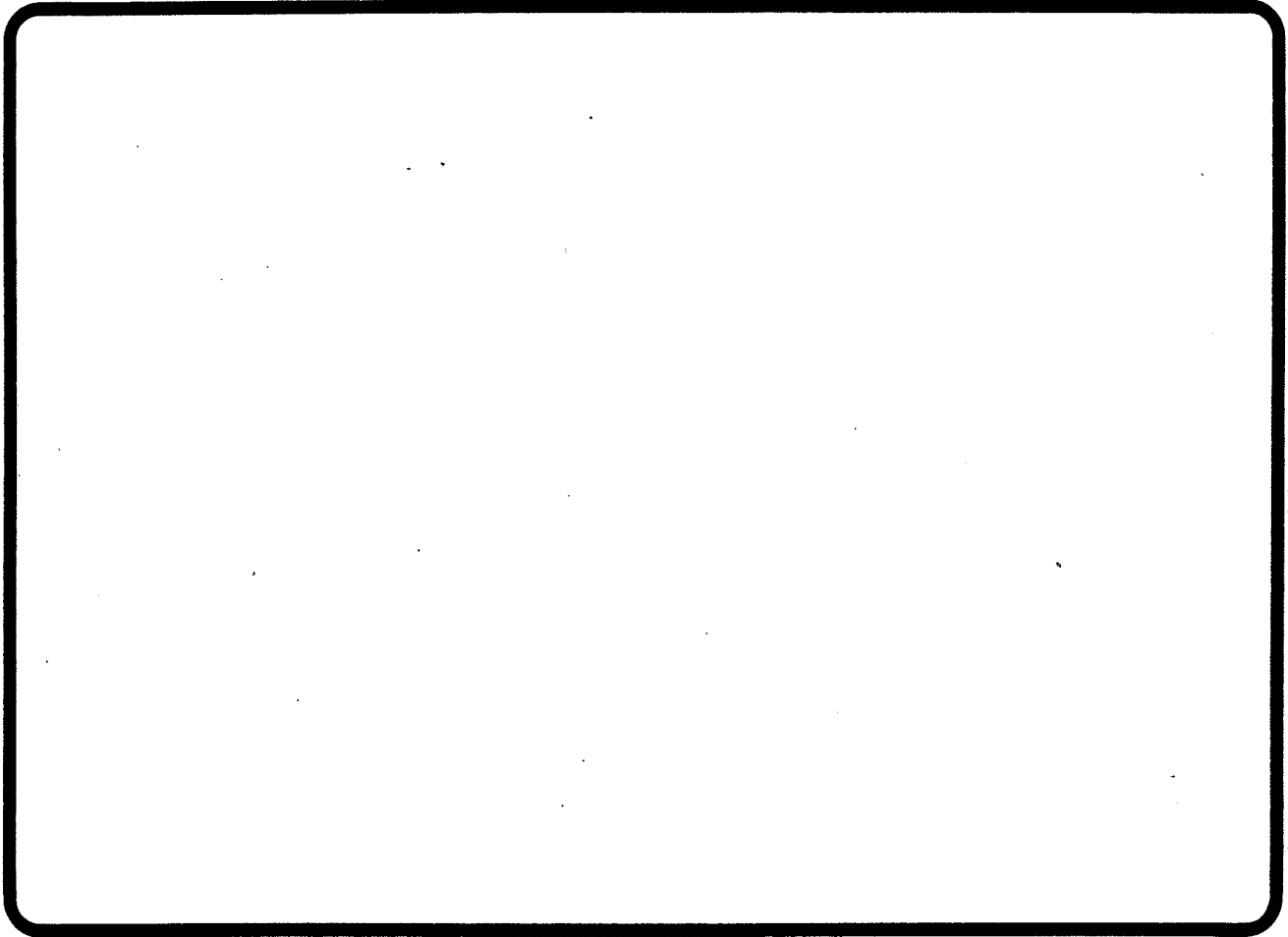


# **ETUDE ECOLOGIQUE DE PROJET**

**1er Cycle**

**SITE de PENLY**



## **RAPPORT GENERAL**

CENTRE NATIONAL  
POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS  
DEPARTEMENT ENVIRONNEMENT LITTORAL

pour

**ELECTRICITE DE FRANCE**

**Volume 1**

**decembre 1983**



## 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 PENLY. Il fait état des résultats obtenus durant l'année 1978 (1er cycle)

