRI	CLAS VER	RODY PSE
HALD SIL	CALB LAN	POLS SPE	DICF MEM	CHRU CRI
PTER COM	CERA ECH	CLAF COE	ULVA SP!	PTER PEN

NBRE ESPECES COMMUNES = 070

* 6358 *	LITH CAL	LITH SON	PEYS DUB	.						
* 6359 *	CRUP GRA	LITH CAL	PEYS DUB	.						
* 6360 *	MILD PRO	LITH POL	PEYS DUB	RODY PHY	.					
* 6453 *	CALB CIL	CRUP HAU	CRYP RAM	DICT DIC	LIPH INC	LITH CAL	LITH LEN	PLOM CAR	SPYR FIL	.
* 6455 *	ACSO UNC SFHA PLU	CALB CIL	CRUP HAU	DICT DIC	HAPI INC	HETE PLU	LITH CAL	LITH LEN	PEYS DUB	PLOM CAR
* 6456 *	ACSO UNC SFHA PLU	CALB CIL SPYR FIL	DICT DIC	HETE PLU	LITH LEN	PHYL EPI	PLOM CAR	POLS SPI	RLIS DIV	RODM CON
* 6458 *	CALB CIL PEYS HAR	CORD ERE PLOM CAR	CRYP RAM POLS SPI	DELE SAN PTER PAR	DICT DIC SFHA PLU	GRIF FLO SPYR FIL	HAPI INC	HAPT FIL	HETE PLU	LITH CAL
* 6459 *	ACSO UNC HAPI INC SFHO MUL	ASTX ERY HETE PLU SPYR FIL	CALB CIL LITH LEN	CERA TEN LOLA IMP?	CLAP RUP NEOS FUR	CLAS VER PLOM CAR	CRYP RAM POLS FRU	DICT DIC POLS SPI	FALK RUF PTER PAR	GYMN GRI SFHA PLU
* 6461 *	ACSO UNC	CALB CIL	DICT DIC	LITH LEN	LITH SON	PLOM CAR	RODM CON	RODY PSE	.	
* 6464 *	ACSO UNC	CALB CIL	CRUP HAU	DICT DIC	HETE PLU	LITH CAL	LITH LEN	.		

* 0665 *	CRYP RAM	LITH CAL	LITH LEN	.					
* 0666 *	LITH CAL	LITH LEN	.						
* 0667 *	ACSD UNC	CHRI TEN	DICT DIC	HAPI INC	HETE PLU	LITH CAL	LITH LEN	FLOM CAR	SPYR FIL
* 0668 *	LITH CAL	LITH LEN	.						
* 0669 *	DICT DIC	LITH CAL	LITH LEN	.					
* 0670 *	HAPI INC	LITH CAL	LITH LEN	LITH SON	.				
* 0671 *	LITH LEN	.							
* 0672 *	LITH CAL	LITH LEN	LITH SON	RODY PSE	.				
* 0673 *	LITH CAL	LITH LEN	PHYL EPI	.					
* 0674 *	ACSD UNC	DICT DIC	GYMN GRI	LITH LEN	FLOM CAR	.			
* 0675 *	ACSD UNC	CALB CIL	LITH LEN	LITH SON	.				
* 0676 *	HETE PLU	KALL REN	LITH LEN	PHYL EPI	RODY PSE	.			

* 6477 *	CRUP HAU	LITH LEN	PHYL EPI	.						
* 6478 *	CHRI DAS	DICT DIC	LITH CAL	FLOM CAR	.					
* 6479 *	CALB CIL FLOM CAR	CRYP RAM	DICT DIC	HYPO WOO	LIPH INC	LITH LEN	NEOS FUR	PEYS DUB	PHYL EPI	PLMR PAL
* 6480 *	ACSD UNC HETE FLU	CALB CIL LAMI HYP	CALB LAN LIPH INC	CHRU CRI LITH LEN	CRYP RAM NEOS FUR	DELE SAN PHYC RUB	DICP MEM PHYL EPI	DICT DIC PLMR PAL	FURC FAS FLOM CAR	HALD SIL POLS SPE
* 6481 *	ACSD UNC	CALB CIL	DELE SAN	GRIF SPE	NEOS FUR	FLOM CAR	SPHO MUL	.		
* 6482 *	CRYP RAM	DICT DIC	HAPI INC	HETE FLU	LITH LEN	PHYL EPI	FLOM CAR	PTER PAR	SPYR FIL	.
* 6483 *	CHRI SCI	LITH SON	RODY PHY	.						
* 6484 *	ACSD UNC	CRYP RAM	HYPO WOO	LIPH INC	.					
* 6485 *	CALB CIL	LITH CAL	LITH LEN	STEN INT	.					
* 6486 *	ACSD UNC SPYR FIL	CALB CIL	DELE SAN	DICT DIC	HETE FLU	LIPH INC	LITH LEN	NEOS FUR	FLOM CAR	RODY PSE
* 6488 *	CRYP RAM PHYL EPI	DELE SAN FLOM CAR	DICP MEM PTER COM	DICT DIC SPHO MUL	FALK RUF	HAPI INC	HETE FLU	LAMI HYP	LOMT ART	NEOS FUR

* G489 *
CRYP RAM

HYPO WOO LITH CAL LITH LEN .

* G490 *
ACSO UNC
LOMT ART

CALB CIL CERA ECH CLAP COE CRYP RAM DELE SAN DICT DIC FALK RUF HAPI INC LITH LEN
FHYL EPI PLOM CAR PTER PAR SFHO MUL SPYR FIL ULVA SPI .

* G492 *
ACSO UNC

CALB CIL CRYP RAM DICT DIC LITH LEN NEOS FUR PLOM CAR PTER FEN SPYR FIL .

BENTHOS INTERTIDAL : SUBSTRATS MEUBLES

La frange littorale entre le Cap de la Hague et le Cap de Carteret a déjà fait l'objet d'une description morphologique lors de l'étude écologique d'avant projet.

Rappelons que trois anses se succèdent du Nord au Sud :

- Les anses de Vauville et de Sciotot présentent le même aspect général. Les estrans, très battus, sont caractérisés par une pente douce et régulière, sans rupture, et par l'absence de ripple-marks qui leur confère un aspect lisse.

- L'anse de Surtainville s'apparente aux précédentes, toutefois, des affleurements rocheux aux bas niveaux, induisant des perturbations locales, lui confèrent un aspect plus hétérogène.

Au Nord de Dielette, une zone restreinte (Le Platé), à l'abri de platiers rocheux, offre un aspect particulier.

Cette première année d'étude a eu pour but de prospecter l'ensemble du site afin d'en préciser les principales caractéristiques. L'effort a porté essentiellement sur la zone encadrant le Cap de Flamanville, le dernier modèle de tâche thermique nous ayant contraint tardivement, à étendre le secteur d'étude en direction du Sud (anse de Surtainville).

- Une série de campagnes, à caractère essentiellement descriptif, a permis de faire une première approche de l'ensemble du site.

- Par la suite, des précisions complémentaires ont été apportées à la connaissance de certaines radiales.

- Etude descriptive

1.1. Méthodologie

La localisation des radiales a été guidée par le souci de quadriller au mieux le site.

15 radiales ont été ainsi réparties sur l'ensemble du secteur (figure III.1):

Anse de Vauville	: 7
Secteur du Platé	: 1
Anse de Sciotot	: 3
Anse de Surtainville	: 4

Le long de chaque radiale, un prélèvement est effectué tous les 50 m à partir des laisses de pleines mers de vive-eau.

Seul le secteur du Platé a fait l'objet d'une prospection particulière tenant compte de la morphologie locale.

A chaque station, 30 l de sédiment ($1/10 \text{ m}^2$ sur 30 cm de profondeur) sont tamisés sur maille carrée de 1mm et le refus, fixé, est trié au laboratoire.

Un carottage, sur 15 cm de profondeur est réalisé en vue de l'analyse granulométrique du sédiment (confiée au Laboratoire de Géologie de Caen, sous la direction de C. LARSONNEUR).

Pour des raisons essentiellement logistiques, liées à l'ampleur du secteur à étudier, les campagnes ont eu lieu entre mars 1976 et avril 1977, lors des plus forts coefficients de marée.

Calendrier des missions : Tableau III.8

	Radiale	janvier 1976	mars 1976	août 1976	septembre 1976	avril 1977
Le Platé	R 20	+				
Anse de Vauville (Nord)	R 15		+			
Anse de Vauville	R 6-7-8-9-10-11			+		
Anse de Sciottot	R 12-13-14				+	
Anse de Surtainville	R 16-17-18-19					+

Les anses de Vauville et de Sciottot, échantillonnées en période de relative stabilité du milieu (août et septembre 1976) et présentant les systèmes morphologiques les plus simples, permettent de dégager les principaux aspects du milieu.

L'anse de Surtainville et le secteur du Platé feront l'objet d'une description particulière.

1.2. Résultats

1.2.1. Anses de Vauville et de Sciotos

L'anse de Vauville, où règne un hydrodynamisme particulièrement intense, est la plus attaquée par les houles et soumise aux plus forts courants de marée.

- La partie Nord présente un estran étroit. Un cordon de galets occupe le haut de la plage, aussile sable reste t-il au dessous du niveau de pleines mers de morte-eau.

L'écoulement superficiel de l'eau persiste pendant la majeure partie de la basse mer lui conférant un aspect plus sombre

- La partie centrale forme une zone instable où la mise en suspension du sédiment est maximale :

. Dans la partie supérieure de l'estran, le sédiment est rapidement essoré et laisse apparaître certaines zones qui se réfèrent à d'immenses dunes hydrauliques.

. Dans la partie inférieure, le sédiment reste saturé en eau du fait des résurgences.

Il apparait, toutefois, difficile de délimiter ces zones qui évoluent au cours de la marée.

L'anse de Sciotos, de morphologie analogue, constitue une unité physiographique moins marquée, les houles et les courants y sont encore très violents.

(photo III.7.)

76 prélèvements, répartis sur 9 radiales, ont été effectués au cours des campagnes d'août et septembre 1976.

1.2.1.1. Analyse sédimentaire tableaux III.9 à III.11* figures III.19 à 22*

Les analyses granulométriques, réalisées sur les radiales R6, R9, R11, R12 et R14, mettent en évidence de manière générale :

- une fraction sableuse dominante, avec 90 à 95 % des grains dont le diamètre est compris entre 0.1 et 0.5 mm.

- une fraction graveleuse faible (de 0 à 20-30 %), fluctuant suivant les secteurs et les niveaux.

- une très faible teneur en particules fines.

- un enrichissement en particules fines aux bas niveaux, sur la plupart des radiales étudiées.

* en annexe



PHOTO III.7 : Anse de SCIOTOT

La comparaison des courbes granulométriques ne permet pas de déceler une différence notable entre les radiales, seule R 12 présente un sédiment plus fin. Une analyse granulométrique plus précise s'avère nécessaire sur l'ensemble des radiales.

La teneur en calcaire varie de 14 à 35 %, elle se révèle plus faible au Nord de l'anse de Vauville et dans l'anse de Sciotot, le minimum étant atteint en R 14.

Dans ces secteurs, une couche légèrement réduite est mise en évidence en profondeur.

1.2.1.2. Analyse faunistique

Les résultats sont présentés dans les tableaux III.13 à 21*

Le pourcentage des différents groupes zoologiques, ainsi que les dominances ont été calculés au niveau de chacune des radiales (tableaux III.28 et III.29)

- Les Crustacés représentent en moyenne 80 % des espèces récoltées pour les radiales R 6 à R 10 et 65 % pour R 11 à R 14.

11 espèces regroupent près de 90 % des individus :

<i>Cumopsis fagei</i>	<i>Haustorius arenarius</i>
<i>Bathyporeia pelagica</i>	<i>Pontocrates norvegicus</i>
<i>Bathyporeia elegans</i>	<i>Bathyporeia sarsi</i>
<i>Urothoë brevicornis</i>	<i>Eurydice pulchra</i>
<i>Eurydice affinis</i>	<i>Pontocrates arenarius</i>
<i>Bathyporeia pilosa</i>	

Ces espèces ont une répartition horizontale assez homogène, toutefois à l'exception d'*Urothoë brevicornis*, leur dominance est légèrement plus élevée sur les radiales R 6 à R 10.

- A l'inverse, les Annélides polychètes présentent une plus grande diversité au niveau des radiales R 11 à R 14 (26 % des espèces) que pour les radiales R 6 à R 10 (15 % des espèces).

La plupart des Annélides, à l'exception de *Paraonis fulgens* ont une répartition horizontale plus restreinte. les densités sont généralement très faibles, on note toutefois la dominance relativement élevée de *Spio filicornis* en R 11 et R 14.

- Sur chaque radiale, on peut mettre en évidence un gradient vertical se traduisant par une succession d'espèces dont les aires de répartition se chevauchent largement.

La répartition verticale des espèces principales est représentée par les figures III.23 à 31

* en annexe

	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14
% Crustacés (Total)	80.9	78.9	72.2	86.7	81.2	63.2	64.7	66.7	66.7
% Crustacés Haustoriidae	28.6	31.6	33.3	40	37.5	31.6	41.2	40	38.1
% Annélides polychètes	14.3	10.5	22.2	6.7	18.7	26.3	29.4	26.7	23.8
% Divers	4.8	10.5	5.6	6.7	0	10.5	5.9	6.7	9.5

Tableau III.28 Pourcentage des principaux groupes zoologiques

Espèce	Anse de Vauville						Anse de Sciotor			ensemble du secteur
	R 6	R 7	R 8	R 9	R 10	R 11	R 12	R 13	R 14	
<i>Urothoë brevicornis</i>	1.7	11.2	2.2	0.4	2.2	26.0	28.1	32.4	30.1	8.0
<i>Eurydice affinis</i>	12.8	14.6	2.0	3.7	3.0	2.6	18.2	14.7	2.2	6.9
<i>Bathyporeia elegans</i>	14.8	7.8	14.9	4.5	0.5	8.4	4.1	4.4	11.8	9.0
<i>Bathyporeia sarsi</i>	2.0	0.6	4.2	4.9	7.3	7.1	24.0	16.2	3.2	5.5
<i>Pontocrates norvegicus</i>	0.3	9.3	5.7	5.2	8.1	9.7	1.7	1.5	5.4	5.6
<i>Haustorius arenarius</i>	2.3	8.1	3.2	5.6	18.4	1.9	1.7	2.9	1.1	6.2
<i>Bathyporeia pelagica</i>	3.2	21.7	33.9	13.5	15.2	2.6	-	7.4	5.4	13.9
<i>Bathyporeia pilosa</i>	4.6	9.0	11.2	1.5	5.7	3.9	1.7	4.4	-	6.3
Nemertes	0.6	0.3	1.0	1.9	-	1.9	7.4	1.5	5.4	1.4
Mysidacées	0.3	0.9	2.2	2.6	1.1	0.6	0.8	-	1.1	1.3
<i>Cumopsis fagei</i>	31.9	0.3	16.4	53.2	30.4	13.6	-	-	8.6	21.0
<i>Eurydice pulchra</i>	6.4	5.9	2.0	1.5	1.9	4.5	-	1.5	-	3.1
<i>Paraonis fulgens</i>	-	0.6	0.5	-	0.5	7.1	0.8	8.8	1.1	1.1
<i>Spio filicornis</i>	-	-	0.2	-	-	6.5	7.4	1.5	11.8	1.4
<i>Pontocrates arenarius</i>	9.9	0.3	-	-	4.6	1.3	-	-	4.3	2.5
Talitridae indet.	0.3	2.8	0.2	0.4	0.5	-	-	-	-	0.6
<i>Ophelia rathkei</i>	6.4	5.0	-	0.7	-	-	-	1.5	-	1.7
<i>Eurydice spinigera</i>	0.6	0.9	-	0.4	-	-	-	1.5	-	0.3
<i>Nephtys cirrosa</i>	0.3	-	0.2	-	0.3	1.3	-	-	-	0.2
<i>Arenicola marina</i>	-	-	-	-	-	+	+	+	+	
<i>Bathyporeia guilliamsoniana</i>	0.3	-	-	-	-	-	0.8	-	1.1	0.1
<i>Lanice conchilega</i>	0.3	-	0.2	-	0.3	-	-	-	-	0.1
<i>Ammodytes lancea</i>	-	+	-	-	-	+	-	-	+	
<i>Diogenes pugilator</i>	-	-	-	-	-	-	0.8	-	2.2	0.1
<i>Bathyporeia nana</i>	-	-	-	-	-	-	0.8	-	1.1	0.1
<i>Portunus latipes</i>	0.3	-	0.2	-	-	-	-	-	-	0.1
<i>Urothoë grimaldi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2.2	0.1
<i>Nerine cirratulus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	0.1
<i>Lumbriconereis impatiens</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	0.1
<i>Notomastus latericeus</i>	-	-	-	-	-	-	0.8	-	-	0.1
<i>Scoloplos armiger</i>	-	-	-	-	-	-	0.8	-	-	0.1
<i>Scololepis ciliata</i>	-	-	-	-	-	0.6	-	-	-	0.1
<i>Sunamphithoe pelagica</i>	-	0.6	-	-	-	-	-	-	-	0.1
<i>Nototropis swammerdami</i>	0.3	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1

Tableau III.29 Dominance des espèces par radiale et sur l'ensemble du secteur

+ espèces non dénombrées

Figures III.23 à 31

Répartition verticale des principales espèces de crustacés
Radiales 6 à 14 - Campagne Août-Septembre 1976