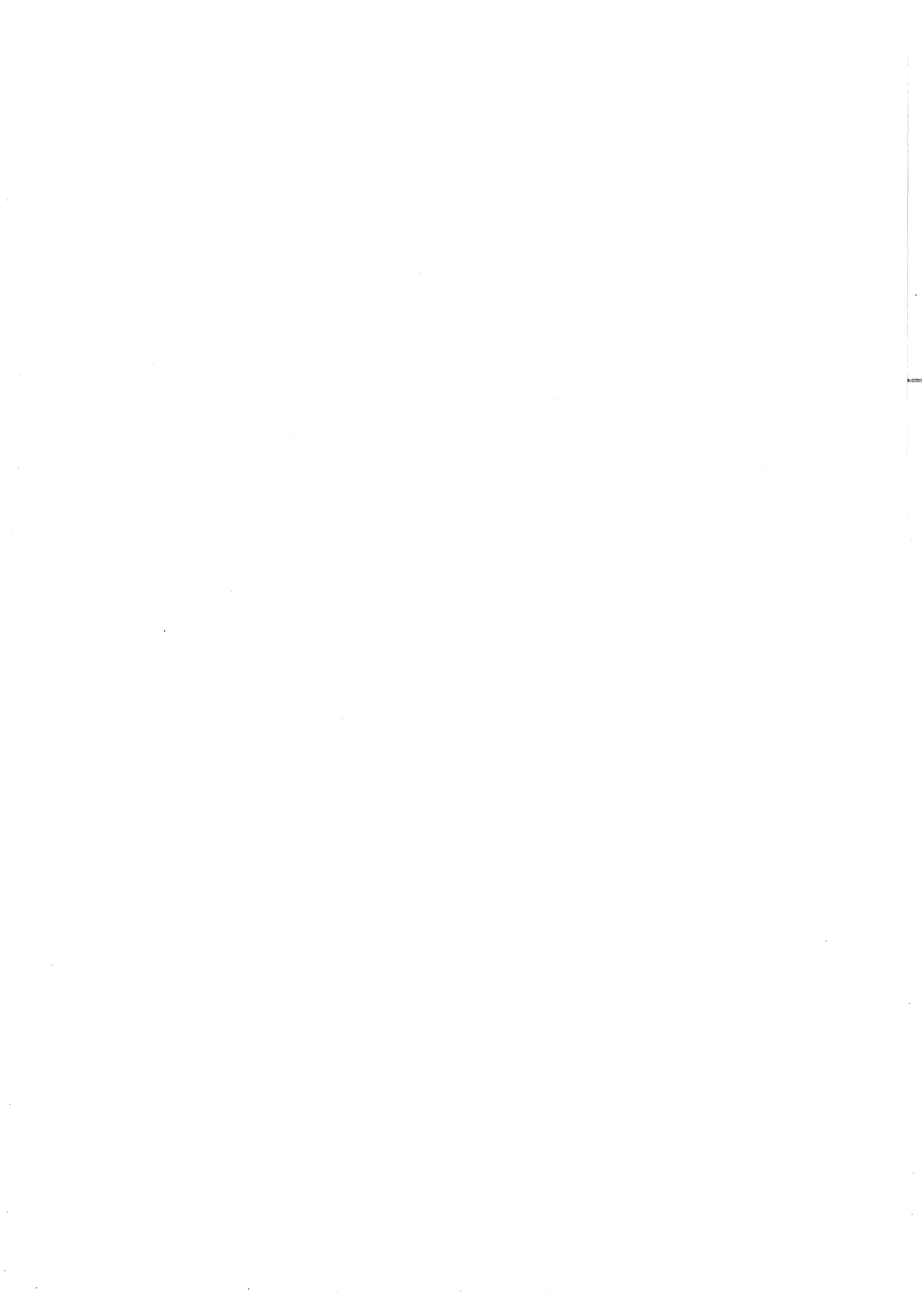
Ces résultats concernent :

- La géographie du site,
- 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 captage des larves sur collecteurs.
- 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 techniciens de l'équipe Ecologie du Département ELGMM.

L'étude microbiologique du site a été confiée au Laboratoire Municipal de ROUEN.

La coordination au niveau du CNEOX a été assurée par R. LOARER, sous la responsabilité de A. ROMANA.