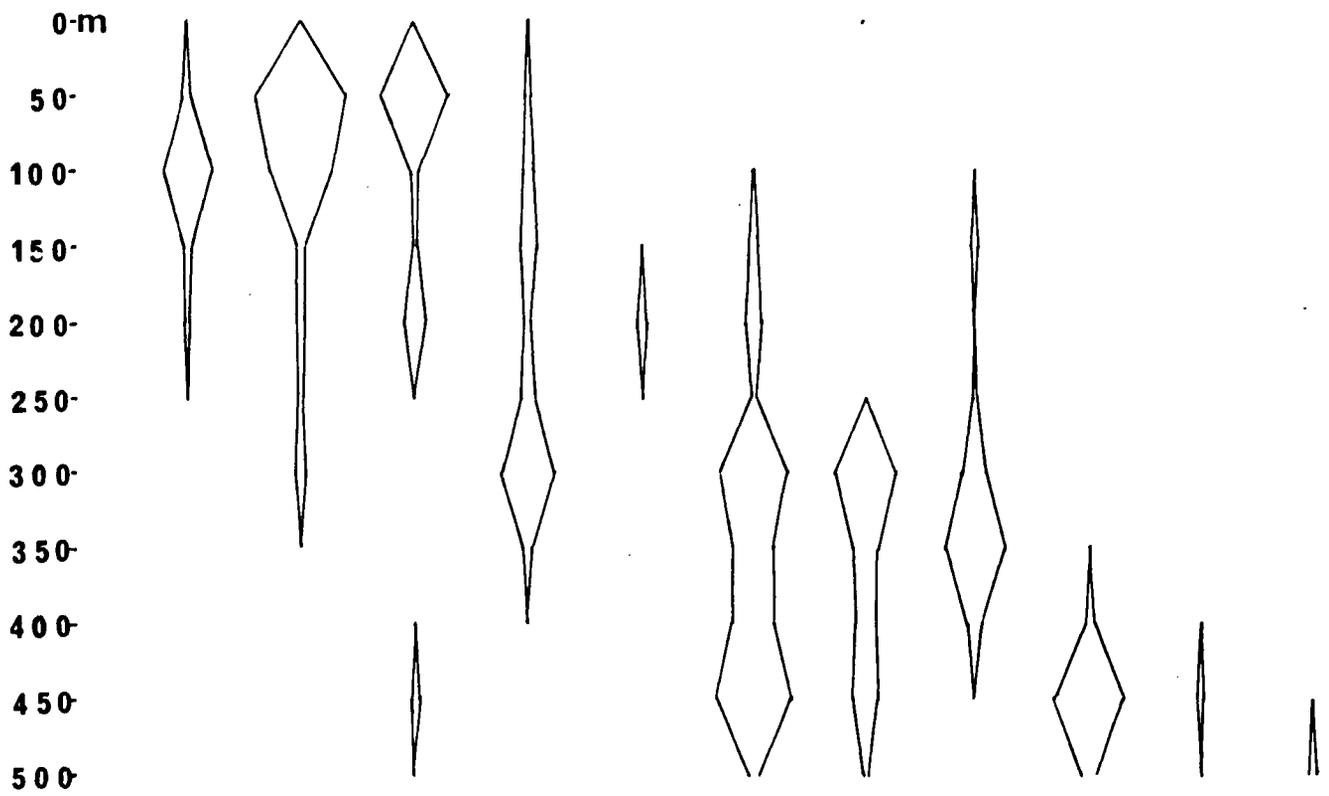
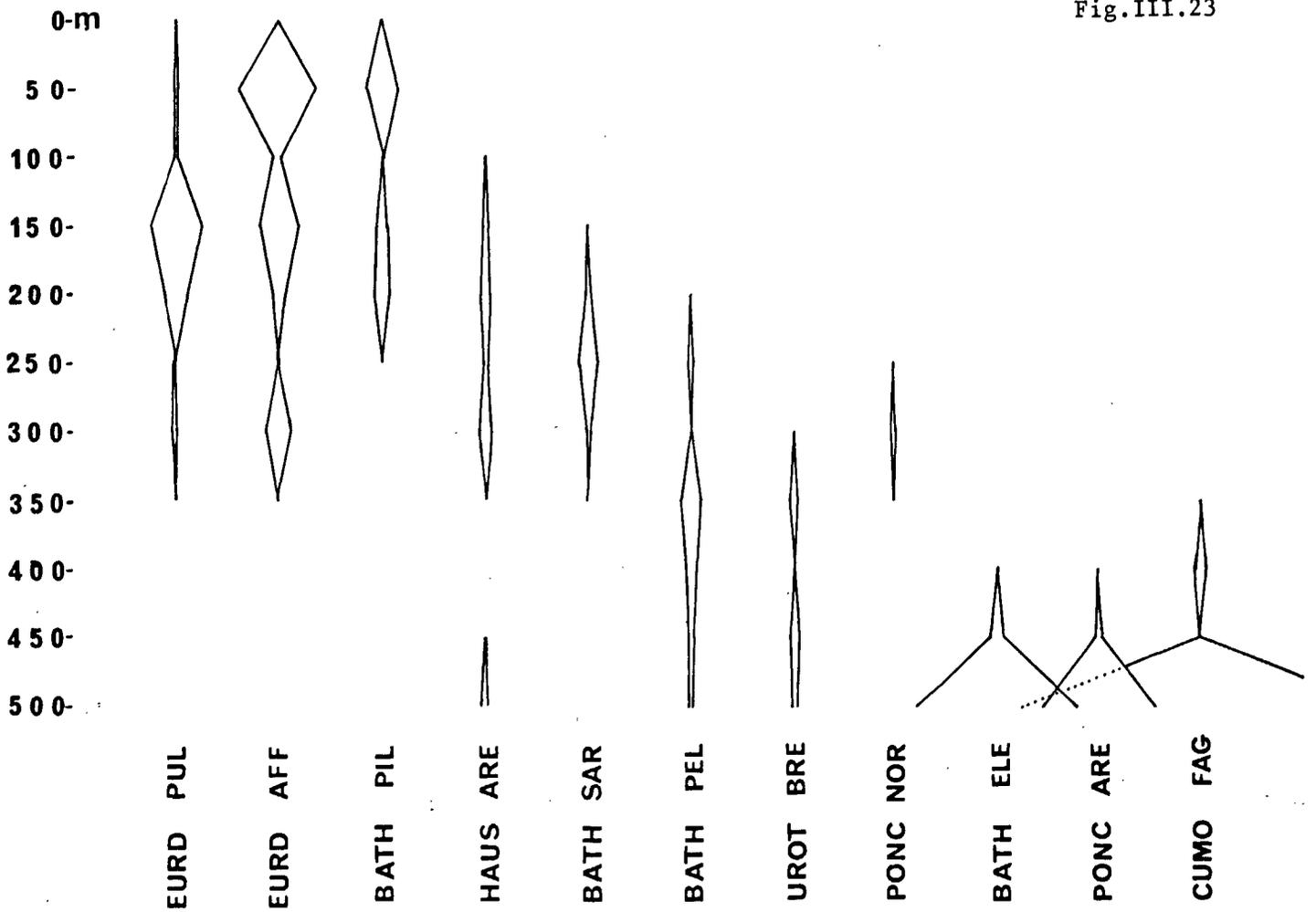
EURD PUL	: Eurydice pulchra
EURD AFF	: Eurydice affinis
BATH PIL	: Bathyporeia pilosa
HAUS ARE	: Haustorius arenarius
BATH SAR	: Bathyporeia sarsi
BATH PEL	: Bathyporeia pelagica
UROT BRE	: Urothoe brevicornis
PONC NOR	: Pontocrates norvegicus
BATH ELE	: Bathyporeia elegans
PONC ARE	: Pontocrates arenarius
CUMO FAG	: Cumopsis fagei

Surface échantillonnée par station : $1/10 \text{ m}^2$

— 10 individus

RADIALE.6

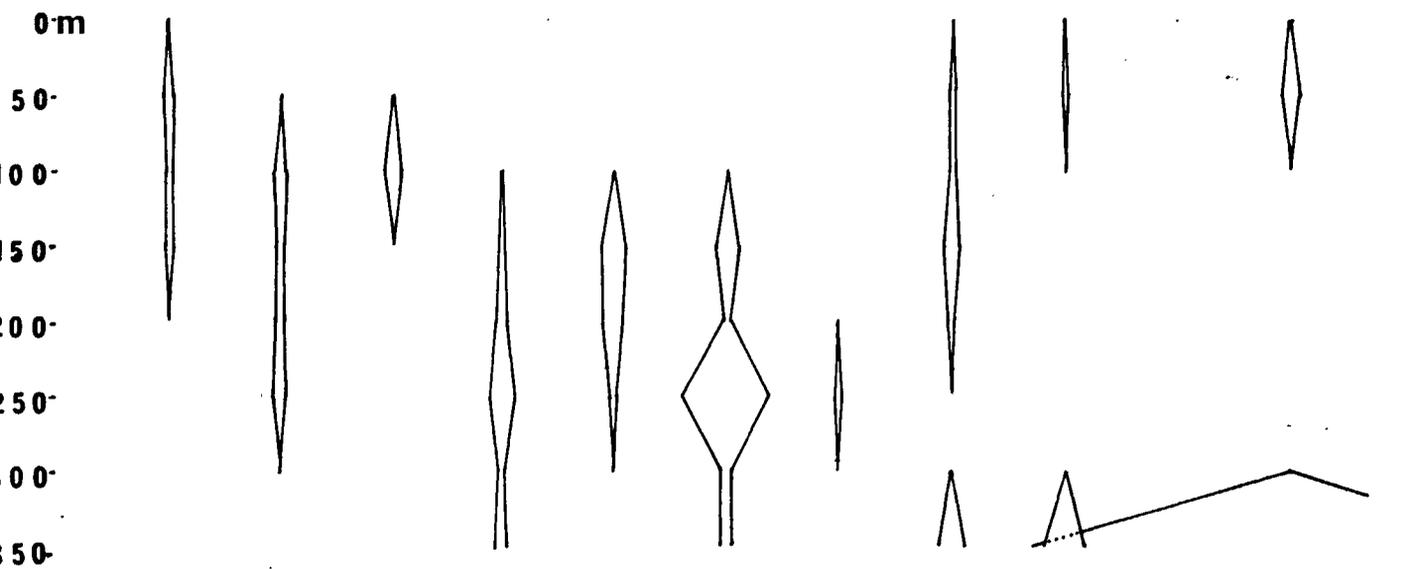
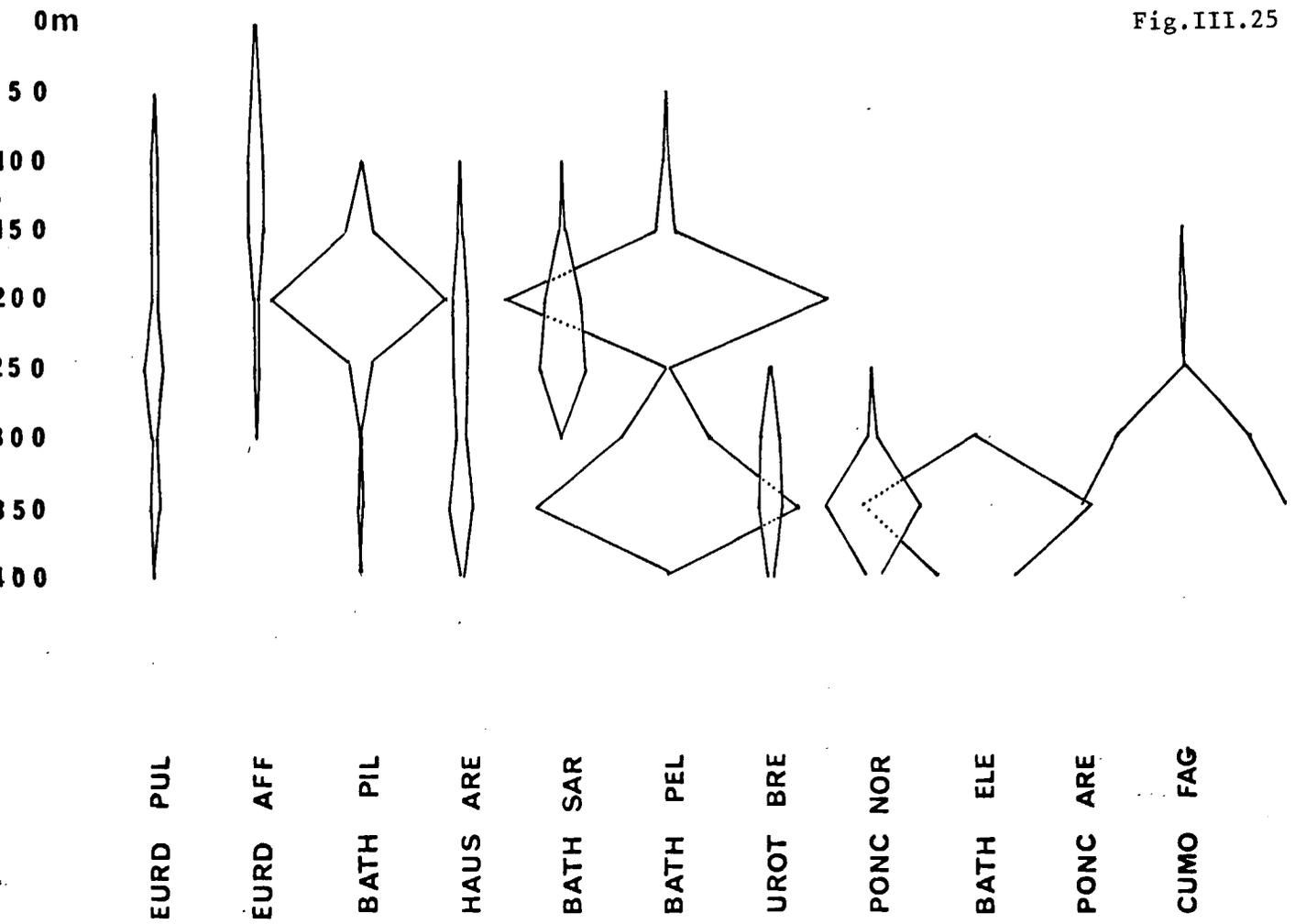
Fig.III.23