# SOMMAIRE



# CHAPITRE I - PRESENTATION GEOGRAPHIQUE

	<u>Pages</u>
A. <u>GEOMORPHOLOGIE LITTORALE</u> .....	1
B. <u>COURANTOLOGIE</u> .....	2
I . La Marée en Manche.....	2
II . Courants de marée devant PENLY.....	3
III . Conséquences sur l'hydrologie.....	3
C. <u>CLIMATOLOGIE</u> .....	4
I . Le climat de la région de Dieppe.....	4
1 - Généralités.....	4
2 - Variations interannuelles.....	5
II . L'année 1978 à PENLY.....	6
1 - Les précipitations.....	6
2 - Les vents.....	6
3 - Les températures.....	6
4 - L'ensoleillement et les brouillards.....	7
III . Interaction climat - hydrologie.....	7
FIGURES I 2 à I 8 .....	9

## CHAPITRE II - HYDROBIOLOGIE

	<u>Pages</u>
A. <u>METHODOLOGIE</u> .....	18
B. <u>RESULTATS</u> .....	20
I . Variations saisonnières.....	20
1 - Températures.....	20
2 - Salinités.....	21
3 - Densités.....	21
4 - Matières en suspension.....	21
5 - Secchi.....	22
6 - Concentrations en oxygène dissous.....	22
7 - Sels nutritifs.....	22
a) Nitrates.....	22
b) Nitrites.....	23
c) Ammoniaque.....	23
d) Phosphates.....	23
e) Silicates.....	23
II . Variations au cours de la marée.....	24
III . Variations le long de la radiale et sur la colonne d'eau.....	24
1 - Variations de la température.....	24
2 - Variations des salinités.....	25
3 - Variations des densités.....	25
4 - Variations des matières en suspension.....	27
5 - Variations de l'oxygène dissous.....	27
6 - Variations des sels nutritifs.....	27
C. <u>DISCUSSION</u> .....	28
I . Influences climatiques sur les variations saisonnières.....	28
II . Influence des courants de marée sur les variations journalières	30
III . Gradient côte-large et thermocline.....	30

IV	. Comparaison des masses d'eaux aux différents points étudiés...	31
V	. Etude des corrélations.....	33
	1 - Corrélations linéaires mensuelles.....	33
	Paramètres physiques et chimiques.....	33
	2 - Corrélations linéaires annuelles.....	34
	a) Paramètres physiques.....	34
	b) Paramètres chimiques.....	34
	c) Paramètres physico-chimiques.....	34
D.	<u>CONCLUSION</u> .....	35
	FIGURES I10 à I121 .....	36

## CHAPITRE III - MICROBIOLOGIE

	<u>Pages</u>
I . Dénombrement total des germes en épifluorescence.....	67
II . Dénombrement total des germes aérobies viables sur milieu de Zobell - Oppenheimer.....	68
III . Recherche et dénombrement des bactéries sulfato-réductrices.	69
IV . Recherche des vibrions halophiles.....	69
V . Conclusion.....	70
FIGURES III-1 à III.5 .....	77

CHAPITRE IV - PHYTOPLANCTON - PRODUCTION  
PRIMAIRE PELAGIQUE

	Pages
I . Généralités.....	83
1 - Evaluation de la biomasse chlorophyllienne.....	83
2 - Dénombrement et détermination des organismes.....	83
3 - Evaluation de la production primaire potentielle.....	85
II . Matériel et méthodes.....	85
1 - Prélèvements.....	85
2 - Chlorophylle.....	85
3 - Enumération et détermination du phytoplancton.....	85
4 - Production primaire.....	86
III . Résultats.....	87
1 - Paramètres quantitatifs.....	88
a) Variations spatiales.....	88
b) Variations saisonnières.....	88
2 - Paramètres qualitatifs.....	92
a) Variations spatiales.....	92
b) Variations saisonnières.....	94
IV . Discussion - Conclusion.....	101
FIGURES IV1 à IV13 .....	107

## CHAPITRE V - ZOOPLANCTON

	<u>Pages</u>
<u>INTRODUCTION</u> .....	119
A. <u>METHODOLOGIE</u> .....	119
I . Stratégie d'échantillonnage.....	119
II . Récolte des échantillons.....	120
III . Dépouillement des échantillons.....	120
1 - Fractionnement.....	120
2 - Difficultés relatives aux comptages et détermination.....	121
IV . Mesure de la biomasse.....	122
1 - Mesure du poids sec.....	122
2 - Dosage du carbone et de l'azote organique.....	122
B. <u>RESULTATS PRINCIPAUX DU PREMIER CYCLE D'ETUDE (1978)</u> .....	123
I . Biomasse du zooplancton - carbone et azote organique.....	123
1 - Moyenne sur le site.....	123
2 - Valeurs aux différents points A,B,C,D.....	123
II . Composition faunistique du zooplancton.....	124
1 - Liste faunistique.....	124
2 - Pourcentage de dominance.....	124
III . Diversité du plancton.....	124
IV . Variations saisonnières quantitatives des différentes espèces.	125
1 - Zooplancton total.....	125
2 - Les copépodes.....	125
3 - Les cladocères et les appendiculaires.....	129
4 - Les mysidacées, les chaetognathes, les cténaires.....	130
5 - Les larves du plancton et méroplancton.....	130
V . Variations spatiales.....	133
1 - Les taxons et les espèces plus abondantes à la côte qu'au large.....	133
2 - Les espèces plus abondantes au large qu'à la côte.....	134
3 - Problème posé par la station A.....	135
VI . Reproduction de quelques espèces de copépodes.....	136
1 - Les espèces <i>Pseudocalanus minutus</i> , <i>Euterpina acutifrons</i> et <i>Oncaea</i> sp.....	136
2 - Dynamique de populations de trois espèces : <i>Temora longi-</i> <i>cornis</i> , <i>Centropages hamatus</i> et <i>Acartia clausi</i> .....	138



VII .	Corrélations entre l'abondance des espèces et les paramètres physico-chimiques, groupes d'espèces.....	144
1 -	Corrélations avec la température.....	144
2 -	Corrélations avec la chlorophylle.....	145
3 -	Corrélations avec la matière en suspension.....	145
4 -	Des groupes d'espèces ont été trouvés grâce aux corrélations entre les abondances des 42 taxons.....	146
C.	<u>GENERALITES SUR LE SITE. CONCLUSION.....</u>	146
FIGURES V 1 à	V 22b .....	153

CHAPITRE VI - EXPERIENCE DE CAPTAGE DE  
LARVES SUR COLLECTEURS

	<u>Pages</u>
I . Méthode.....	201
II . Dépouillement.....	202
a) Les Bryozoaires.....	202
b) Les Ascidiés.....	202
c) Les Hydraires.....	202
d) Les Mollusques.....	202
e) Les Annélides.....	202

I. PHYTOBENTHOS

	<u>Pages</u>
A. <u>INTRODUCTION</u> .....	207
B. <u>METHODOLOGIE</u> .....	207
I . Technique d'échantillonnage.....	207
II . Paramètres analytiques.....	207
III . Paramètres synthétiques.....	210
IV . Analyse de similitude.....	211
C. <u>RESULTATS</u> .....	212
I . Etudes d'aire minimale qualitative.....	212
1 - Aire minimale qualitative d'un peuplement : <i>Fucus</i> <i>serratus</i> L.....	212
2 - Aire minimale qualitative d'un peuplement à Ulvales ou haut niveau.....	213
3 - Aire minimale qualitative d'un peuplement hétérogène.....	217
II . Radiales et relevés.....	219
1 - Nombre d'espèces (T).....	219
2 - Recouvrement (Rt%).....	219
3 - Indice de diversité (D) et d'équitabilité (Eq).....	228
4 - Coefficient (cG) et densité de reproduction (dG).....	228
5 - Dominances qualitative (DQ %) et quantitative (DR %).....	228
6 - Tension ( $\Psi$ ).....	228
7 - Rapport (R/P).....	229
8 - Biomasse.....	229
III . Essai de cartographie des peuplements algaux.....	229
1 - Peuplements différenciés.....	229
2 - Etude d'homogénéité.....	229
3 - Estimations quantitatives.....	229
a) Peuplement à Ulvales.....	229
b) Peuplement à Fucales.....	235
c) Peuplement hétérogène.....	235

D. CONCLUSION.....	235
--------------------	-----

## II. ZOOBENTHOS

A. <u>INTRODUCTION</u> .....	237
B. <u>PRESENTATION SEDIMENTOLOGIQUE</u> .....	242
1) Description des dépôts superficiels.....	242
2) Résultats granulométriques.....	242
C. <u>RESULTATS FAUNISTIQUES</u> .....	246
1) Résultats des dragages (Mai 1978).....	246
1.1. Méthodologie.....	246
1.2. Analyse faunistique.....	246
1.3. Analyse cénotique.....	248
1.3.1. Analyse qualitative.....	250
1.3.2. Analyse quantitative.....	257
2) Résultats des prises de vues sous-marine.....	257
2.1. Méthodologie.....	257
2.2. Analyse.....	262
D. <u>CONCLUSION</u> .....	265