RADIALE.7

Fig.III.24

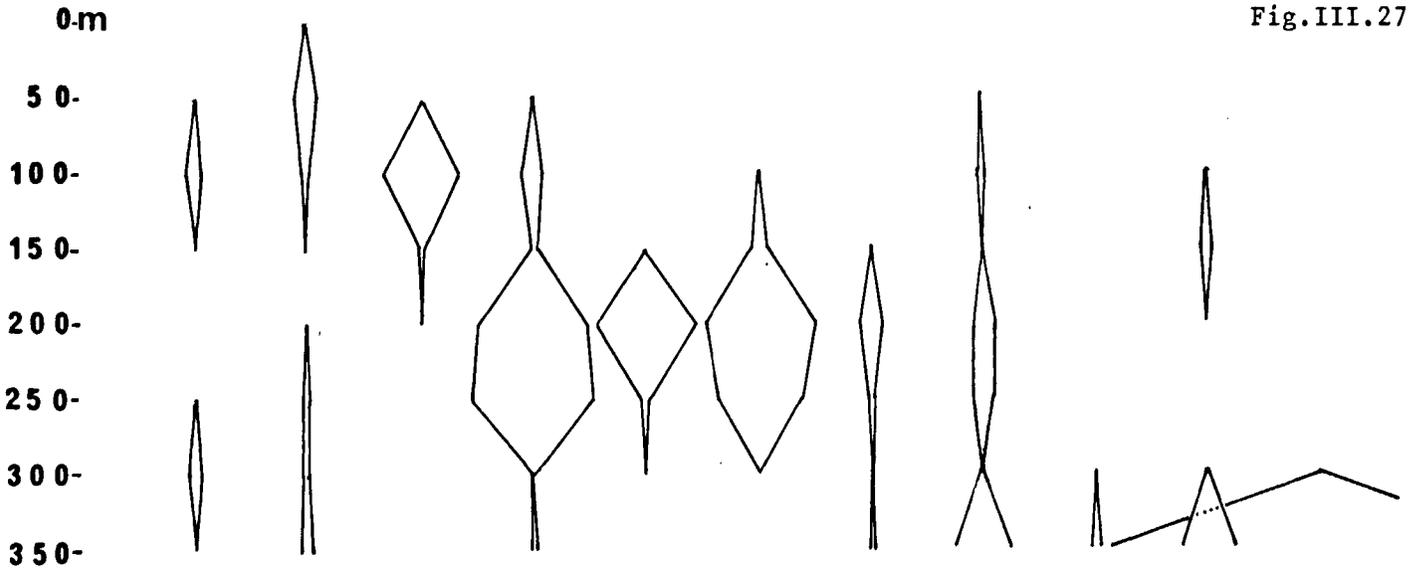
RADIALE.8



RADIALE.9

RADIALE.10

Fig.III.27



EURD PUL

EURD AFF

BATH PIL

HAUS ARE

BATH SAR

BATH PEL

UROT BRE

PONC NOR

BATH ELE

PONC ARE

CUMO FAG

0-m
50-
100-
150-
200-
250-
300-
350-

EURD PUL

EURD AFF

BATH PIL

HAUS ARE

BATH SAR

BATH PEL

UROT BRE

PONC NOR

BATH ELE

PONC ARE

CUMO FAG

Fig.III.28

RADIALE.11

RADIALE.12

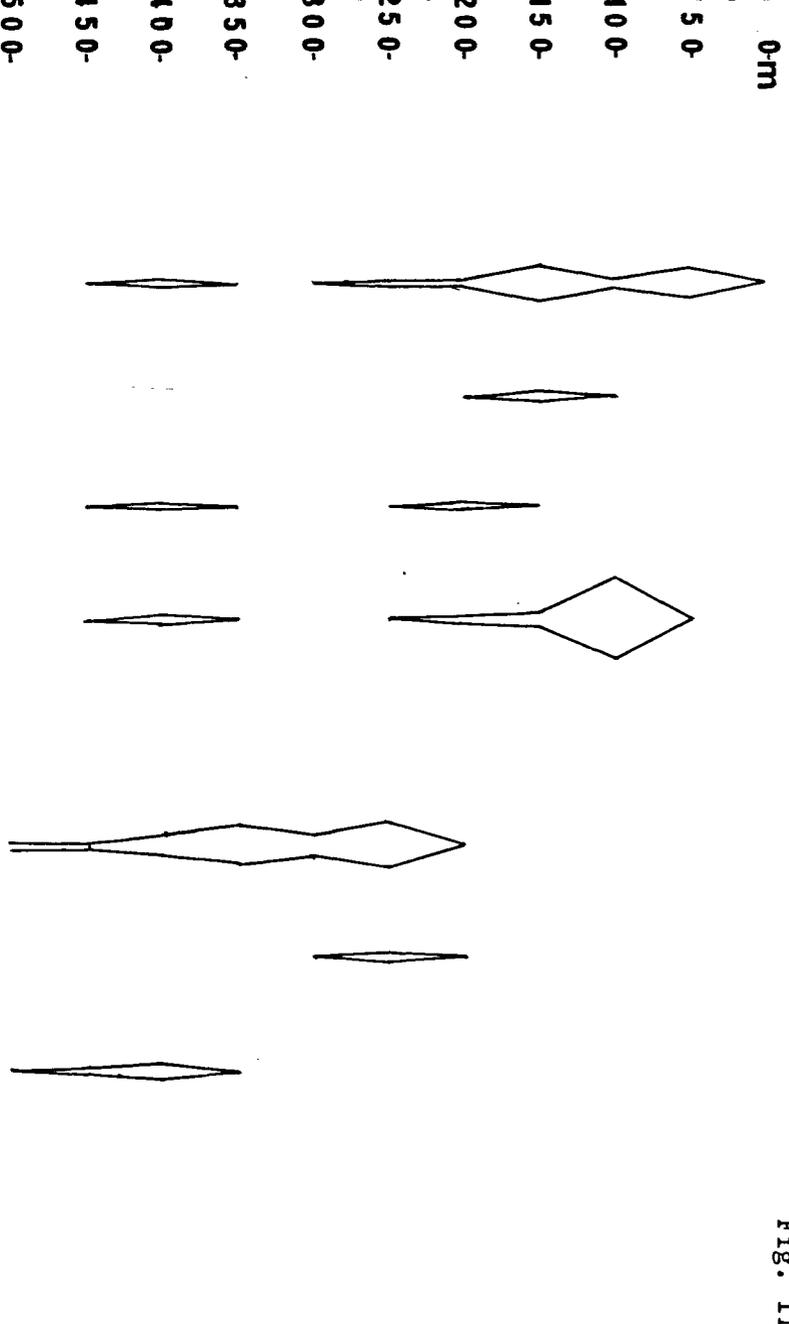


Fig. III.29

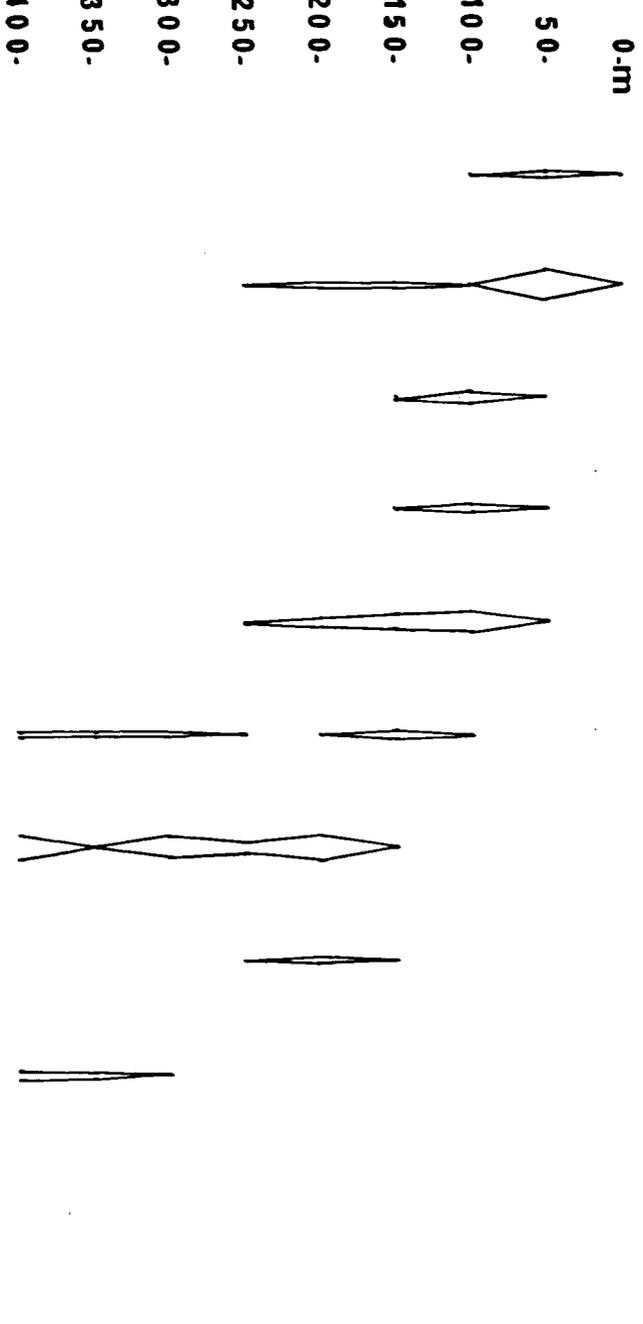


Fig. III.30

RADIALE.13

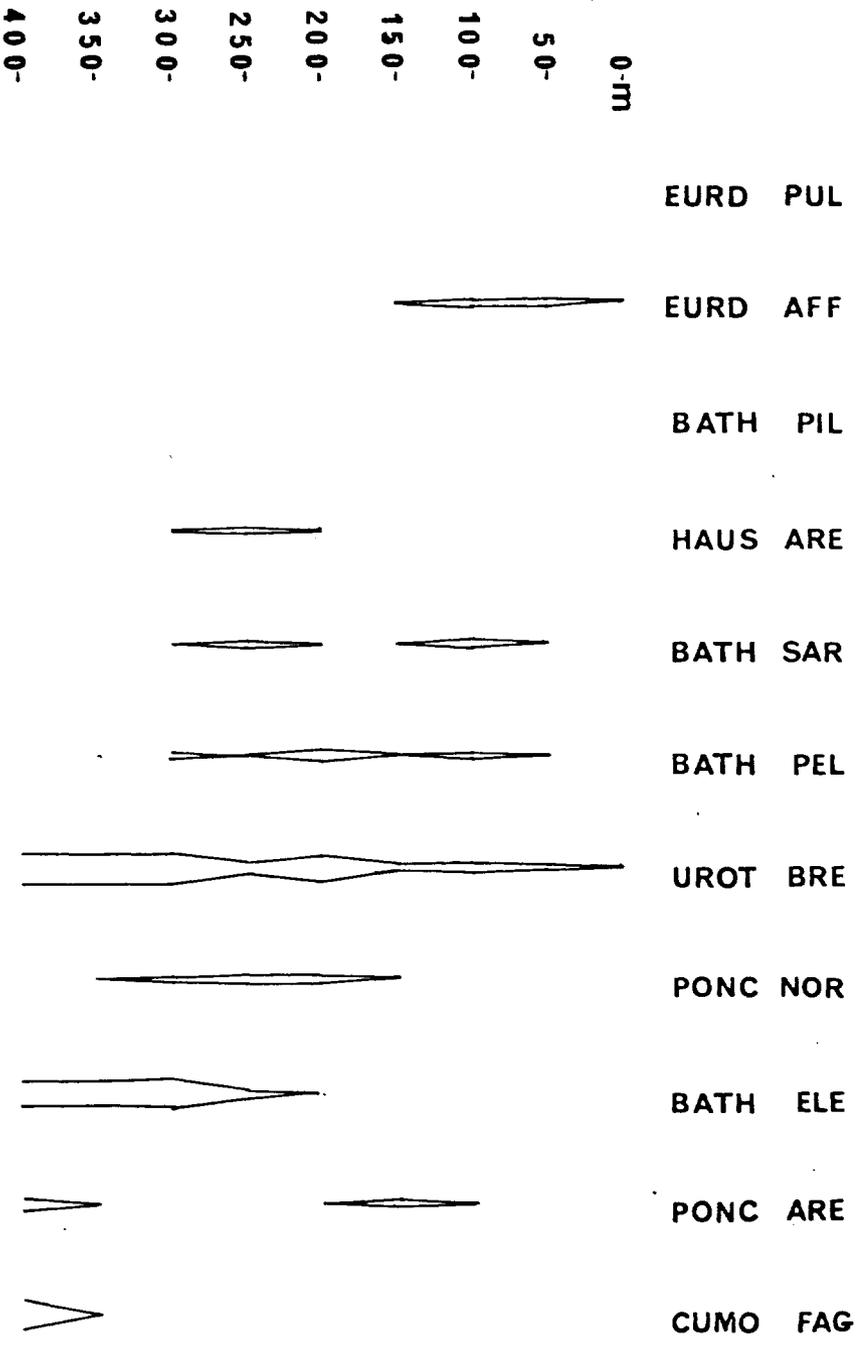
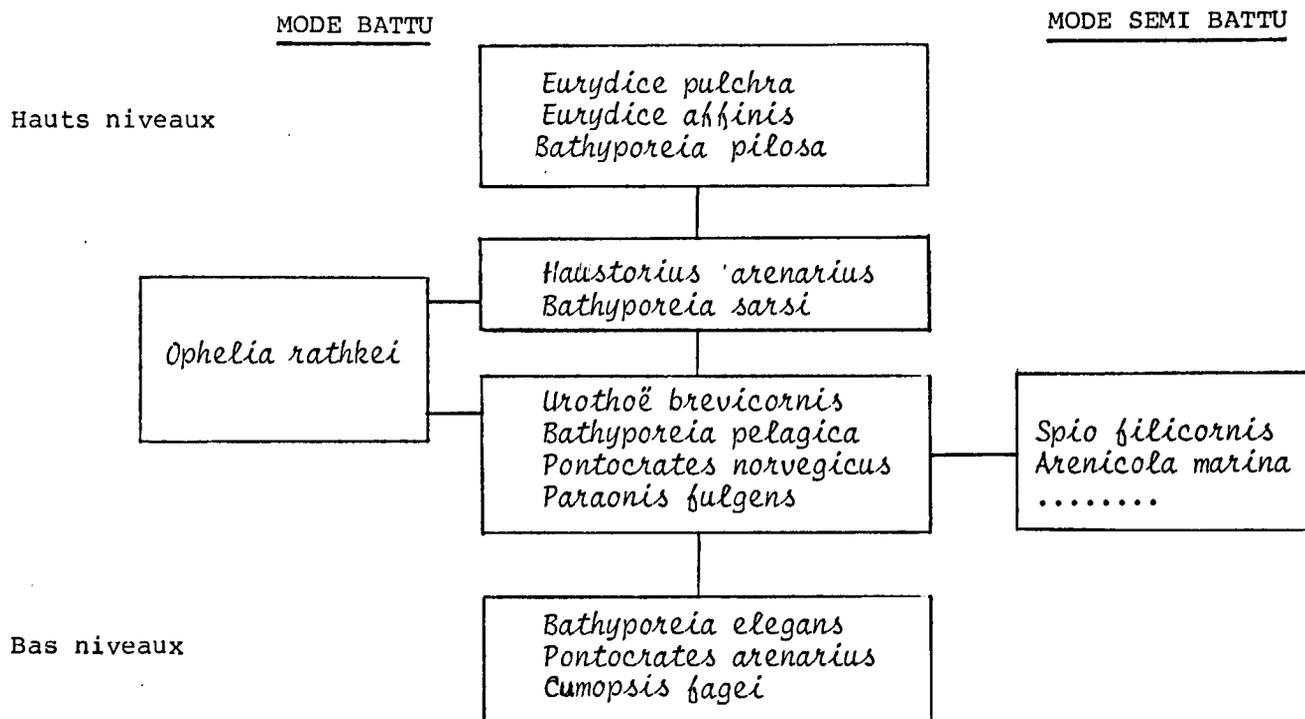


Fig. III.31

RADIALE 14

Le coefficient de point Φ , ne prenant en compte, que les critères présence -absence, permet de mettre en évidence les principaux groupes d'affinité spécifique, que l'on peut schématiser de la manière suivante.



Ces groupes se définissent essentiellement en fonction du gradient vertical et du régime hydrodynamique :

- En zone d'instabilité maximale, dans la partie centrale de l'anse de Vauville, le sédiment est composé de sables fins, propres, peuplés à peu près exclusivement de Crustacés ; le groupe d'affinité des hauts niveaux (*E. affinis*, *E. pulchra* et *B. pilosa*) correspondant à la zone de rétention est bien représenté.

- Lorsque l'action hydrodynamique s'atténue, on observe l'apparition d'Annélides polychètes, notamment *Spio filicornis* et *Arenicola marina*. Les espèces des hauts niveaux tendent à avoir une extension plus restreinte, *Urothoë brevicornis* est au contraire bien représentée. La radiale R 14, au Nord de l'anse de Sciottot, reflète particulièrement bien cette évolution.

1.2.2. Anse de Surtainville

La présence d'affleurements rocheux aux bas niveaux confère à cette anse un aspect plus hétérogène.

- Au Nord, prolongeant le Cap du Rozel, un platier rocheux s'étend sur environ 2 km. A une frange de galets, bordant la partie supérieure de l'estran, succède une série de vastes dunes entrecoupées de bâches.

- Au droit de Beaubigny, un plateau de schistes et de grès protège légèrement le littoral.
- Devant Hattainville, un plateau plus important (Les roches du Rit) modifie complètement la direction du rivage ; un léger engraissement est observé.

En avril 1977, les radiales ont permis de cerner les principaux aspects. Les résultats granulométriques sont présentés dans le tableau III.12* , les résultats faunistiques dans les tableaux III.23 à 26*.

Au Nord, les hauts niveaux se caractérisent par un sable très grossier, une faune très appauvrie, les dunes sont constituées d'un sable bien trié où la faune est peu diversifiée. A l'approche du platier, le sédiment s'enrichit en éléments fins, permettant l'installation d'une faune plus riche et diversifiée, composée notamment d'Annélides polychètes (*Spio filicornis*....)

L'influence du platier s'estompe peu à peu, dans la partie centrale on retrouve les caractéristiques granulométriques et faunistiques des plages de mode battu.

Au Sud, à l'abri des affleurements rocheux, se développe une vase zone à *Arenicola marina*.

1.2.3. Le Platé

Ce secteur a déjà fait l'objet d'une description au cours de l'étude écologique d'avant-projet (tableau III.27)*

L'estran est protégé par une digue et des platiers rocheux.

- Dans les hauts niveaux s'étend une plage de sable sec ; une rupture de pente, au bas de cette plage laisse apparaître un horizon de résurgence.
- Entre les platiers s'étend une zone abritée, à sédiments fins, où s'écoule un chenal isolant une série de petites dunes.

Les Annélides polychètes dominent, notamment des "psammivores" (*Arenicola marina*, *Capitella capitata*) et des "deposit-feeders" (*Spionidae*).

- Au delà des platiers rocheux, dans les bas niveaux, on retrouve un milieu battu. La composition de l'endofaune, à dominance d'Haustoriidae est alors comparable, pour des niveaux bathymétriques semblables, à celle des anes de Vauville et de Scioto.

1.3. Conclusion

Compte tenu de la relative stabilité dans la composition faunistique des sédiments meubles intertidaux au cours de l'année, la recherche des similitudes entre radiales, utilisant le coefficient Φ , permet de schématiser l'ensemble (1).

(1) Les Talitridae ne sont pas pris en compte dans ce traitement

* en annexe

Les résultats sont présentés sous forme de dendrogramme (figure III.32)

Les groupes d'affinités répondent essentiellement au gradient d'hydrodynamisme. On peut définir :

- un secteur battu, rassemblant la majeure partie de l'anse de Vauville (R 6 à R 11).
- un secteur semi-battu représenté dans l'anse de Sciottot par les radiales R 14 et R 12 auxquelles se rattache le Nord de l'anse de Surtainville (R 16).
- entre ces deux groupes, certaines de radiales (R 15 au Nord de l'anse de Vauville, R 13 au centre de l'anse de Sciottot et la majorité de l'anse de Surtainville : R 17, R 18, R 19) forment un ensemble intermédiaire.
- la radiale R 20 s'isole nettement. Elle présente dans sa majeure partie une zone calme, avec une légère dessalure, et est caractérisée par l'exubérance de certaines espèces d'Annélides polychètes.

2 - Suivi des radiales

Cinq radiales, représentatives de l'ensemble du secteur, ont été échantillonnées en avril 1977.

- 2 en mode battu : R 6 et R 9
- 2 en mode semi-battu : R 12 et R 14
- 1 dans la zone du Platé : R 20

Une ébauche d'étude d'aire minimale a mis en évidence la nécessité d'augmenter la surface d'échantillonnage qui a été portée à $3/10 \text{ m}^2$

La répartition des espèces sur l'estran a permis la diminution du nombre des stations, ramené à une tous les 100 m.

La densité des Arénicoles est évaluée par la méthode des moyennes provisoires. Les individus sont dénombrés sur des surfaces successives de $1/4 \text{ m}^2$ (quadrat 50 x 50 cm) jusqu'à obtention d'un nombre constant d'individus par unité de surface.

Par rapport à l'état estival :

- Les résultats granulométriques (tableaux III.9 à 11) mettent en évidence une évolution en fin d'hiver vers des éléments plus grossiers. Ce phénomène est particulièrement marqué dans les hauts niveaux, (figures III.19 à 22)*.

- Du point de vue faunistique (tableaux III.30 à 34) on retrouve la plupart des espèces typiquement intertidales. Seuls les Talitridae, présentant une phase d'hibernation, sont absents.

Toutefois, on note d'une manière générale, une nette diminution des densités.

- L'analyse des affinités entre stations et entre espèces confirme les résultats précédemment obtenus.

* en annexe

Z Z Z Z Z Z Z X X W X Z X Z U
0 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 1 2
E 0 1 7 9 6 3 9 8 5 7 4 6 2 0
* * * * * * * * * * * * * * *

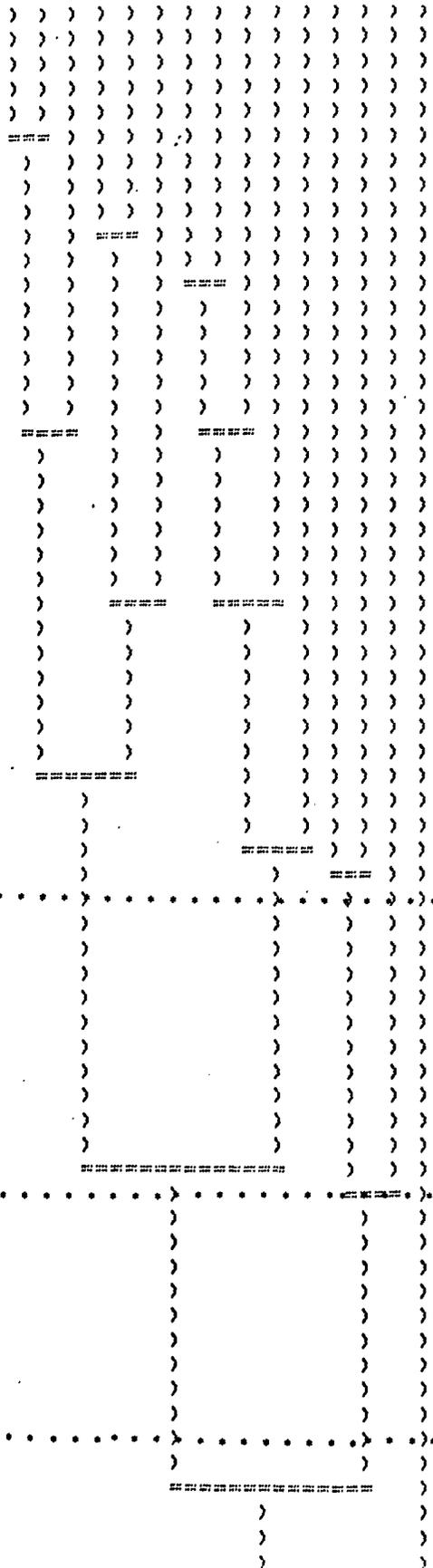


Fig. III.32

Dendrogramme des affinités
entre radiales

CONCLUSION

L'étude réalisée sur l'ensemble du secteur, révèle une grande homogénéité : Du point de vue granulométrique, le sédiment est constitué essentiellement de sables compris entre 0.1 et 0.5 mm. La fraction graveleuse est faible, la fraction pélitique pratiquement inexistante.

Les hauts niveaux s'enrichissent en éléments grossiers et présentent des fluctuations importantes au cours de l'année.

Du point de vue faunistique :

43 espèces ont été inventoriées, elles se répartissent presque exclusivement en deux groupes :

- Crustacés (22 espèces) avec essentiellement

Amphipodes haustoriidae	- 6 espèces du genre <i>Bathyporeia</i>
	- 2 espèces du genre <i>Urothoë</i>
	- 1 espèce du genre <i>Haustorius</i>
Isopodes	- 2 espèces du genre <i>Eurydice</i>

- Annélides (19 espèces) en densité généralement très faible.

On note l'absence de Mollusques.

Les variations excessives de l'hydrodynamisme dans la zone de balancement des marées en font un facteur sélectif et limitant de tout peuplement, d'où une faible diversité.

Les anses de Vauville, de Scioto et de Surtainville se caractérisent par une granulométrie assez grossière, un peuplement spécifiquement homogène se référant à l'*Haustorius-Bathyporeia* zone défini par SCHULZ (in GIORDANI SOIKA 1955).

L'endofaune, constitué essentiellement de Crustacés, suscite, à la lumière de travaux précédents (notamment ceux de SALVAT à Arcachon et Wimereux) quelques remarques générales :

- on note une stabilité de la composition faunistique au cours de l'année.