T A B L E D E S  
F I G U R E S  
T A B L E A U X  
P H O T O S



## FIGURES

### CHAPITRE I : PRESENTATION GEOGRAPHIQUE

I-1	Présentation du site.....	Hors-texte
I-2	Maxima des courants de marée en Manche.....	1
I-3	Les courants de marée devant Penly.....	Hors-texte
I-4	Moyennes interannuelles des vents à Dieppe.....	Hors-texte
I-5	Précipitations et jours de brouillard.....	Hors-texte
I-6	Températures et insolation.....	Hors-texte
I-7	Les vents à Dieppe en 1978.....	Hors-texte
I-8	Moyenne interannuelle de l'état de la mer à Dieppe...	Hors-texte

### CHAPITRE II : HYDROLOGIE

II-21	Diagramme T - S pour chaque station.....	32
II-0	Variations saisonnières des températures.....	37
II-1a	Variations saisonnières des salinités.....	38
II-1	Variations saisonnières des $\Delta T$ .....	39
II-2	Variations saisonnières des matières en suspension.....	40
II-3	Variations de la profondeur du disque de Secchi.....	41
II-4	Variations des concentrations en oxygène dissous.....	42
II-5	Variations saisonnières des pourcentages de saturation en oxygène.....	42
II-6	Variations saisonnières des concentrations en nitrates.	43
II-7	Variations saisonnières des concentrations en nitrites.	44
II-8	Variations saisonnières des concentrations en ammonia- que.....	45
II-9	Variations saisonnières des concentrations en phosphates	46
II-10	Variations saisonnières des concentrations en silicates	47
II-11	Variations spatiales de la salinité.....	48
II-12	Variations spatiales des températures.....	50
II-13	Variations spatiales du $\Delta T$ .....	53
II-14	Variations spatiales de la matière en suspension.....	54
II-15	Variations spatiales des concentrations en oxygène.....	55
II-16	Variations spatiales de l'ammoniaque.....	57

\*Les figures hors texte sont regroupées à la fin de chaque chapitre

II-17	Variations spatiales des nitrites.....	59
II-18	Variations spatiales des nitrates.....	61
II-19	Variations spatiales des phosphates.....	63
II-20	Variations spatiales des silicates.....	65

### CHAPITRE III : MICROBIOLOGIE

III-1	Nombre de germes total par épifluorescence.....	78
III-2	Variations saisonnières des germes fluorescents...	79
III-3	Variations saisonnières des germes viables sur milieu de Zobell.....	80
III-4	Variations saisonnières des germes sulfato-réducteurs	81
III-5	Variations saisonnières des paramètres microbiolo- giques et de la température.....	82

### CHAPITRE IV : PHYTOPLANCTON - PRODUCTION PRIMAIRE

IV-1	Variations saisonnières de la chlorophylle <u>a</u> (moyenne par point).....	108
IV-2	Variations saisonnières de la production primaire potentielle.....	109
IV-3	Variations saisonnières du microplancton (moyenne par point).....	110
IV-4	Variations saisonnières du nanoplancton.....	111
IV-5	Variations saisonnières des ciliés.....	112
IV-6	Variations saisonnières de la chlorophylle <u>a</u> (tous points et pt b) .....	113
IV-7	Variations saisonnières du microplancton .....	114
IV-8	Variations saisonnières du nanoplancton .....	115
IV-9	Variations saisonnières des ciliés .....	116
IV-10	Evolution annuelle du taux de cellules en division et de cellules mortes, au point B .....	117
IV-11	Pourcentage de chlorophylle <u>a</u> active au point B ....	118
IV-12	Evolution annuelle des principaux groupes taxonomiques	95
IV-13	Succession des espèces dominantes au point B .....	96