- les conditions du régime de circulation des eaux interstitielles jouent un rôle déterminant dans la distribution des espèces sur l'estran. Ce facteur semble plus important que le niveau bathymétrique. Ainsi en milieu abrité, des phénomènes interdépendants de capillarité-granulométrie retiennent l'eau de mer, provoquant la remontée de certaines espèces.

- de nombreuses espèces présentent une phase pélagique c'est le cas des espèces du genre *Eurydice* et du genre *Bathyporeia*.

- les espèces de la zone rétention (*E. pulchra*, *E. affinis* et *B. pilosa*) peuvent présenter des phénomènes de migration verticale liée au cycle de marée et

aux conditions de vie dans le sédiment. Les autres espèces ont généralement une distribution stable au cours de l'année.

On observe une continuité biotique avec la zone infralittorale.

Il apparaît nécessaire de compléter cette étude par une meilleure connaissance du milieu et de la biologie de certaines espèces.

D - BENTHOS INTERTIDAL : SUBSTRATS DURS

1 - Zoobenthos

Le Cap de Flamanville et la Pointe du Rozel qui constituent l'essentiel des substrats durs intertidaux ont déjà fait l'objet d'une description morphologique détaillée (Etude écologique d'avant-projet). Retenons que :

- le Cap de Flamanville présente une succession d'éperons granitiques entrecoupés de champs de blocs érodés.

- la Pointe du Rozel se singularise par un vaste platier rocheux formé de dalles de schistes régulièrement inclinées vers la mer.

La forte intensité des actions hydrodynamiques dans ce secteur côtier se traduit par le développement de peuplements animaux de mode battu.

La majeure partie de l'estran, offrant une apparente nudité, les algues étant essentiellement localisées aux bas niveaux, est fortement colonisée par des Crustacés cirripèdes qui forment des ceintures animales bien marquées. A une large ceinture, qui occupe les niveaux moyens de la zone intertidale et où domine *Balanus balanoides*, succède généralement une étroite ceinture à *Balanus perforatus*. Dans les niveaux les plus bas, les Cirripèdes laissent place à des peuplements algaux qui abritent le plus souvent une faune riche et diversifiée.

Les différentes missions, effectuées de juillet à septembre 1976, lors des meilleurs coefficients de marée, ont consisté à analyser qualitativement et quantitativement (de manière ponctuelle) ces différentes communautés benthiques.

1.1. Méthodologie

L'analyse des communautés benthiques a été réalisée à partir de l'étude de cinq radiales : quatre réparties sur le Cap de Flamanville (R1, R2, R3, R5) et une à la Pointe du Rozel (R4). (Fig. III.18 p.40). Un à deux prélèvements sont effectués dans chacune des principales ceinture animales et végétales.

La répartition des stations prospectées figure dans le tableau III.35

			juillet 1976			août 1976	septembre 1976
			R 1	R 2	R 3	R 4	R 5
Médiolittoral inférieur	Ceinture à <i>Balanus balanoides</i>	Niveau supérieur	St. 1	St. 1	St. 1	St. 1	St. 1
		Niveau inférieur	St. 2	St. 2	St. 2		St. 2
Infralittoral supérieur	Ceinture à <i>Balanus perforatus</i>			St. 3		St. 2	St. 3
	Ceinture algale *		St. 3 (<i>Chondrus crispus</i>)		St. 3 (<i>Corallina officinalis</i>)	St. 3 (<i>Gigarti- na stellata</i>)	St. 4 (<i>Chondrus crispus</i>)

Tableau III.35

* stations effectuées dans les peuplements algaux de bas niveaux, l'algue dominante est entre parenthèses

Le mode d'échantillonnage dans les différentes ceintures observées a dû être adapté en fonction de la distribution des espèces rencontrées, certaines (Cirripèdes par exemple) présentant de très fortes densités, d'autres (Patelles, Littorines...) étant plus largement dispersées.

- Echantillonnage dans la ceinture à *Balanus balanoides*

Deux types de prélèvements ont permis d'évaluer la densité des Cirripèdes essentiellement représentés par *Balanus balanoides*, et celle des espèces accompagnatrices (Patelles, Littorines...), aux limites supérieure et inférieure de la ceinture.

* La densité des Cirripèdes est évaluée par la méthode des moyennes provisoires. Les individus sont dénombrés sur des surfaces successives de 25 cm² (quadrat 5 x 5 cm) jusqu'à obtention d'un nombre moyen constant d'individus par unité de surface.

Parallèlement, des échantillons de substrat sont prélevés en vue d'établir au laboratoire le pourcentage des différentes espèces en mélange (*Balanus balanoides*, *Chthamalus stellatus* et *Elminius modestus*) et de procéder à la détermination de leur biomasse.

* A chaque station, Patelles, Littorines et autres espèces accompagnatrices sont récoltées sur une surface d' $1/4 \text{ m}^2$ (quadrat 50 x 50 cm) ; densité et biomasse sont évaluées pour chacune des espèces.

- Echantillonnage dans la ceinture à *Balanus perforatus*

L'échantillonnage de *Balanus perforatus* et des espèces accompagnatrices (Patelles, Littorines...) est identique à celui réalisé dans la ceinture à *Balanus balanoides*, cependant, les individus de *Balanus perforatus* sont dénombrés sur des surfaces successives de 100 cm^2 (quadrat de 10 x 10 cm).

Balanus perforatus abrite d'autre part toute une colorte d'espèces d'Annélides polychètes, de Crustacés amphipodes... Un aperçu de cette faune nous est donné par l'analyse du prélèvement particulier réalisé sur la radiale R2, prélèvement qui a consisté à effectuer un grattage des Balanes sur une surface d' $1/8 \text{ m}^2$; au laboratoire, les différentes espèces qui colonisent les individus vides ou le sédiment piégé par les Balanes, sont déterminées et dénombrées.

- Echantillonnage de la faune associée aux algues

L'étude de la faune associée aux algues n'a concerné que les peuplements algaux de bas niveaux qui sont les seuls à présenter de véritables ceintures.

Au niveau de chaque radiale les algues sont récoltées, dans une zone représentative, par grattage sur une surface d' $1/10 \text{ m}^2$; faune et flore sont séparées et analysées.

Remarques :

1) Dans cette étude descriptive générale, il n'a pas été tenu compte des biotopes particuliers que constituent les cuvettes de rétention, fissures..... La faune des lithoclastes, qui marquent l'originalité du secteur du Rozel, fera ultérieurement l'objet d'une description.

2) La biomasse a été envisagée pour les espèces principales des ceintures à *Balanus balanoides* et *Balanus perforatus*, à savoir :

- Les Cirripèdes ; des échantillons de substrat sont prélevés à chaque station. La biomasse est évaluée pour un lot de 400 individus (4 sous-échantillons de 100) dans le cas de *Balanus balanoides* et pour un lot de 100 individus (2 sous-échantillons de 50) dans le cas de *Balanus perforatus*.

Connaissant pour une espèce donnée, à un niveau donné, sa densité et la biomasse de x individus, on déduit la biomasse par unité de surface.

- la faune accompagnatrice ; la biomasse est obtenue pour chacune des grosses espèces, représentées en majeure partie par des Mollusques gastéropodes.

Les biomasses sont exprimées en grammes de poids sec de matière vivante formolée, après passage à l'étuve à 110° C jusqu'à obtention d'un poids constant.

3) Les résultats numériques et pondéraux concernant les Cirripèdes et la faune accompagnatrices sont rapportés au m², par souci de comparaison

1.2. Résultats

1.2.1. Ceinture à *Balanus balanoides*

- Pourcentage des différentes espèces de Cirripèdes.

	R2		R1		R3		R5		R4
	st. 1	st. 2	st. 1						
<i>Balanus balanoides</i>	95	99,75	98,5	93,75	97,75	98	96	98	99
<i>Chthamalus stellatus</i>	1	0,25	0,75	6,25	1,5	1			
<i>Elminius modestus</i>	4		0,75		0,75	1	4	2	1

Tableau III.36

: Pourcentage des différentes espèces de Cirripèdes dans la ceinture à *Balanus balanoides*.

Quelle que soit la radiale et indépendamment du niveau bathymétrique, *Balanus balanoides* domine largement (97,3 % en moyenne).

Chthamalus stellatus est dans cette région du Cotentin à sa limite nord de répartition.

Ces deux espèces sont en compétition directe (compétition pour l'espace) et évoluent le plus souvent vers un état d'équilibre. SOUTHWARD et CRISP (1956) indiquent qu'un changement de l'environnement même minime mais prolongé, favorisant l'une ou l'autre des deux espèces, suffit à modifier leurs limites de distribution.

Ils précisent d'autre part que la température, qui affecte l'activité des aires des deux espèces est probablement le facteur le plus influant sur leur relative abondance.

Il est donc probable qu'un impact thermique ait pour conséquence de modifier l'état d'équilibre entre les deux espèces.

Elminius modestus intervient également dans cette compétition pour l'espace. Il s'agit d'une forme étrangère qui fut apportée en Europe vers 1940 par des bateaux d'Australie et de Nouvelle Zélande. Son introduction, relativement récente sur les côtes françaises, ne peut actuellement laisser présumer de son équilibre avec les autres espèces en présence.

- Résultats numériques et pondéraux (tableau III.37)

Cirripèdes. La densité des Cirripèdes, essentiellement représentés par *Balanus balanoides*, est particulièrement importante sur l'ensemble du secteur, elle est généralement plus élevée au niveau inférieur de la ceinture. Les valeurs extrêmes sont observées en R1. St. 1 (36800 individus/m²) et R4 st. 1 (78400 individus/m²) soit une variation du simple au double. Les valeurs extrêmes de la biomasse concernent ces mêmes stations ; elle est de 27,9 g/m² en R1 st. 1 et de 217,8 g/m² en R4 st. 1, soit 8 fois supérieure.

On remarque que les valeurs minimales de densité et de biomasse sont obtenues à l'avancée maximale du Cap de Flamanville où les conditions hydrodynamiques sont rudes, que les valeurs maximales concernent la Pointe du Rozel, secteur soumis à des actions hydrodynamiques moins intenses.

La nature du substrat, granitique au Cap de Flamanville, schisteux à la Pointe du Rozel, expliquerait en partie ces différences.

Espèces accompagnatrices. Seules cinq espèces dont trois du genre *Patella* ont été recensées.

- *Patella vulgata* qui occupe l'ensemble de la ceinture est la mieux représentée, sa densité est généralement supérieure en bas de ceinture mais les individus sont de plus petite taille.

- *Patella intermedia*, moins abondante, révèle les mêmes phénomènes.

- De rares individus de *Patella aspera* occupent le niveau inférieur.

A l'inverse des Cirripèdes, les valeurs maximales de la biomasse sont observées au Cap de Flamanville en R1.

1.2.2. Ceinture à *Balanus perforatus*

Il faut d'abord noter que la ceinture à *Balanus perforatus* est exempte sur la majorité du Cap de Flamanville ; elle n'est représentée que dans les secteurs Nord et Sud'. Ceci est lié à la morphologie même du Cap ; les éperons rocheux se terminent abruptement dans les bas niveaux et les ceinture algales succèdent alors directement à la ceinture à *Balanus balanoides*.

	R2				R1				R3				R5				R4	
	st.1		st.2		st.1		st.2		st.1		st.2		st.1		st.2		st.1	
	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B	N	B
<i>Balanus balanoides</i>	44400	108,2	59600	50,5	36800	27,9	52400	43,7	74000	80,3	75200	66,8	46000	62,1	70000	117,2	78400	217,8
<i>Patella vulgata</i>	124	6,9	280	4,6	128	23,2	224	14,7	104	4,6	64	5,3	96	3,8	112	7	128	6,3
<i>Patella intermedia</i>	8	0,4	28	0,3	4	0,6	32	3,1	20	1	20	1	24	1,1	32	2	40	2,3
<i>Patella aspera</i>			4	1,5			12	0,7				60	4,9					
<i>Gibbula umbilicalis</i>			12	0,6					4	0,01								
<i>Littorina saxatilis</i>																	256	0,4
Σ_1 N	132		324		132		268		128		144		120		144		424	
Σ_1 B		7,3		7		23,8		18,5		5,7		11,2		4,9		9		8,9
Σ_2 B		115,5		57,5		51,7		62,2		85,9		78		67		126,2		226,7

Tableau III.37 Ceinture à *Balanus balanoides* - Résultats numériques et pondéraux

N : nombre d'individus / m²

B : biomasse en g de matière sèche / m²

Σ_1 N : nombre total d'individus de la faune accompagnatrice des Cirripèdes

Σ_1 B : biomasse de la faune accompagnatrice des Cirripèdes

Σ_2 B : biomasse totale

	R2		R5		R4	
	St. 3		St. 3		St. 2	
	N	B	N	B	N	B
<i>Balanus perforatus</i>	5200	251,1	5500	87,7	3400	117,7
<i>Patella vulgata</i>	92	3,2	44	1,9	120	3,9
<i>Patella intermedia</i>			16	0,6	12	0,3
<i>Patella aspera</i>	116	12,7	200	17,8	16	3,2
<i>Gibbula umbilicalis</i>	8	0,5	4	0,04	44	1,1
<i>Nucella lapillus</i>	8	0,9	8	0,1	4	0,03
<i>Calliostoma zizyphinum</i>	4	1,1				
<i>Ocenebra erinacea</i>	4	1				
<i>Actinia equina</i>					8	0,47
<i>Gibbula pennanti</i>			8	0,6		
Σ_1 N	232		280		204	
Σ_1 B		19,5		20		9,1
Σ_2 B		270,6		108,7		126,8

Tableau III38 ceinture à *Balanus perforatus* :
résultats numériques et pondéraux

(légende identique au tableau III.37)

- Résultats numériques et pondéraux (tableau III.38)

Balanus perforatus : présente des valeurs de densité et de biomasse élevées ; le maximum est atteint en R2.

Espèces accompagnatrices : La diversité plus importante que dans la ceinture à *Balanus balanoides* reste cependant faible. *Patella aspera* domine numériquement et pondéralement.

Espèces associées. Un exemple de la faune associée à *Balanus perforatus* nous est donné par le prélèvement effectué en R2

L'analyse faunistique révèle la dominance de *Dynamena bidentata*.

<i>Dynamene bidentata</i>	43
<i>Polydora ciliata</i>	8
<i>Gnathia maxillaris</i>	8
<i>Golfingia minuta</i>	6
<i>Eulalia viridis</i>	6
<i>Pleonexes sp.</i>	5
<i>Lasea rubra</i>	3
<i>Hyale nilssoni</i>	3
<i>Corophium acutum</i>	3
<i>Platynereis dumerilii</i>	2
<i>Leptochelia dubia</i>	2
<i>Caprella acanthifera</i>	2
<i>Terebella lapidaria</i>	1
<i>Acanthochitona crinitus</i>	1
<i>Lacuna pallidula</i>	1
<i>Musculus discors</i>	1
<i>Modiolus modiolus</i>	1
<i>Crenella prideauxi</i>	1
<i>Jassa falcata</i>	1
<i>Jassa ocia</i>	1
<i>Stenothoë sp.</i>	1
<i>Omalogyra atomus</i>	1

Tableau III.39

Faune associée à *Balanus perforatus*, les chiffres correspondent au nombre d'individus pour 1/8 m²

1.2.3. Faune associée aux algues

Les résultats des divers prélèvements effectués dans les ceintures algales de bas niveaux sont reportés dans le tableau III.40

La liste faunistique globale est loin d'être exhaustive, les prélèvements ayant été réalisés ponctuellement dans l'espace et dans le temps.

Aux vues de ces résultats, il ressort qu'une dizaine d'espèces présentant généralement les plus fortes abondances, se retrouvent sur la majorité des radiales.

	R1	R3	R5		R4
	st.3	st.3	st. 4(a)	st.4(b)	st.3
<i>Rissoa parva</i>	35	175	35	145	380
<i>Platynereis dumerilii</i>	12	30	11	103	2
<i>Dynamene bidentata</i>	3	3	9	5	1
<i>Pleonexes sp.</i>	3	3	2	7	3
<i>Barleia rubra</i>	24	9	20	123	
<i>Elasmopus rapax</i>	2	42		47	
<i>Perinereis cultrifera</i>	2	1		1	2
<i>Tricolia pullus</i>	14		70	5	13
<i>Lacuna parva</i>	8		7 ^b		1
<i>Pirimela denticulata</i>	2	5	6		
<i>Idotea granulosa</i>	10	1			
<i>Musculus discors</i>	4	16			
<i>Dexamine spinosa</i>		1	4	6	
<i>Apherusa jurinei</i>		6	5		3
<i>Actinia equina</i>		1		1	5
<i>Amphipholis squamata</i>			2	12	
<i>Scolelepis fuliginosa</i>			1		1
<i>Acanthochitona crinitus</i>				3	3
<i>Synosoma lancifer</i>	1				
<i>Cancer pagurus</i>	1				
<i>Scolelepis girardi</i>		1			
<i>Syllis prolifera</i>		2			
<i>Syllidae indét.</i>		1			
<i>Patella aspera</i>		4			
<i>Hyale milssoni</i>		2			
<i>Hyale pontica</i>		1			
<i>Pilumnus hirtellus</i>		1			
<i>Odontosyllis cterostoma</i>			1		
<i>Lepidochiton cinereus</i>			1		
<i>Gibbula umbilicalis</i>			3		
<i>Gibbula pennanti</i>			6		
<i>Calliostoma zizyphinum</i>			2		
<i>Patina pellucida</i>			1		
<i>Idotea baltica</i>			4		
<i>Phascolosoma vulgare</i>				2	
<i>Lysidice ninetta</i>				3	
<i>Lumbriconereis gracilis</i>				2	
<i>Polydora sp.</i>				1	
<i>Potamilla toreilli</i>				6	
<i>Lysianassa ceratina</i>				4	
<i>Amphithoë vaillanti</i>				5	
<i>Aoridae indét.</i>				5	
<i>Patella vulgata</i>					1
<i>Littorina obtusata</i>					1

Tableau III.40

Faune associée aux algues. Les chiffres correspondent au nombre d'individus par 1/10 m².

Il s'agit notamment :

- de Mollusques gastéropodes : *Rissoa parva*
Barleia rubra
Tricolia pullus
- d'Annélides polychètes : *Platynereis dumerilii*
- de Crustacés - amphipodes : *Dynamene bidentata*
- isopodes : *Elasmopus rapax*

1.3. Conclusion

L'étude du zoobenthos des substrats durs intertidaux a permis de caractériser qualitativement et quantitativement, de manière ponctuelle, les peuplements de mode battu qui sont représentés:

- au Cap de Flamanville par une ceinture à *Balanus balanoides* à laquelle succède une ceinture algale (cf. Phytobenthos).

- à la Pointe du Rozel et dans les secteurs Nord et Sud du Cap de Flamanville par une large ceinture à *Balanus balanoides* à laquelle succèdent une étroite ceinture à *Balanus perforatus* puis une ceinture algale (cf. Phytobenthos).

Les Cirripèdes montrent d'une manière générale de fortes valeurs de densité et de biomasse : les maxima sont observés à la Pointe du Rozel pour *Balanus balanoides* et au Nord du Cap de Flamanville dans le cas de *Balanus perforatus*.