## CHAPITRE V : ZOOPLANCTON

V-6	Pourcentage de dominance des principales espèces de copépodes	127
V-1 a	Variations saisonnières des biomasses zooplanctoniques (moyenne par mission)	154
V-1 b	Variations saisonnières du rapport $\frac{C}{N}$	154
V2a et b	Variations saisonnières des biomasses zooplanctoniques (par point)	155
V-3	Variations saisonnières de carbone organique	157
V-4	Pourcentage de dominance des principaux crustacés du zooplancton	158
V-5	Variations saisonnières de l'indice de Shannon	159
V-7	Variations saisonnières quantitatives des différentes espèces	160
V-8	Variations saisonnières du zooplancton en A et C	169
V-9	Reproduction de quelques espèces de copépodes	178
V-10	Variation d'abondance des stades juvéniles et adultes de <i>Temora longicornis</i>	179
V-11	Pourcentage de stades de copépodites de <i>Temora longicornis</i> ..	180
V-12	Variation d'abondance des stades juvéniles et adultes de <i>Centropages hamatus</i>	184
V-13	Pourcentage des stades de copépodites de <i>Centropages hamatus</i>	188
V-14	Variation d'abondance des stades juvéniles et adultes de <i>Acartia clausi</i>	189
V-15	Pourcentage des stades de copépodites de <i>Acartia clausi</i> .....	190
V-16	Biomasse triée de <i>Temora longicornis</i> Variations saisonnières des longueurs	194
V-17	Biomasse triée de <i>Centropages hamatus</i> Variations saisonnières des longueurs	195
V-18	Biomasse triée de <i>Acartia clausi</i> Variations saisonnières des longueurs	196
V-19	Relations entre la longueur des espèces et la température du milieu	197
V-20	Relations entre la longueur des espèces et la température du milieu	198
V-21	Stade copépodite "5"	199
V-22a	<i>Centropages hamatus</i> . Variations saisonnières des longueurs ..	200
V-22b	<i>Centropages hamatus</i> . Corrélation "longueur/température" .....	200

## CHAPITRE VI - CAPTAGE DE LARVES SUR COLLECTEURS

VI-1	Emplacement des filières des collecteurs	205
VI-2	Schéma d'une filière	206

## FIGURES

### CHAPITRE VII : BENTHOS

VII-1	Localisation de la zone intertidale étudiée.....	208
VII-2	Courbe aire-espèces.....	214
VII-3	Courbe aire-espèces.....	216
VII-4	Courbe aire-espèces.....	218
VII-5	Peuplements algaux : le secteur de Berneval.....	231
VII-6	Peuplements algaux : le secteur de Penly.....	232
VII-7	Distribution des peuplements benthiques en Manche Orientale.....	238
VII-8	Distribution des dragages.....	241
VII-9	Sédimentologie du site de Penly.....	243
VII-10	Répartition en pourcentage des sédiments vaseux.....	245
VII-11	Répartition en pourcentage des sables fins.....	246
VII-12	Nombre des taxons récoltés par station.....	249
VII-13	Nombre d'individus/30 l de sédiments.....	249
VII-14	Dragages de mai 1978 : analyse qualitative, configuration "prélèvements".....	251
VII-15	Dragages de mai 1978 : analyse qualitative, configuration "espèces".....	253
VII-16	Dragages de mai 1978 : analyse quantitative, configuration "prélèvements".....	255
VII-17	Dragages de mai 1978 : analyse quantitative, configuration "espèces".....	256
VII-18	Carte de répartition des principales espèces.....	258
VII-19	Carte de répartition des principales espèces.....	259
VII-20	Carte de répartition des principales espèces.....	260
VII-21	Carte de répartition des principales espèces.....	261
VII-22	Répartition schématique de <i>Lanice conchilega</i> .....	266
VII-23	Carte de distribution des peuplements benthiques sublittoraux.....	267

## TABLEAUX

---

### CHAPITRE I : PRESENTATION GEOGRAPHIQUE

I-1	Houles de vent devant Penly.....	7
-----	----------------------------------	---

### CHAPITRE II : HYDROBIOLOGIE

II-1	Calendrier des campagnes.....	19
II-2	Différences entre les salinités moyennes sur la colonne d'eau et entre les points côtiers A et large C.....	25
II-3	Valeur du rapport $\frac{\Delta\sigma}{\Delta P}$ pour chaque point.....	26

### CHAPITRE III : MICROBIOLOGIE

III-A	Dénombrement en épifluorescence.....	71
III-B	Dénombrement Zobell-Openheimer.....	73
III-C	Dénombrement des bactéries sulfato-réductives.....	75
III-D	Recherche des vibrio-halophiles.....	76

### CHAPITRE IV : PHYTOPLANCTON-PRODUCTION PRIMAIRE

IV-1	Cellules microplanctoniques en division : pourcentage du nombre total.....	90
IV-2	Cellules microplanctoniques mortes : pourcentage du nombre total.....	91
IV-3	Pourcentage de chlorophylle active.....	93
IV-4	Evolution annuelle des principaux groupes taxonomiques....	97
IV-5	Succession des espèces dominantes au point B.....	98
	.....	99

## TABLEAUX

### CHAPITRE VII : PHYTOBENTHOS

VII-1	Répartition des espèces par quadrats.....	215
VII-2	Répartition des espèces par quadrats.....	215
VII-3	Répartition des espèces par quadrats.....	217
VII-4	Radiale 1 "Blockaus" (avril 1978).....	220
VII-5	Radiale 1 "Blockaus" (avril 1978) : répartition et recouvrement des espèces.....	221
VII-6	Radiale 2 "Berneval" (avril 1978).....	222
VII-7	Radiale 2 "Berneval" (avril 1978) : répartition et recouvrement des espèces.....	223
VII-8	Radiale 1 "Blockhaus" (septembre 1978).....	224
VII-9	Radiale 1 "Blockhaus" (septembre 1978) répartition et recouvrement des espèces.....	225
VII-10	Radiale 2 "Berneval" (septembre 1978).....	226
VII-11	Radiale 2 "Berneval" (septembre 1978) répartition et recouvrement des espèces.....	227
VII-12	Liste de la zone intertidale.....	233
VII-13	Calendrier des missions.....	240

---


## PLANCHES PHOTOGRAPHIQUES

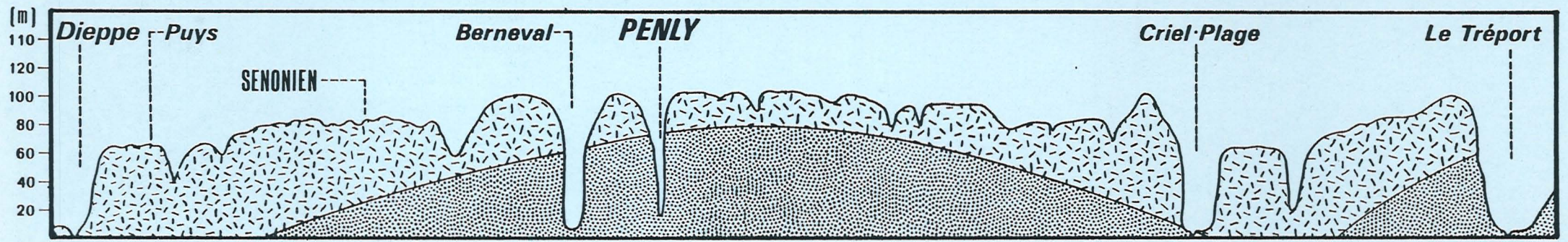
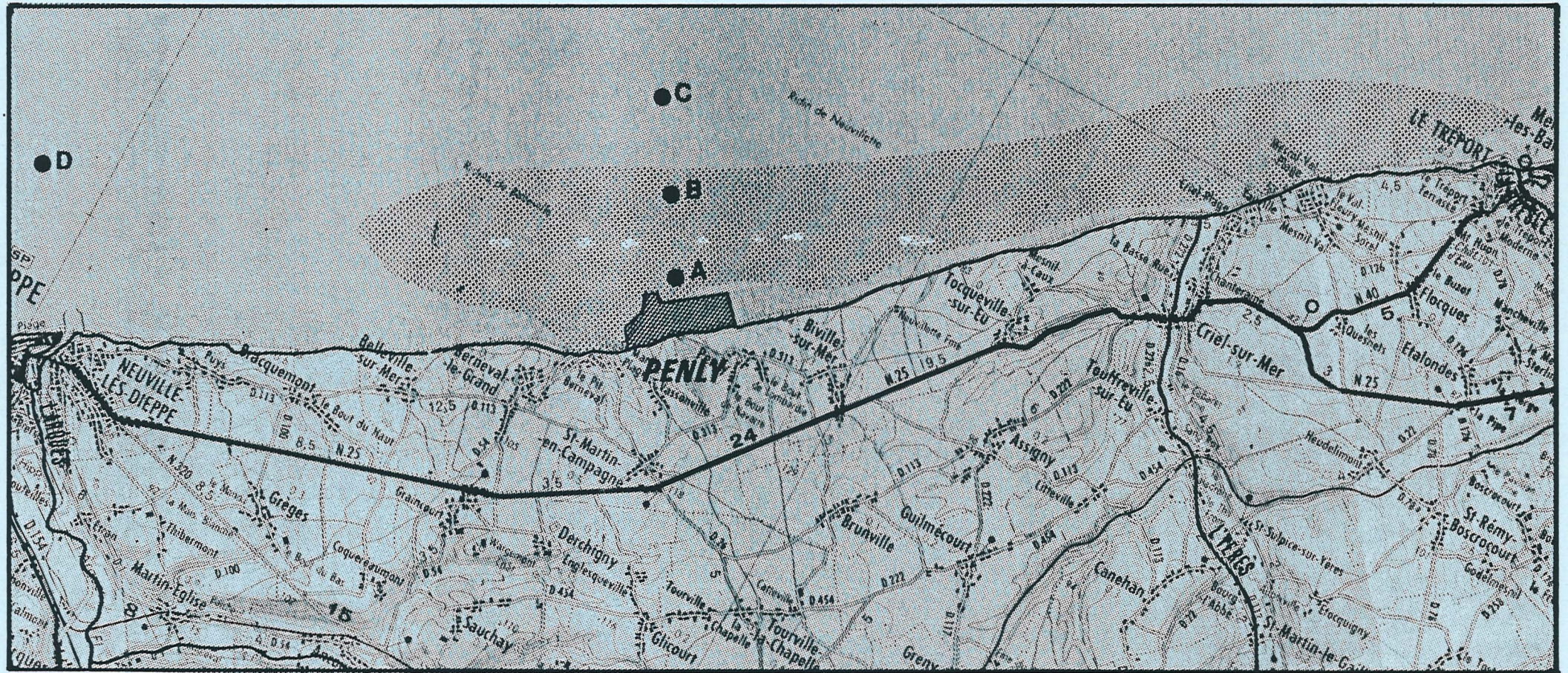
VII-1	Couverture photographique du zoobenthos sublittoral....	263
VII-2	Couverture photographique du zoobenthos sublittoral....	264