La faune accompagnatrice, très peu diversifiée, est essentiellement composée d'espèces du genre *Patella*.

- *Patella vulgata* est répartie sur la majeure partie de l'estran ; elle présente un maximum de densité dans le niveau inférieur de la ceinture à *Balanus balanoides* et les plus gros individus colonisent les plus hauts niveaux.

- *Patella intermedia*, en densité moindre, a une répartition identique.

- *Patella aspera*, exempte des hauts niveaux, présente les maxima de densité et de biomasse dans la ceinture à *Balanus perforatus*.

Les peuplements algaux de bas niveaux abritent une faune diversifiée relativement homogène.

2 - Phytobenthos

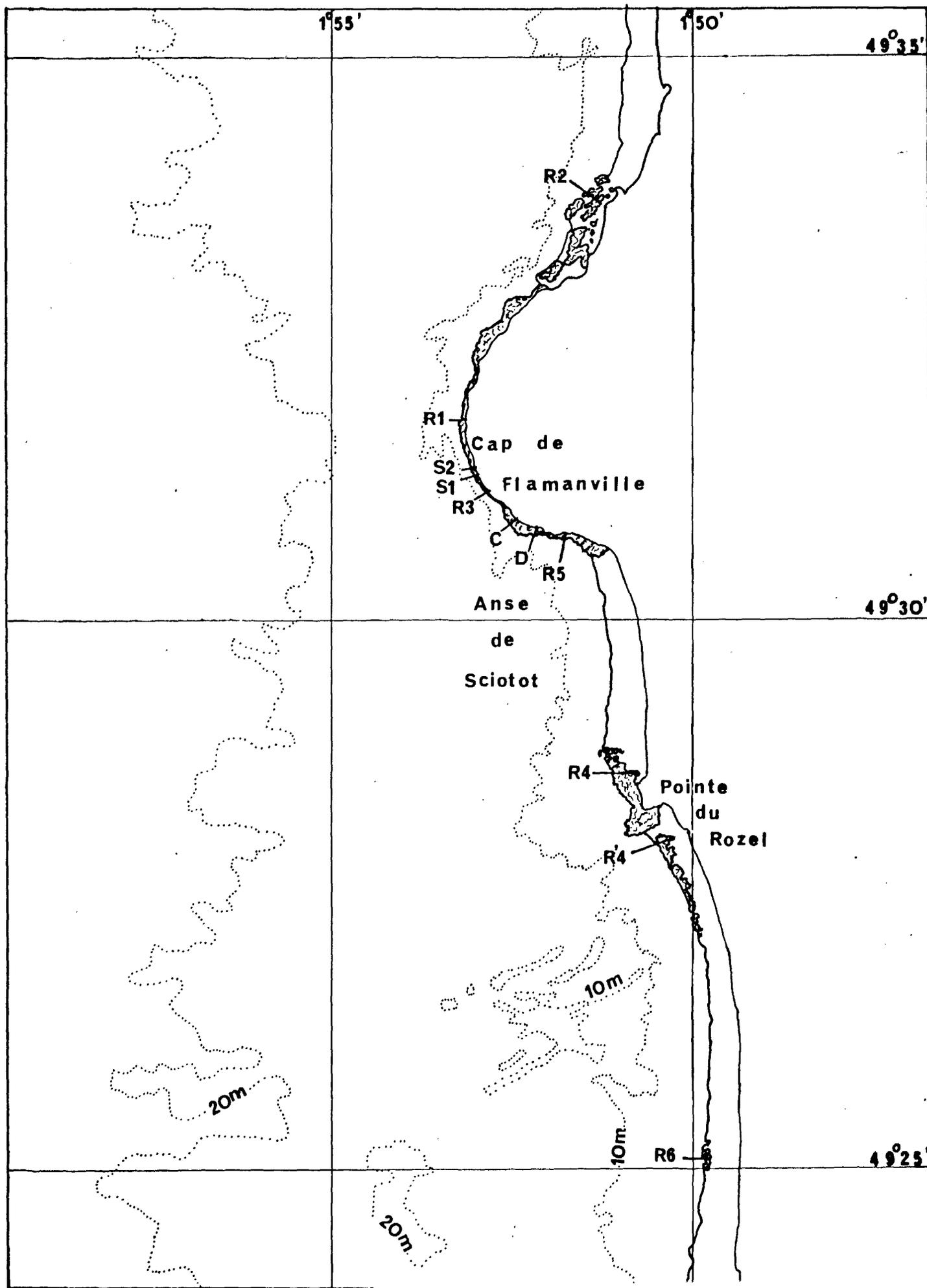
L'étude du phytobenthos intertidal a concerné 3 séries de radiales :

- . Les radiales R. 1 à R. 5, réparties du platier de Dicolette à la Pointe du Rozel ont été échantillonnées en 1976 et en 1977
- . Les radiales R. 4 et R. 6, réparties de la Pointe du Rozel aux Rochers du Rif, créées afin de tenir compte du dernier modèle de diffusion de la tache thermique, ont été échantillonnées en 1977
- . Les radiales S1, S2, C et D ont été prospectées afin de mieux apprécier l'importance de la végétation algale entre les radiales R. 1 et R. 3, R. 3 et R. 5, situées dans un secteur assez proche de la centrale (figure III.33

Enfin une mission aérienne, effectuée aux plus forts coefficients de marée du mois d'août 1977, a permis, grâce aux photographies prises en "infra-rouge", de préciser l'appréciation faite de la couverture algale. (Photo III.

Fig. III.33

PHYTOBENTHOS : RADIALES PROSPECTEES



2.1. Méthodologie

2.1.1. Technique d'échantillonnage

Prélèvement intégral

Les relevés sont effectués par prélèvement intégral du peuplement et du substrat, à l'aide d'un marteau et d'un burin ; le substrat est cassé sur une épaisseur suffisante de façon à récolter les espèces endolithes.

Structuration de l'échantillonnage

Afin de mettre en évidence les variations saisonnières, il convient de fixer, par des conditions de prélèvements uniformes, pour les relevés de chaque secteur étudié, le maximum de facteurs susceptibles de faire varier le peuplement algal. Aussi avons-nous cherché à nous rapprocher au maximum des conditions suivantes : - exposition W

- pente 30°

D'autre part, les résultats obtenus en 1976 ayant montré que la couverture algale était inexistante ou réduite aux niveaux 0 à 2 (niveau 0 : supralittoral inférieur ; niveau 1 : médiolittoral supérieur ; niveau 2 : médiolittoral moyen) les relevés ont été multipliés en 1977 uniquement aux niveaux 3 (frange de transition médiolittoral-infralittoral) et 4 (infralittoral supérieur).

Surface des relevés

Elle a fait l'objet d'une étude d'aire minimale en 1976 et 1977, dont les principes, méthodes et résultats font l'objet d'un paragraphe particulier (paragraphe 2.2).

2.1.2. Paramètres analytiques

Les espèces constitutives des relevés sont étudiées au laboratoire sous la loupe binoculaire et le microscope, afin d'établir une liste floristique* des espèces présentes. Les groupes systématiques concernés sont :

- Rhodophycées
- Phéophycées
- Chlorophycées
- Bryopsidophycées

Nombre d'espèces

Le nombre total d'espèces d'un relevé est appelé T.

La surface des relevés étant fixée, le nombre total d'espèces par relevé devient significatif par ses fluctuations, d'un relevé à l'autre.

* Une telle liste est très longue à établir ; cet obstacle, limite, malheureusement, le nombre de relevés.

Recouvrement

Pour chaque espèce et dans chaque relevé, le recouvrement, R_i est évalué. Il représente le pourcentage de la surface du relevé couverte en projection par l'espèce considérée. Ce pourcentage est compris entre + (recouvrement négligeable chiffré, par convention, à 0,05 %) et 100 %. La végétation se disposant sur plusieurs strates, Le Recouvrement total d'un relevé $R_t = \sum_1^n . R_i$, n = nombre d'espèces du relevé) est généralement supérieur à 100 %.

Coefficient et densité de reproduction

Dans chaque relevé, et pour chaque espèce, la présence (ou l'absence) d'organes reproducteurs, leur nature, ainsi qu'une appréciation de leur abondance ont été notés, suivant l'échelle de reproductivité (G_i) :

- 0 : pas d'organes reproducteurs
- 1 : organes reproducteurs très rares (RR)
- 3 : organes reproducteurs rares (R)
- 6 : organes reproducteurs communs (C)
- 10 : organes reproducteurs très communs (CC)

Le coefficient de reproduction C_g d'un relevé sera :

$$C_g = \sum_1^n R_i . G_i$$

R_i = recouvrement de l'espèce i

n = nombre d'espèces du relevé

G_i = reproductivité de l'espèce i

Ce coefficient permet de calculer la densité de reproduction

$$D_g = \frac{\sum R_i . G_i}{\sum R_i}$$

Indice de Diversité

Il traduit, dans un peuplement, la quantité totale d'informations résultant de la différenciation en espèces. Il a été calculé d'après la formule de SHANNON.

$$IM \# = \sum_1^n \frac{R_i}{R_t} \log_2 \frac{R_i}{R_t}$$

On considère généralement que l'indice de diversité traduit le degré d'évolution structurale, la maturité, la stabilité d'un écosystème (ou de la taxocénose considérée). (MARGALEF, 1957. CANCELA DA FONSECA, 1969, PERES, 1971, BOUDOURESQUE et LUCK, 1972, SARA, 1972...)

A toute diversité observée correspond une diversité théorique que la table de LLOYD et GHELARDI (1964) permet de comparer. On obtient ainsi l'équitabilité dont les valeurs élevées caractérisent les peuplements en équilibre.

Coefficient Q

Le coefficient Q d'un groupe d'espèces (élément phytogéographique, unité systématique...) est, dans un relevé, le nombre des espèces appartenant au groupe considéré (BOUDOURESQUE, 1970, 1971)

$$T = \sum Q$$

2.1.3. Paramètres synthétiques

Dominance qualitative

Rapport exprimé en % de l'effectif d'un groupe d'espèces dans un relevé sur le nombre d'espèces du relevé

$$D Q = \frac{Q}{T} \times 100$$

Dominance quantitative

Rapport exprimé en % de la somme du recouvrement d'un groupe d'espèces d'un relevé ($\sum Ri$) sur le recouvrement total du relevé (Rt)

$$D Ri = \frac{\sum Ri}{Rt} \times 100$$

Rapports R/P

R/P : Rapport, dans un relevé, du nombre de Rhodophycées au nombre de Phéophycées.

Tension

La tension ψ d'un ensemble d'espèces est le rapport de la Dominance quantitative DRi à la Dominance qualitative DQ de cet ensemble d'espèces (BOUDOURESQUE, 1970, 1971).

D'après BOUDOURESQUE (1970) :

- un groupe en surtension ($\psi > 1$) est certainement un groupe adapté au biotope.
- un groupe en sous tension ($\psi < 1$) est un groupe moins important pour le biotope : selon sa sous-tension, il est accessoirement ou fondamentalement inadapté au biotope.

Un groupe en surtension serait, en fait, le groupe le mieux adapté au biotope.

2.1.4. Analyse de similitude

Coefficient de corrélation de point Φ : voir § 3.1.1.

2.1.5. Constance

voir § 3.3.1.

2.1.6. Biomasses

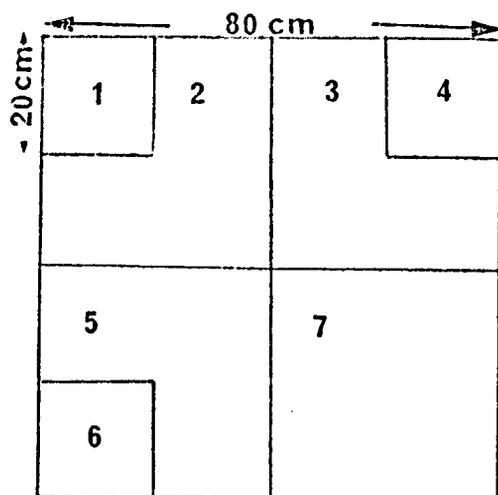
Les algues sont lavées à l'eau douce afin d'éliminer au maximum la faune associée, le sédiment et le sel. La faune et le substrat restant sont enlevés par raclage. Le calcaire fixé est dissous par un traitement à l'acide acétique dilué au 1/10e. Les algues, rincées à l'eau distillée, séchées, (Certains groupes systématiques sont séparés lorsqu'ils sont dominants à l'intérieur d'un relevé) sont passées à l'étuve, à 100°C, pendant 24 h.

Après refroidissement au dessiccateur, afin d'éviter une réhydratation, on obtient après pesée le poids sec, qui est exprimé en grammes par m²

2.2. Etude d'aire minimale

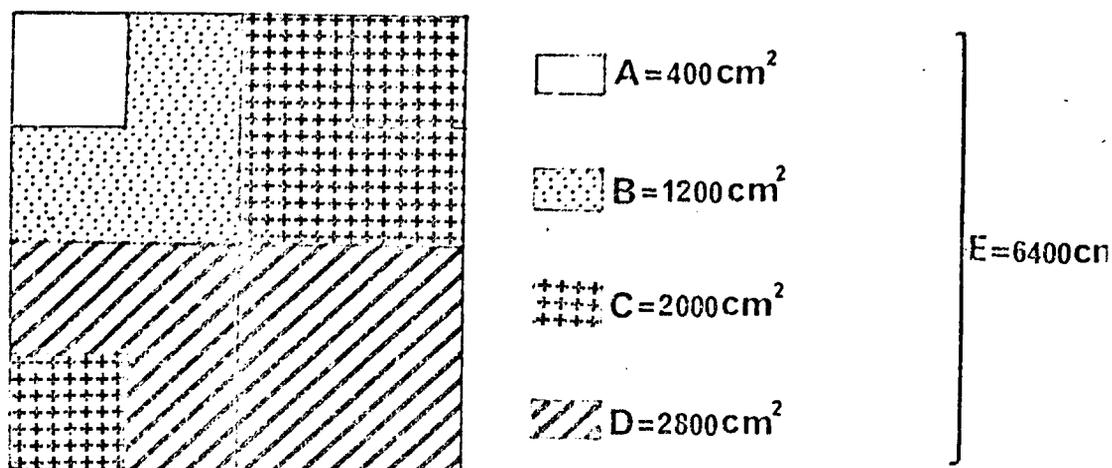
2.2.1. Méthodes et résultats

Ces résultats obtenus lors d'une première approche, nous ont conduit à porter l'aire d'échantillonnage à 6400 cm^2 ($80 \text{ cm} \times 80 \text{ cm}$). La plupart des relevés ont été divisés de la manière suivante.



Plan d'échantillonnage
(voir également Photos III.8 à 10)

Une recombinaison des surfaces numérotées est ensuite effectuée de façon à obtenir des surfaces de taille croissante, non imbriquées.



- Recombinaison des surfaces -

Les espèces sont identifiées et comptabilisées pour chacune des surfaces considérées.

Les données obtenues permettent alors le tracé de la courbe aire-espèces (III.34)

PRELEVEMENTS POUR LE CALCUL DE L'AIRE MINIMALE PAR LA METHODE DES SURFACES NON IMBRIQUEES DE TAILLE CROISSANTE

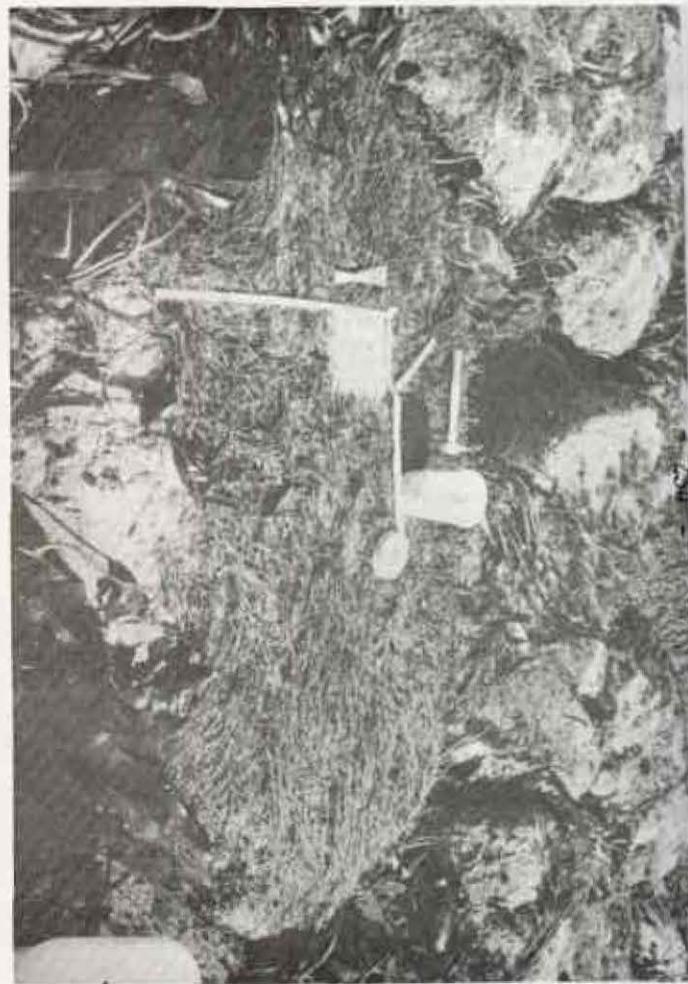


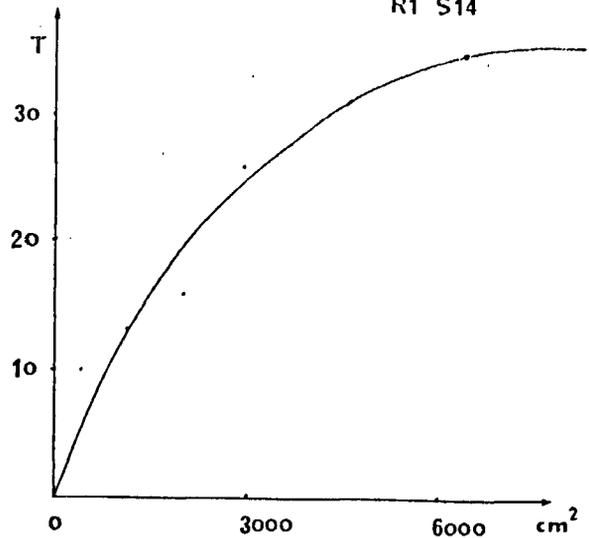
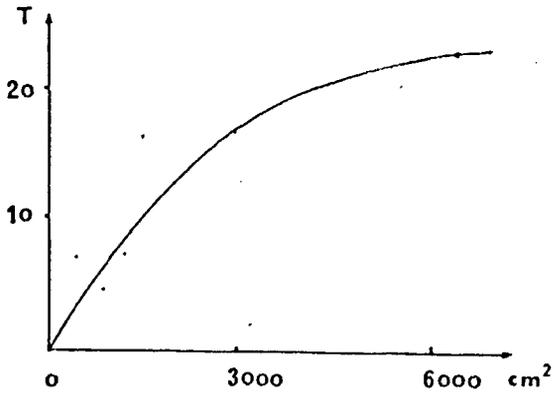
PHOTO III.8 à 10

Radiale 1, Niveau 4 (Station 14)

R1 S13

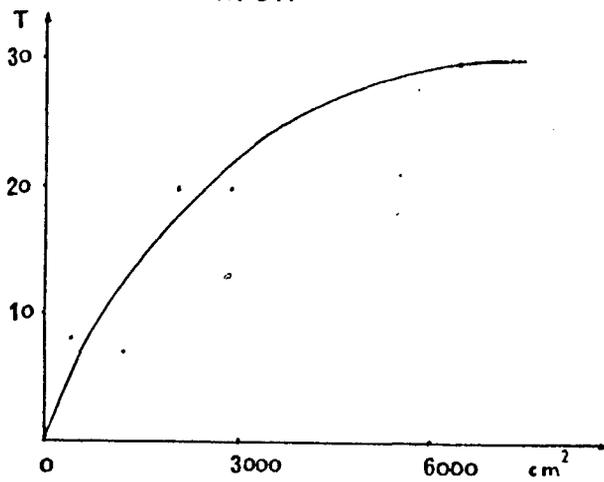
COURBES "AIRE-ESPACES"

R1 S14



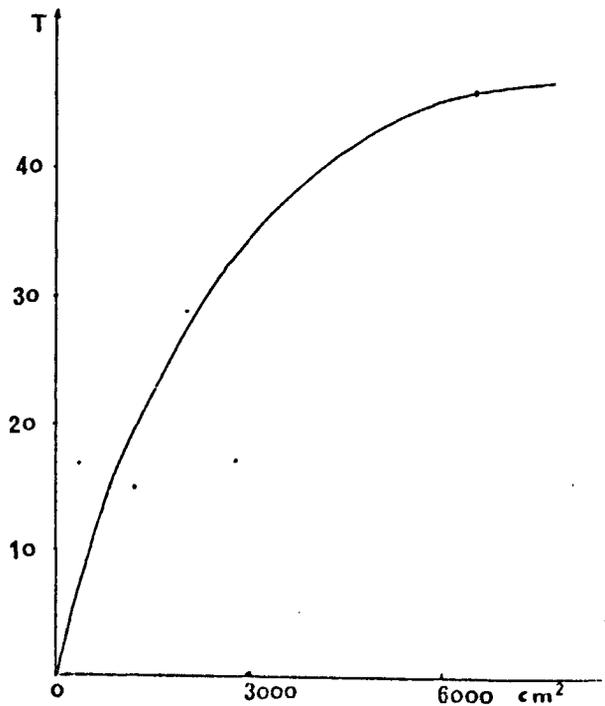
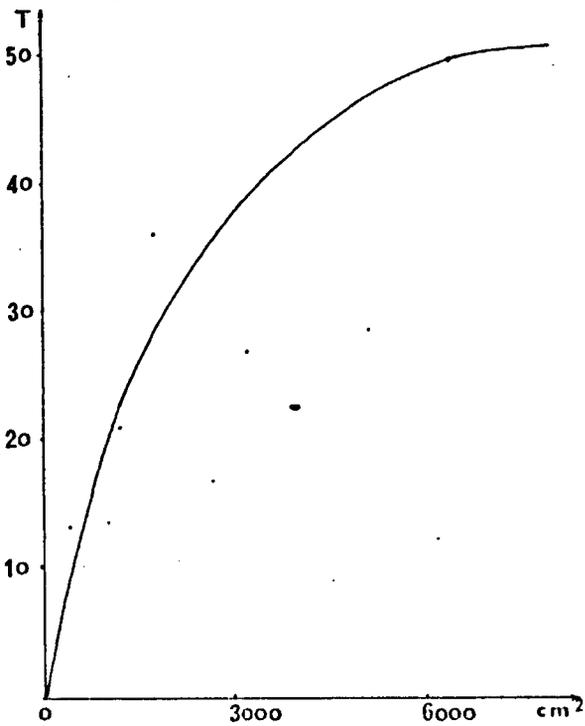
R4 S44

Fig. III.34



R2 S23

R2 S24



2.2.2. Analyse et discussion

L'objectif du tracé d'une courbe "aire-espèces" n'est pas la discussion d'un problème théorique, mais celui de résoudre un dilemme très concret : quelle est la surface de relevé permettant un échantillonnage représentatif de la zone étudiée ?

L'examen des courbes "aires espèces" montre, qu'à Flamanville, le palier est généralement atteint, ou très approché, pour une surface de 64 dm^2 . Les fluctuations saisonnières semblent expliquer, et justifier l'accroissement de l'aire minimale par rapport à celle calculée à la suite des résultats de la campagne effectuée en juillet et août 1976. Un agrandissement de l'aire d'échantillonnage avait d'ailleurs été préconisé.

2.3. Couverture algale

2.3.1. Mission aérienne de prise de vues en infrarouge

Les peuplements algaux intertidaux apparaissent dans les différentes nuances de l'orange (Photo III.11)

Cette technique permet donc une délimitation très précise de la couverture algale, qui serait plus aisée s'il n'y avait pas d'angle lors de la prise de vues.

Elle ne dispense pas, bien sûr, de la prospection sur le terrain qui apporte, entre autres, la précision au niveau spécifique et permet ainsi la délimitation des divers peuplements algaux.

Par exemple, le long de la radiale 2, on peut discerner 2 oranges différents: le plus soutenu dans les hauts niveaux, représente un peuplement à Fucus setigera, l'autre un peuplement à Laminariales.

L'étude précise des variations de la couverture algale intertidale nous semble donc désormais indissociable de l'exécution de 2 ou 3 missions aériennes annuelles de prises de vues en infra-rouge, réalisées dans des conditions rigoureusement similaires (altitude, coefficient de marée, absence d'angle à la prise de vue, etc...)

2.3.2 Représentation schématique de la couverture algale

Lors de la prospection des radiales, l'échelle l'Abondance-Dominance de Braun-Blanquet a été utilisée pour caractériser les principales populations végétales.

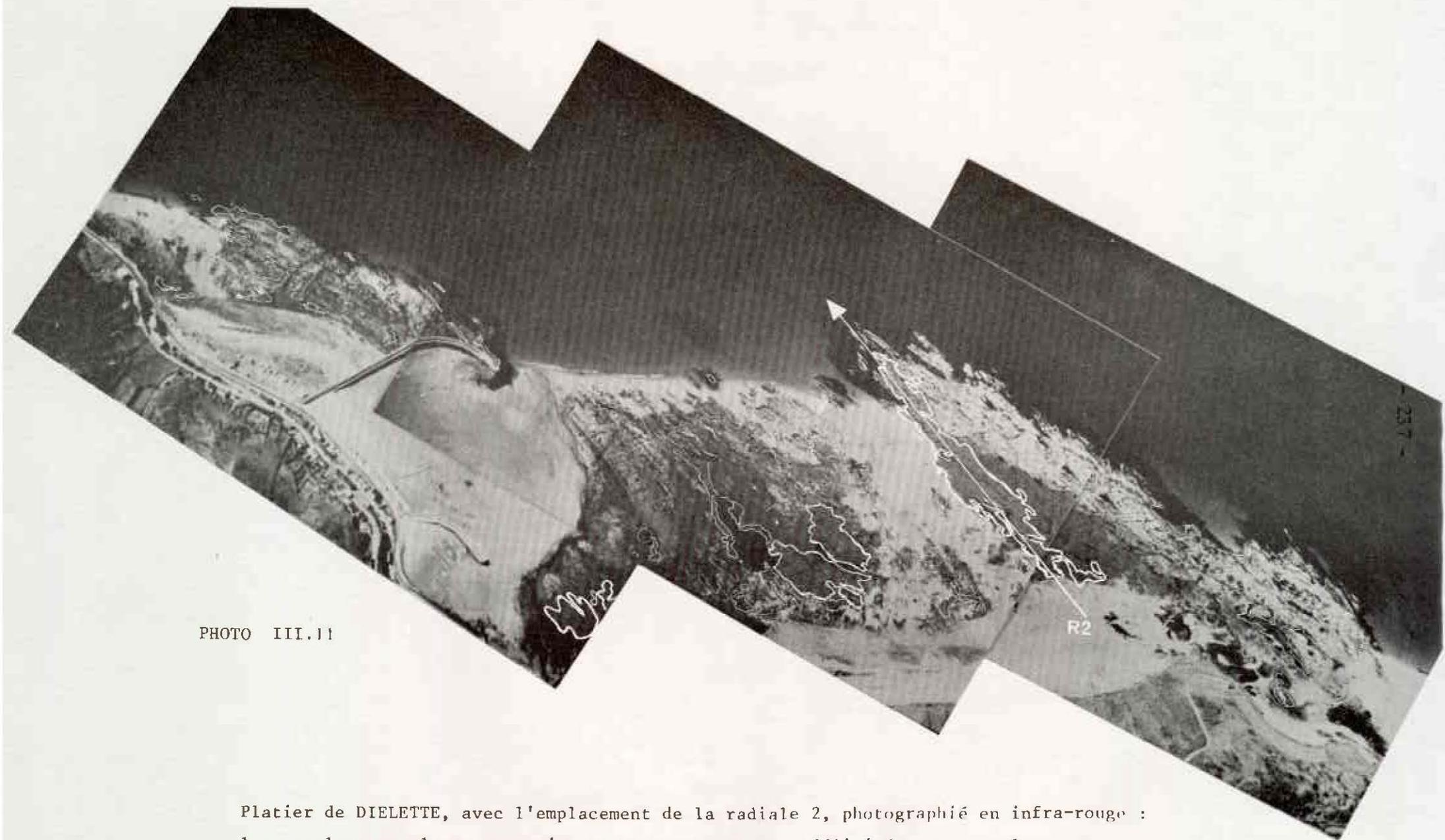


PHOTO III.11

Platier de DIELETTE, avec l'emplacement de la radiale 2, photographié en infra-rouge :
les peuplements algaux apparaissent en orange et sont délimités sur ce calque.

Elle a permis la représentation schématique de la couverture végétale (les lichens sont pris en compte) dans le secteur étudié. (fig.III.35)

Les remarques suivantes peuvent être formulées :

- la couverture végétale est médiocre : de nombreuses zones sont dépourvues de végétation.

- les variations saisonnières affectent les Ulvales, Fucales et, dans une moindre mesure, les Gigartinales.

2.4. Radiales et stations*

Les relevés phytosociologiques effectués en juillet-août 1976 et en avril 1977 mettent en évidence un certain nombre de fluctuations dues aux variations des conditions naturelles.

2.4.1. Nombre d'espèces (T)

Avril 1977

- Nombre d'espèces par radiale

Radiales	C1	C2	C3	C4	C6
T	45	73	33	29	23

La moyenne du nombre d'espèces par radiale ($\bar{T} = 41$) est faible.

- Nombre d'espèces par station

Radiales	C.13	C.14	C.23	C.24	C.33	C.44	C.63	C.64
T	23	35	50	46	33	29	12	20

Le nombre d'espèces atteint des valeurs relativement fortes aux stations C.23 (niveau 3) et C.24 (niveau 4) de la radiale 2 (platier de Diélette).

- Nombre d'espèces par niveau

Niveaux	3	4
T	76	77

* Dans les "listings", A: symbolise juillet 1976, B: août 1976, C: avril 1977 ; la radiale 1 peut donc être précédée de la lettre A ou C, etc....

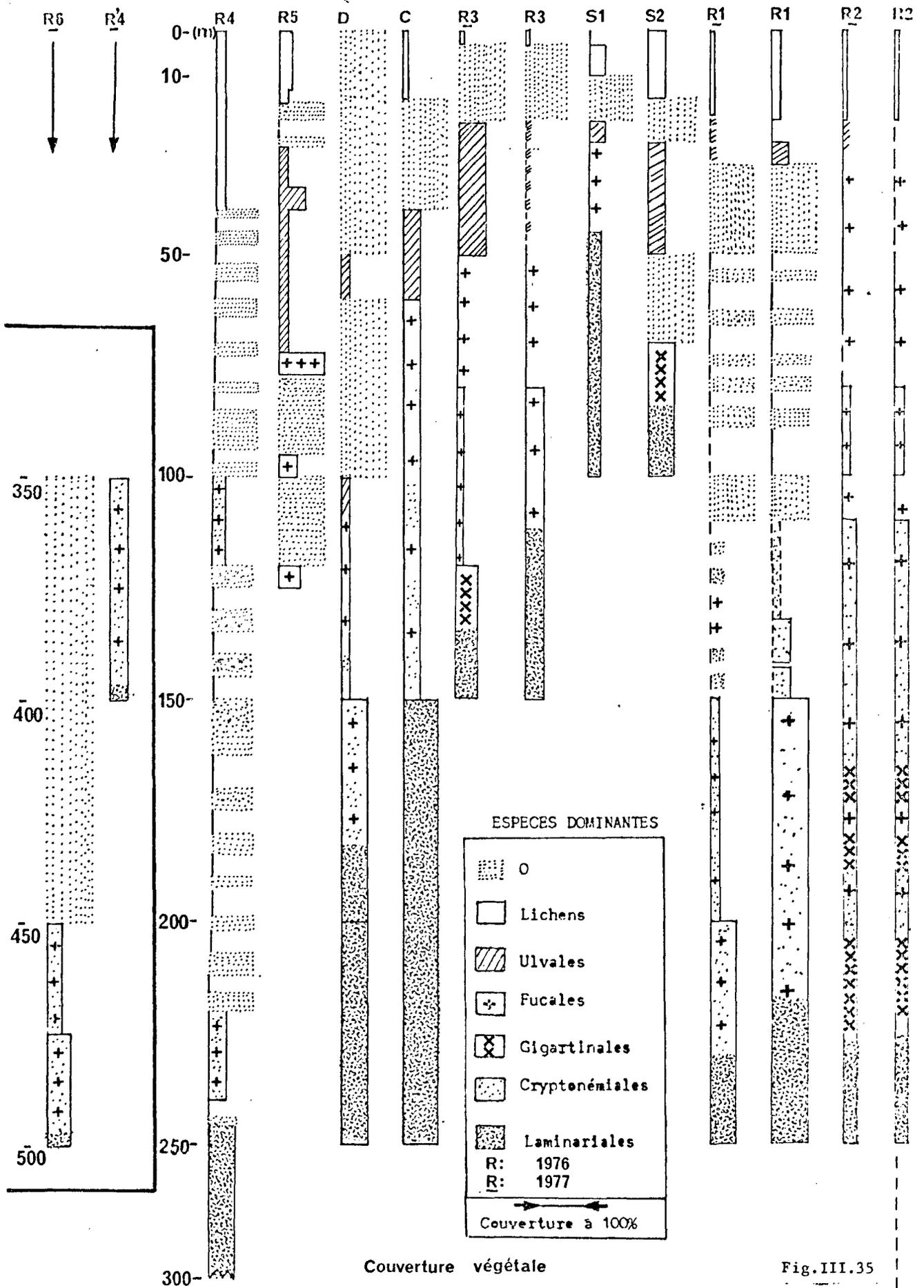


Fig.III.35

Il est sensiblement égal aux 2 niveaux considérés.

Regroupement des données obtenues en 1976 et 1977

- Nombre d'espèces par radiale

Radiales	R. 1	R. 2	R. 3	R. 4	R. 5	R. 6
T	79	106	68	53	43	23

La valeur la plus forte concerne la radiale 2.

La moyenne du nombre d'espèces par radiale ($\bar{T} = 62$) est médiocre.

- Nombre d'espèces par niveau

Niveaux	0	1	2	3	4
T	10	41	75	103	88

Les niveaux 3 et 4 apparaissent comme les plus diversifiés.

Au total, plus de 150 espèces différentes ont été répertoriées (liste systématique)*

2.4.2. Recouvrement (Rt %)

Avril 1977

Valeurs du Recouvrement par radiale et par niveau

Radiales	C. 1	C. 2	C. 3	C. 4	C. 6
Rt : niveau 3	28.89	60.14	76.05	/	20.04
Rt : niveau 4	48.10	58.61	/	32.89	43.30

La moyenne du recouvrement par radiale ($\bar{Rt} \% = 47.72$) est faible, ainsi que les moyennes de recouvrement concernant les niveaux 3 ($\bar{Rt} \% = 46.28$) et 4 ($\bar{Rt} \% = 45.75$).

Regroupement des données obtenues en 1976 et 1977

Valeurs du recouvrement aux niveaux 3 et 4

* en annexe

Année	1976	1977
niveau 3	105.88	46.28
niveau 4	69.00	45.75

Les valeurs obtenues en 1977 sont en nette diminution par rapport à celles de 1976, ce qui est normal, étant donné la période de prélèvement.

2.4.3. Indice de Diversité et Equitabilité

juillet-août 1976

Au niveau 3, les valeurs obtenues pour l'indice de Diversité fluctuent entre 1.78 (radiale 4) et 3.46 (radiale 2).

Au niveau 4, la diversité est plus élevée: la "fourchette" se resserre vers le haut. Les valeurs fluctuent entre 2.89 (radiale 3) et 3.75 (radiale I).

L'équitabilité, dont les valeurs élevées caractérisent des peuplements en équilibre, est généralement forte, surtout au niveau 4.

(Eq = 0.86, radiale 3 ; Eq = 0.90, radiale I).

avril 1977

Les valeurs obtenues pour l'indice de Diversité sont comprises, au niveau 3, entre 2.17 et 3.46, et, au niveau 4, entre 3.04 et 3.65.

L'équitabilité atteint généralement des valeurs fortes, sauf au niveau 3 de la radiale 3 (Eq = 0.43).

Les fluctuations n'apparaissent donc pas significatives au sein de peuplements généralement en équilibre.

2.4.4. Coefficient (Cg) et densité de reproduction (Dg)

Ils ont été calculés pour les niveaux 3 et 4 de la campagne d'avril 1977.

Radiales		C.1	C.2	C.3	C.4	C.6
niveau 3	Cg	72.94	103.03	497.63		84.08
	Dg	2.37	1.73	6.53		3.97
niveau 4	Cg	139.14	147.86		82.76	166.25
	Dg	2.91	2.83		2.98	4.73

Cg : Les valeurs les plus fortes concernent les stations situées au niveau 3 des radiales C. 2 et C. 3 et au niveau 4 des radiales C. 2 et C. 6.

Dg : d'une manière générale, la densité de reproduction est relativement élevée ($Dg = 6.53$, radiale C. 3).

Les valeurs moyennes sont peu différentes par niveau (niveau 3, $\overline{Dg} = 3.65$; niveau 4, $\overline{Dg} = 3.36$).

2.4.5. Dominance qualitative (DQ %) et quantitative (DR %)

Elles ont été calculées pour chacun des grands groupes systématiques aux niveaux 3 et 4, années 1976 et 1977.

Dominance qualitative (DQ %)

groupes	Rhodophycées		Phéophycées		Chlorophycées		Bryopsidophycées	
	1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977
niveau 3	75.93	68.00	14.81	16.00	5.56	11.00	3.70	5.00
niveau 4	72.00	74.00	28.00	12.00	0.00	6.00	0.00	8.00

La dominance qualitative des Rhodophycées est écrasante aux niveaux considérés, tant en 1976 qu'en 1977. Alors qu'une légère diminution est enregistrée au niveau 3, c'est l'inverse qui se produit au niveau 4.

La dominance qualitative des Phéophycées (qui arrivent en 2ème position) diminue fortement au niveau 4 d'une année sur l'autre.

Les Chlorophycées ainsi que les Bryopsidophycées sont en augmentation au niveau 3, ainsi qu'au niveau 4, d'où elles étaient absentes l'année précédente.

Dominance quantitative (DR %)

groupes	Rhodophycées		Phéophycées		Chlorophycées		Bryopsidophycées	
	1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977
niveau 3	78.40	74.54	20.66	15.32	0.60	1.48	0.35	8.66
niveau 4	68.72	68.92	31.88	27.72	0.00	0.93	0.00	2.43

Tableau III.45

DOMINANCES QUALITATIVE (DQ) ET QUANTITATIVE (DR) DES GROUPES SYSTEMATIQUES

(par station échantillonnée en 1976, aux niveaux 3 et 4)

Station	Groupes	Q	DQ (%)	R (%)	DR (%)
A.14	Rhodophycées	15	83.33	51.00	76.12
	Phéophycées	3	16.67	16.00	23.88
	Chlorophycées	0	0.00	0.00	0.00
	Bryopsidophycées	0	0.00	0.00	0.00
A.33	Rhodophycées	29	82.86	84.05	78.87
	Phéophycées	5	14.29	22.50	21.11
	Chlorophycées	1	2.86	0.02	0.02
	Bryopsidophycées	0	0.00	0.00	0.00
A.34	Rhodophycées	8	72.73	41.00	57.75
	Phéophycées	3	27.27	30.00	42.25
	Chlorophycées	0	0.00	0.00	0.00
	Bryopsidophycées	0	0.00	0.00	0.00
B.43	Rhodophycées	5	55.56	96.00	82.76
	Phéophycées	3	33.33	18.00	15.52
	Chlorophycées	1	11.11	2.00	1.72
	Bryopsidophycées	0	0.00	0.00	0.00
B.53	Rhodophycées	22	75.86	70.70	74.66
	Phéophycées	4	13.79	22.00	23.23
	Chlorophycées	1	3.45	0.50	0.53
	Bryopsidophycées	2	6.90	1.50	1.58

Q = nombre d'espèces

DQ % = Dominance qualitative

R % = Recouvrement

DR % = Dominance quantitative

Tableau III.46

DOMINANCES QUALITATIVE (DQ) ET QUANTITATIVE (DR) DES GROUPES SYSTEMATIQUES
(par station échantillonnée en 1977, aux niveaux 3 et 4)

Stations	Groupes	Q	DQ (%)	R (%)	DR (%)
C.13	Rhodophycées	19	82.61	22.61	78.29
	Phéophycées	3	13.04	5.99	20.74
	Chlorophycées	0	0.00	0.00	0.00
	Bryopsidophycées	1	4.35	0.28	0.97
C.14	Rhodophycées	25	71.43	27.84	58.43
	Phéophycées	6	17.14	18.84	39.54
	Chlorophycées	0	0.00	0.00	0.00
	Bryopsidophycées	4	11.43	0.97	2.04
C.23	Rhodophycées	34	68.00	42.77	62.14
	Phéophycées	6	12.00	12.21	17.74
	Chlorophycées	8	16.00	1.11	1.61
	Bryopsidophycées	2	4.00	12.74	18.51
C.24	Rhodophycées	35	76.09	36.91	73.88
	Phéophycées	6	13.04	11.58	23.18
	Chlorophycées	4	8.70	0.61	1.22
	Bryopsidophycées	1	2.17	0.86	1.72
C.33	Rhodophycées	26	78.79	73.10	96.18
	Phéophycées	5	15.15	2.88	3.79
	Chlorophycées	1	3.03	0.01	0.01
	Bryopsidophycées	1	3.03	0.01	0.01
C.44	Rhodophycées	25	86.21	24.27	75.40
	Phéophycées	2	6.90	7.78	24.17
	Chlorophycées	0	0.00	0.00	0.00
	Bryopsidophycées	2	6.90	0.14	0.43
C.63	Rhodophycées	7	58.33	10.77	53.80
	Phéophycées	2	16.67	6.00	29.97
	Chlorophycées	2	16.67	1.50	7.49
	Bryopsidophycées	1	8.33	1.75	8.74
C.64	Rhodophycées	16	80.00	30.54	70.55
	Phéophycées	2	10.00	9.00	20.79
	Chlorophycées	1	5.00	1.25	2.89
	Bryopsidophycées	1	5.00	2.50	5.78

Q = nombre d'espèces
DQ = dominance qualitative

R = recouvrement
DR % = dominance quantitative

La dominance quantitative des Rhodophycées est écrasante aux niveaux considérés. Bien qu'une très légère diminution soit enregistrée d'une année sur l'autre au niveau 3, c'est, dans l'ensemble, un groupe d'une remarquable stabilité.

La dominance quantitative des Phéophycées est en diminution d'une année sur l'autre.

Les Chlorophycées ainsi que les Bryopsidophycées sont respectivement en augmentation et en forte augmentation surtout, pour ces dernières, au niveau 3.

Les Phéophycées, Chlorophycées et Bryopsidophycées sont donc les principales responsables des fluctuations, tant qualitatives que quantitatives au sein des peuplement algaux intertidaux de Flamanville.

2.4.6. Tension

Elle a été calculée pour chacun des grands groupes systématiques, aux niveaux 3 et 4, années 1976 et 1977.

groupes	Rhodophycées		Phéophycées		Chlorophycées		Bryopsidophycées	
	1976	1977	1976	1977	1976	1977	1976	1977
niveau 3	1.0	1.10	1.40	0.96	0.11	0.13	0.09	1.73
niveau 4	0.95	0.93	1.14	2.31	0.00	0.16	0.00	0.80

Les Rhodophycées ne sont en surtension qu'au niveau 3 ; la surtension est frôlée au niveau 4.

Les Phéophycées sont pratiquement constamment en surtension, particulièrement au niveau 4.

Les Bryopsidophycées ne sont en surtension qu'au niveau 3 et ce uniquement en avril 1977.

Les Phéophycées apparaissent donc comme particulièrement adaptées au biotope et ce avec une remarquable constance.

2.4.7. Rapports R/P

Nous donnons ici les valeurs R/P concernant les stations effectuées aux niveaux 3 et 4, années 1976 et 1977.

Année	1976					1977							
	A. 14	A. 33	A. 34	B. 43	B. 53	C. 13	C. 14	C. 23	C. 24	C. 33	C. 44	C. 63	C. 64
R/P	5.00	5.80	2.67	1.67	5.50	6.33	4.17	5.67	5.83	5.20	12.50	3.50	8.00

Le rapport R/P est généralement plus élevée en 1977 qu'en 1976
 A l'intérieur des tableaux de données, le calcul de R/P en passant par $\overline{Q_r}$ et $\overline{Q_p}$ montre une inversion des valeurs, d'une saison sur l'autre

Année	Juillet 1976	Avril 1977
R/P (niveau 3)	1.56	5.38
R/P (niveau 4)	3.83	1.58

2.4.8. Analyse de similitudes entre relevés

. Les coefficients de liaison, calculés entre tous les relevés, ont permis de tester l'homogénéité aux niveaux 3 et 4, qui se dégagent assez nettement tant sur l'étendue de l'étude (1976 à 1977) qu'envisagés pour chacune des périodes principales de prélèvement (juillet-août 1976, avril 1977).

Pour chacune de ces périodes, les relevés qui constituent le niveau 3 apparaissent plus liés que ceux du niveau 4.

. Les coefficients de liaison sont ensuite calculés uniquement entre les relevés des niveaux 3 et 4, et suivant les mêmes modalités temporelles que précédemment.

Le dendrogramme (fig III.36) schématisant les résultats acquis de juillet à avril 1977 met en évidence deux noyaux principaux d'affinités, A et B. Ceux-ci, qui regroupent, pour l'un, les relevés de juillet-août 1976, pour l'autre, les relevés d'avril 1977, ne sont pas liés significativement.

Les fluctuations saisonnières sont donc clairement marquées.

L'analyse, poursuivie pour chacun des niveaux, montre que les relevés situés au niveau 3 des radiales 3 et 4, et au niveau 4 de la radiale 2, apparaissent les moins liés avec leur noyau d'affinité respectif.

C C C C C C - C C A B A A B
6 6 2 1 1 4 A 2 3 3 5 3 1 4
3 4 3 3 4 4 H 4 3 4 3 3 4 3
* * * * * - * * * * *

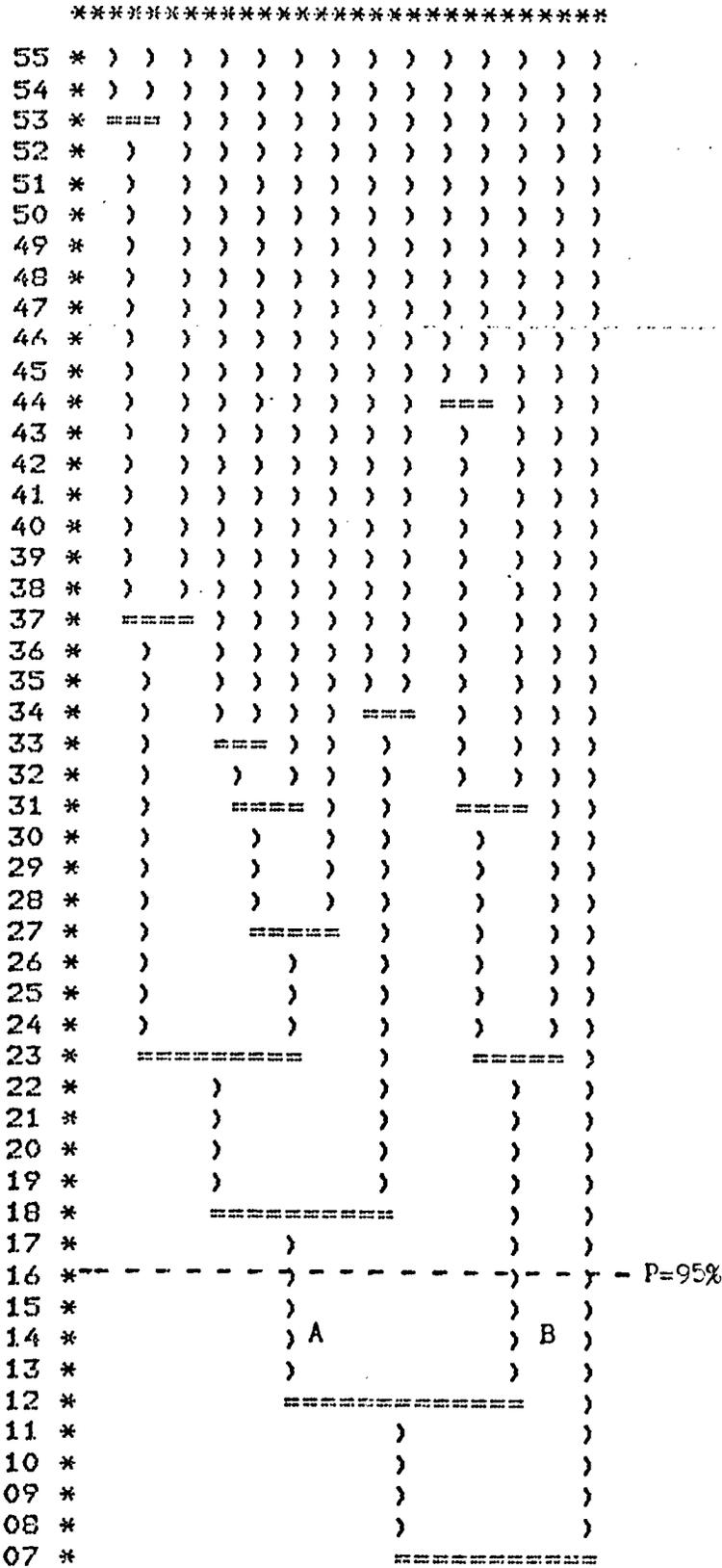


Figure III.36
Dendrogramme entre relevés des niveaux 3 et 4
- juillet-août 1976 et avril 1977 -

2.4.9. Constance

Des tableaux de constance sont établis pour chacun des niveaux envisagés. Ils permettent d'en préciser la composition spécifique et, ainsi, de mieux les caractériser les uns par rapport aux autres.

Les catégories "espèces peu communes" et "espèces rares" désignent plus particulièrement les espèces responsables des variations saisonnières. (Tableau III.47)

2.5. Biomasses

Une représentation dans les trois dimensions a été tentée, tenant compte du recouvrement, de la biomasse et de la position (niveau) du relevé sur la radiale.

En effet, recouvrement et biomasse sont deux mesures complémentaires. Un seul individu de l'algue phéophycée Fucus serratus, bien développé, peut atteindre une biomasse importante : son recouvrement par contre, ne peut concerner que quelques % de la superficie envisagée ; à l'inverse, les jeunes individus de la même espèce peuvent recouvrir totalement l'aire d'échantillonnage mais leur biomasse sera faible.

2.5.1. Biomasses par niveau

En 1976, au niveau 3, la biomasse fluctue entre 793.76 g/m^2 (radiale 5) et 2295.31 g/m^2 (radiale 3) ; au niveau 4, entre 283.68 g/m^2 (radiale 1) et 728.32 g/m^2 (radiale 3).

En 1977, au niveau 3, la biomasse fluctue entre 134.22 g/m^2 (radiale 6) et 1138.75 g/m^2 (radiale 3) ; au niveau 4, entre 444.77 g/m^2 (radiale 6) et 895.31 g/m^2 (radiale 1).

Les différents relevés concernés sont représentés dans les trois dimensions (fig. III.37)

Tableau III. 47

CONSTANCE	Espèces du niveau 3	Espèces du niveau 4
$C \geq 50 \%$	<p><i>Acrosorium uncinatum</i> <i>Ceramium rubrum</i> <i>Chondrus crispus</i> <i>Cladostephus verticillatus</i> <i>Corallina officinalis</i> <i>Halopteris scoparia</i> (= <i>Stypocaulon scoparium</i>) <i>Laurencia pinnatifida</i> <i>Palmaria palmata</i> <i>Rhodothamniella floridula</i> <i>Halopitys incurvus</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Cladophora rupestris</i> * <i>Erythrotrichia carnea</i> <i>Lithophyllum incrustans</i> <i>Fucus serratus</i></p>	<p><i>Acrochaetium</i> sp. <i>Acrosorium uncinatum</i> <i>Ceramium echionotum</i> <i>Ceramium rubrum</i> <i>Chondrus crispus</i> <i>Corallina officinalis</i> <i>Gigartina stellata</i> <i>Laurencia pinnatifida</i> <i>Palmaria palmata</i> <i>Rhodothamniella floridula</i> <i>Cladophora rupestris</i> <i>Cryptopheura ramosa</i> <i>Gigartina acicularis</i> <i>Lithophyllum incrustans</i> <i>Sphondylothamnium multifidum</i> <i>Cladostephus spongiosus</i> <i>Lithothamnium lenormandii</i> <i>Fucus serratus</i></p>
$25 \% \leq C < 50 \%$	<p><i>Acrosorium</i> sp. <i>Ahnfeltia plicata</i> <i>Callithamnion tetragonum</i> <i>Ceramium echionotum</i> <i>Ceramium gracillimum</i> * <i>Dermatolithon corallinae</i> <i>Gigartina stellata</i> <i>Jania rubens</i> * <i>Plumaria elegans</i> * <i>Porphyra umbilicalis</i> <i>Ceramium ciliatum</i> <i>Cryptopheura ramosa</i> <i>Enteromorpha intestinalis</i> <i>Gigartina acicularis</i> * <i>Griffithsia</i> sp. <i>Sphondylothamnium multifidum</i> <i>Cladostephus spongiosus</i></p>	<p><i>Calliblepharis lanceolata</i> <i>Laminaria saccharina</i> <i>Halopitys incurvus</i> <i>Halopteris filicina</i> <i>Plocamium cartilagineum</i> <i>Lomentaria articulata</i> <i>Callithamnion</i> sp. <i>Dictyota dichotoma</i> <i>Gastroclonium evatum</i> <i>Hypoglossum woodwardii</i> <i>Lomentaria clavellosa</i> <i>Acrochaetium daviesii</i> <i>Apoglossum ruscifolium</i> <i>Gelidium crinale</i> <i>Porphyra</i> sp. <i>Gymnogongrus norvegicus</i> <i>Phyllophora membranifolia</i> <i>Ceramium ciliatum</i> <i>Cryptopheura ramosa</i> <i>Enteromorpha intestinalis</i> <i>Gigartina acicularis</i> * <i>Griffithsia</i> sp. <i>Sphondylothamnium multifidum</i> <i>Cladostephus spongiosus</i></p>

5 % \leq C < 50 %

Lomentaria articulata
Lithothamnium lenormandii
Callithamnion sp.
Chylocladia verticillata
.....
Membranoptera alata
.....
Ulva lactuca
.....
Ulva rigida
.....
Cystoclonium purpureum
.....
Gastroclonium ovatum
Hypoglossum woodwardii
Lomentaria clavellosa
Acrochaetium daviesii
* *Dictyopteris membranacea*
Heterosiphonia plumosa
Polysiphonia nigrescens
Polysiphonia sp.
Gelidium crinale

Lomentaria articulata
Lithothamnium lenormandii
Callithamnion sp.
Gastroclonium ovatum
Hypoglossum woodwardii
Lomentaria clavellosa
Acrochaetium daviesii
Heterosiphonia plumosa
Polysiphonia nigrescens
Gelidium crinale

12,5 % ≤ C < 25 %

Ahnfeltia plicata
.....
Callithamnion tetragonum
.....
Ceramium gracillimum
.....
Ceramium tenuissimum
.....
Cladostephus verticillatus
.....
Halopteris scoparia
.....
(= *Stypocaulon scoparium*)
Jania rubens
.....
Laminaria digitata
Polysiphonia subulata
.....
Spermothamnion repens
.....
Enteromorpha compressa
.....
Ceramium ciliatum
.....
Enteromorpha intestinalis
.....
Chylocladia verticillata
.....
Membranoptera alata
.....
Ulva lactuca
.....
Cladostephus sp.
.....
Ulva rigida
.....
Bifurcaria bifurcata
.....
Corallina mediterranea
Cystoclonium purpureum
.....
Gelidium sp.
.....
Nithophyllum punctatum
.....

Polysiphonia scopulorum
.....
* *Calliblepharis jubata*
* *Ceramium tenerrimum*
* *Bifurcaria rotunda*
* *Griiffithsia phyllamphora*
* *Scytosiphon lomentaria*
* *Chondria sp.*
* *Bryopsis plumosa*
* *Chaetomorpha melagonium*
* *Furcellaria fastigiata*
* *Nitophyllum bonnemaissoni*
* *Polysiphonia polyspora*
* *Compsothamnion thuyoides*
* *Enteromorpha ramulosa*
Erythroglousum sandrianum
.....
Gigartina pistillata
.....
Peyssonnelia dubyi
.....
Phyllophora palmettoides
Polysiphonia ferulacea
.....
Sphacelaria sp.
.....
Spermothamnion barbatum
.....
Spermothamnion sp.
.....
Cladophora pellucida
.....
Cruoriella armorica
.....
Pleonosporium flexuosum
.....
Rhodophyllis pseudopalmata
.....
* *Schmitziella endophaea*

- Laminaria digitata*
Laminaria saccharina
* *Acrochaetium thuretei*
* *Acrosorium* sp.
Calliblepharis lanceolata
* *Callithamnion corymbosum*
Ceramium tenuissimum
* *Delesseria sanguinea*
* *Desmarestia aculeata*
* *Enteromorpha* sp.
* *Halurus equisetifolius*
* *Polyneura hilliae*
Polysiphonia subulata
* *Pterocladia pinnata*
Spermothamnium repens
* *Brongniartella bryoides*
Enteromorpha compressa
* *Jania corbiculata*
* *Asparagopsis armata*
* *Boergesenella thuyoides*
* *Codium tomentosum*
* *Gribsithsia devoniensis*
* *Aglaothamnion* sp.
* *Ralfsia verrucosa*
* *Ulva* sp.
* *Cladophora laetevirens*
* *Goniotrichum elegans*
* *Palmaria palmata*
* *Polysiphonia lanceolata*
* *Stenogramme interrupta*
Dictyota dichotoma
* *Monostroma obscurum*
* *Ascophyllum nodosum*
Cladophora sp.
* *Pterocladia capillacea*
Bifurcaria bifurcata
* *Champia parvula*
Corallina mediterranea
* *Erythrotrichia discigera*
* *Gymnogongrus patens*
Apoglossum ruscifolium
* *Blidingia marginata*
* *Blidingia minima*
* *Cladophora albida*
* *Cystoseira* sp.
* *Gelidium pulchellum*
* *Gelidium spathulatum*
* *Lola implexa*
* *Monostroma grevillei*
* *Myriogramme carnea*
* *Polyides rotundus*
* *Porphyra linearis*
* *Ulva rotunda*
* *Ceramium diaphanum*
* *Chaetomorpha aerea*

- 6,25 % ≤ C < 12,5 %
- * *Compsothamnion* sp.
 - * *Ectocarpus siliculosus*
 - Gelidium* sp.
 -
 - Nitophyllum punctatum*
 -
 - Polysiphonia scopulorum*
 -
 - Porphyra* sp.
 -
 - * *Fucus vesiculosus*

Tableau III.47 : constance des espèces aux niveaux 3 et 4 (juillet-août 1976, avril 1977)

- : espèces ne se répétant pas pour la même catégorie de constance
- * : espèces ne se répétant pas d'un niveau sur l'autre

Les espèces sans indication sont présentes dans la même catégorie de constance et aux deux niveaux

○ juillet et aout 1976
● avril 1977

○ niveau 3
● niveau 4

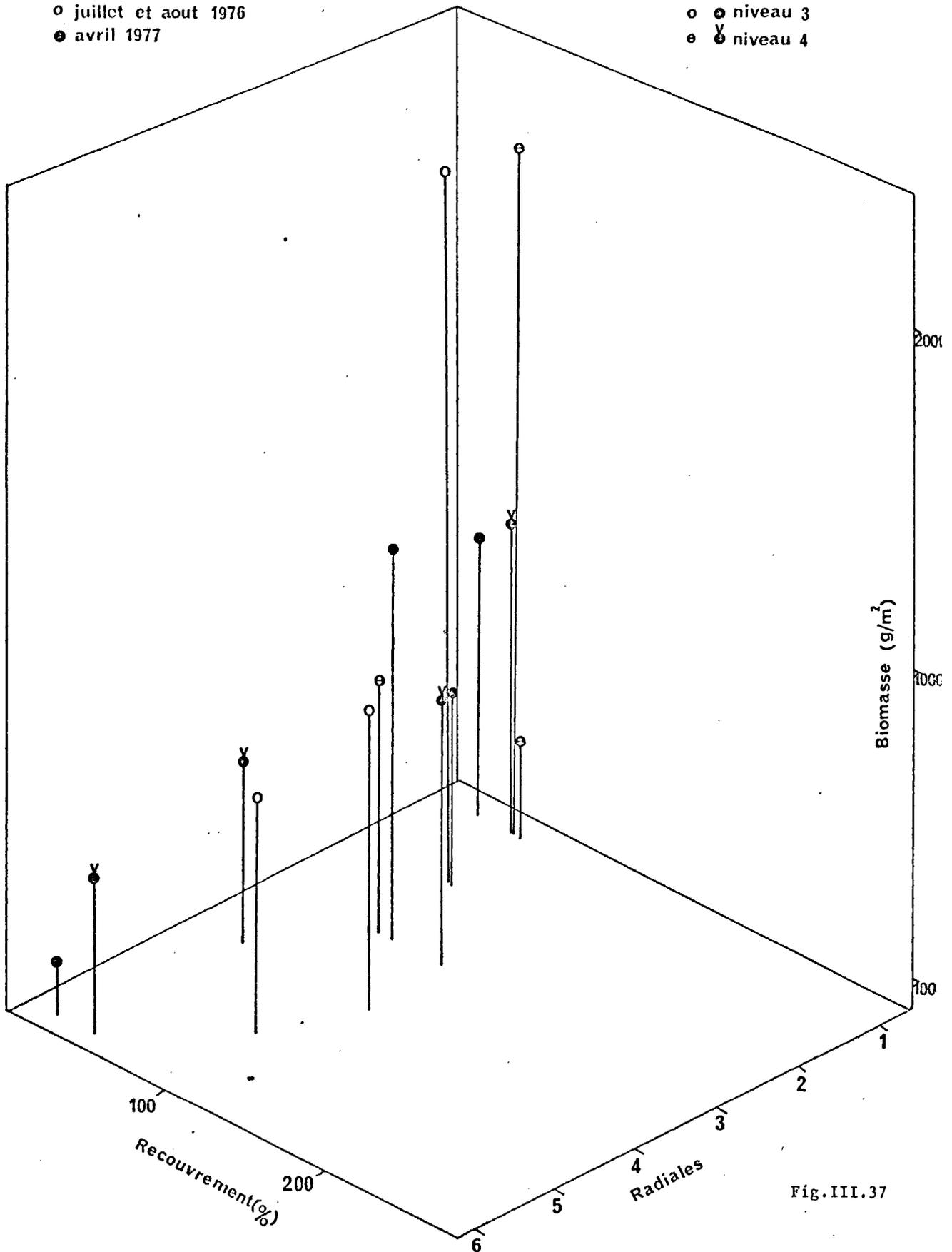


Fig. III.37

Représentation, dans les trois dimensions, des principales stations
(d'après RUSSELL, G., 1977 - modifié)

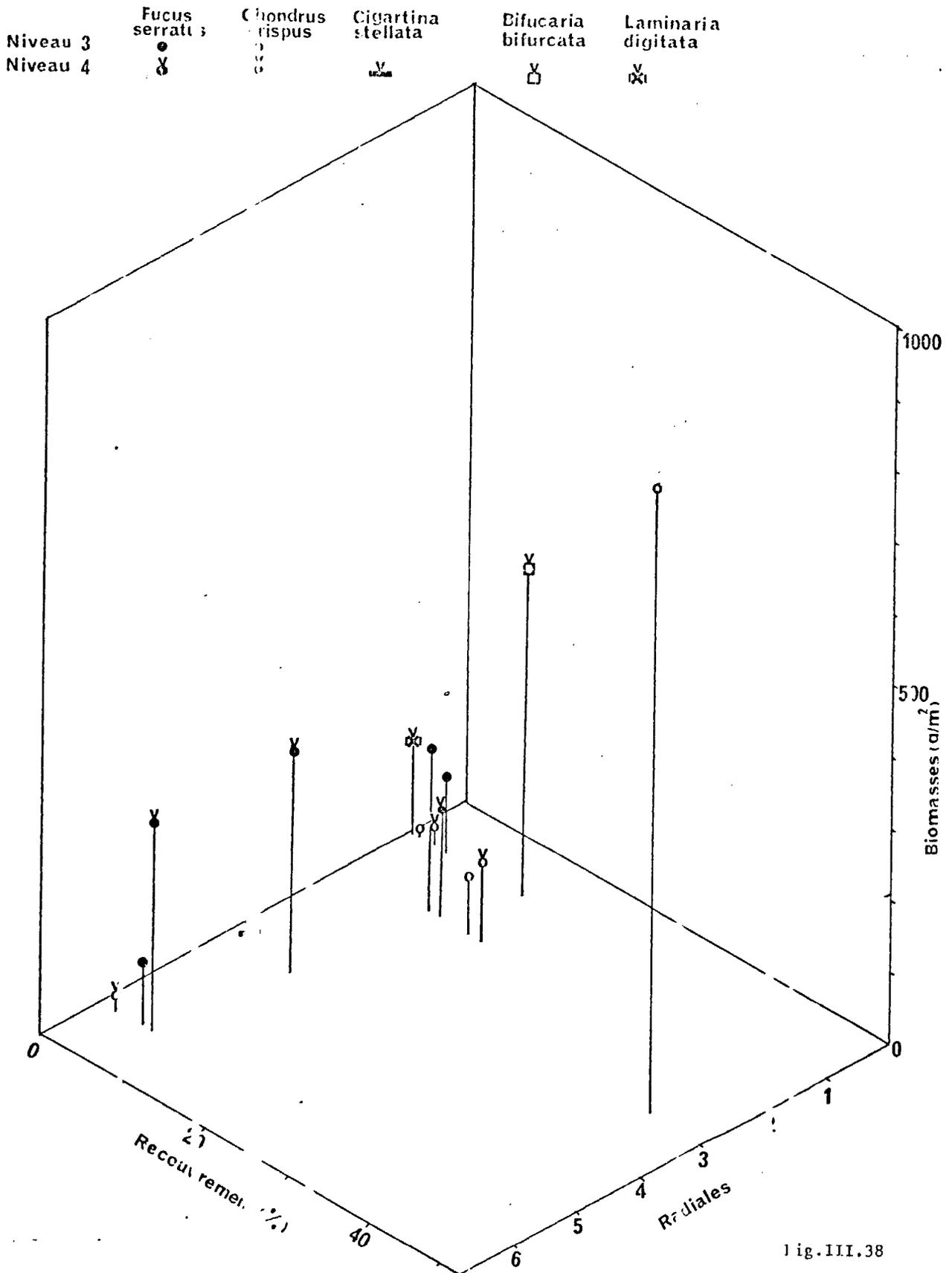


Fig. III.38

Représentation, dans les trois dimensions, de quelques espèces importantes des principales stations.

(d'après RUSSELL, (.), 1977 - modifié)

2.5.2. Biomasse de quelques espèces importantes, (avril 1977)

Fucus serratus

Les biomasses moyennes au niveau 3 ($\bar{B} = 136.30 \text{ g/m}^2$) et au niveau 4 ($\bar{B} = 24.69 \text{ g/m}^2$) sont faibles.

Les valeurs les plus fortes appartiennent aux stations de la radiale 2 (au niveau 3, $B = 225.31 \text{ g/m}^2$ au niveau 4, $B = 132.81 \text{ g/m}^2$) et à celles de la radiale 6 (au niveau 4, $B = 293.13 \text{ g/m}^2$)

Chondrus crispus

La biomasse moyenne au niveau 3 est de 458.17 g/m^2 .

Les valeurs les plus fortes appartiennent aux stations de la radiale 2 et de la radiale 3.

Ces deux espèces, ainsi que Cigartina stellata, Bifurcaria bifurcata et Laminaria digitata sont représentées dans les 3 dimensions (fig. III.38)

2.6. Conclusion

Une aire minimale élevée

Une étude d'aire minimale, menée au cours de périodes estivale et hivernale, a permis de montrer que celle-ci variait en fonction des saisons considérées.

Elle ne saurait, en particulier pour la période hivernale, être inférieure à 54 dm^2 .

Une couverture algale médiocre

Des missions aériennes de prises de vue en infra-rouge apparaissent être les compléments indispensables de l'étude précise de la couverture algale qui se révèle être médiocre.

Un nombre d'espèces relativement peu élevé

Le nombre d'espèces différentes répertoriées n'avoisine, en zone intertidale, que 150.

Des fluctuations saisonnières marquées

Au sein des peuplements algaux intertidaux de Fécampville, c'est principalement les Rhodophycées, les fluctuations saisonnières sont princip-

pablement dûes aux groupes des Phéophycées, Chlorophycées et Bryopsidophycées.

Ces fluctuations sont clairement mises en évidence par une analyse de similitude entre relevés. Des tableaux de constance désignent plus particulièrement les espèces responsables des variations saisonnières.

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

L'étude écologique de projet du site de FLAMANVILLE a pour objectif de définir un état de référence du secteur marin de FLAMANVILLE avant la mise en service de la centrale.

Au terme de cette première année, nous pouvons dresser les grandes caractéristiques de ce site.

Ainsi, l'environnement marin se particularise t-il par une côte orientée Nord-Sud, exposée aux vents dominants d'Ouest, faite d'une succession de caps rocheux et d'anses sableuses bordées de dunes. L'hydrodynamisme, complexe, est marqué par l'existence de courants de marée alternatifs, aux renverses rapides. Le brassage intense des eaux qui en résulte assure une homogénéité verticale de la colonne d'eau. La période étudiée se caractérise par un été remarquablement sec (1976) suivi d'un automne pluvieux et frais.

Malgré l'influence sur la masse d'eau de ces conditions climatiques exceptionnelles, le site conserve son caractère océanique atlantique (salinité = $35,0 \text{ ‰} \pm 0,1 \text{ ‰}$ et température moyenne annuelle = $9 \text{ à } 10^\circ \text{ C.}$). Cette influence atlantique se manifeste également au niveau de la concentration des eaux en sels nutritifs sous la forme d'un enrichissement préprintanier (février-mars) en phosphates et nitrates.

Du point de vue microbiologique, on constate la faible abondance ou l'absence des germes sulfato-réducteurs, des vibrio-halophiles et des germes aérobies mésophiles cultivables sur milieu de Zobell-Oppenheimer. Seuls les nombres de germes colorables à l'acridine sont élevés.

Les populations phytoplanctoniques de la région de FLAMANVILLE sont semblables à celles observées par J.R. GRALL à l'entrée de la Manche (ROSCOFF) : les mêmes taxons se retrouvent et les espèces se suivent dans le temps de manière identique. La période estivale est marquée par l'abondance des *Rhizosolenia*, la période hivernale par celle de *Paralia sulcata*, il existe par ailleurs des espèces "de transition" telles que certains *Chaetoceros* et *Thalassiosira*. On constate une homogénéité ver-

ticale de la distribution des organismes tout comme pour les paramètres hydrologiques. Par contre, du point de vue temporel, on distingue 3 périodes d'inégale richesse en cellules microplanctoniques : juillet - septembre avec 140 000 cellules par litre ; octobre - mars avec 15.000 cellules par litre et avril - mai avec 200.000 cellules par litre. Le mois de mai est marqué par le développement de *Phaeocystis* sp. augmentant considérablement la biomasse chlorophyllienne. Un second maxima de la teneur en pigments chlorophylliens a lieu en septembre, un minimum ayant lieu en décembre-janvier. Globalement, si l'on compare le phytoplancton de FLAMANVILLE à celui des autres sites étudiés en Manche (PALUEL et GRAVELINES) il s'avère quantitativement plus pauvre. Il faut y voir l'influence atlantique subie par la zone étudiée.

Le zooplancton de FLAMANVILLE est constitué essentiellement de crustacés soit holoplanctoniques (copépodes), soit méroplanctoniques (décapodes, cirripèdes). Le cycle saisonnier observé durant cette première année est le suivant : l'abondance globale du zooplancton passe par un maximum en juillet avec 15.000 individus/10 m³. Les espèces responsables sont des copépodes (73%) et plus particulièrement *Centropages hamatus* et *Acartia clausi*. C'est également à cette période que la biomasse zooplanctonique exprimée en poids sec, présente son maximum annuel (29 mg/m³). L'automne voit le nombre des espèces méroplanctoniques diminuer et les espèces hivernales de copépodes apparaissent (*Paracalanus parvus* et *Pseudocalanus minutus*). L'effectif global est alors la moitié de celui observé en juillet. Jusqu'à fin janvier les copépodes hivernaux dominent en compagnie du Chaetognathe *Sagitta setosa* et de l'appendiculaire *Oikopleura dioica* mais le nombre total des individus tombe à 600/m³. Dès janvier l'apparition des nauplii de cirripèdes marque le point de départ de l'enrichissement printanier. Viennent ensuite les larves d'annélides, les oeufs et larves de poissons. On atteint alors 6.600 individus/m³.

La description des peuplements benthiques sublittoraux établie à grande échelle en 1975 lors de l'avant-projet est précisée dans le secteur plus restreint du cap de FLAMANVILLE.

- Ainsi, face aux anses sableuses de VAUVILLE, SCIOTOT et SURTAINVILLE, une frange de sables fins et moyens prolongeant les plages du littoral est peuplée de mollusques lamelibranches tels que *Abra alba* et de crustacés amphipodes tels que *Bathyporeia guillamsoniana*. Après une zone de transition, on passe plus au large aux peuplements des fonds

hétérogènes caillouto-gravelo-sableux qui occupent la majeure partie du site. L'hétérogénéité dans la texture du sédiment permet l'installation d'une faune diversifiée. Ainsi on distingue : le faciès à *Nucula nucleus* très étendue sur tout le secteur ; le faciès à *Pisidia longicornis* qui fait suite directement à la roche du cap de FLAMANVILLE. L'hydrodynamisme important dans cette zone accentue le caractère caillouteux du substrat et favorise l'installation de l'épifaune vagile (particulièrement des crustacés); enfin, le faciès d'appauvrissement (par ensablement) qui correspond à la zone de transition mentionnée ci-dessus

Le Benthos des estrans :

- Les estrans meubles : l'homogénéité granulométrique des anes sableuses (sables fins propres) se traduit par l'installation de peuplements similaires constitués en majeure partie de crustacés amphipodes (Haustoriidae) et d'annélides polychètes. Ainsi sur les 43 espèces recensées 22 sont des crustacés et 19 des annélides. Par ailleurs, on note l'absence de mollusques. Ces peuplements s'avèrent stables, du moins durant la période d'observation considérée, et sont en continuité biotique avec la zone infralittorale.

- Les estrans durs : la couverture algale des substrats durs intertidaux du secteur de FLAMANVILLE est relativement réduite : de nombreuses zones en effet sont dépourvues de végétation (en particulier dans les hauts niveaux). Les bas niveaux, c'est-à-dire ceux qui bordent le champ des Laminaires, présentent une couverture algale constituée de Fucales, d'Ulvaes, de Gigartinales, etc... ; la diversité floristique étant le fait des Rhodophycées. Les zones dépourvues d'algues sont colonisées par des peuplements animaux caractéristiques des substrats durs de mode battu tels que les peuplements de Balanes (*Balanus balanoides* et *B. perforatus*). La faune accompagnatrice est très peu diversifiée et se compose essentiellement de Patelles. Par contre, les peuplements algaux des bas niveaux abritent une faune diversifiée constituée de mollusques gastéropodes, d'annélides polychètes et de crustacés (amphipodes et isopodes).

Telle est donc la "physionomie" du site de FLAMANVILLE à l'issue du 1er Cycle. Le 2ème Cycle devrait permettre d'approfondir ces données, en particulier sous l'angle des variations saisonnières et de la dynamique des populations.