Fig.1.1.: CARTE IGN 1/100 000<sup>eme</sup> - I.4

-  EMPRISE DE LA CENTRALE NUCLEAIRE
-  TACHE THERMIQUE: isotherme 0,75°C  
(d'après HAUGEL et LEYMARIE)
- A STATIONS PELAGIQUES



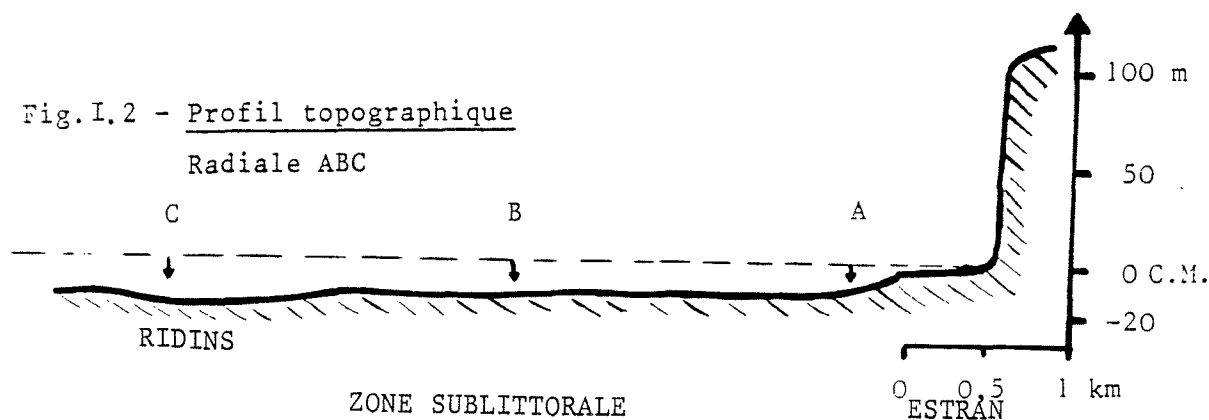


Le site de PENLY, en Haute-Normandie, est situé au milieu du littoral du Pays de Caux, qui fait, du point de vue géologique, partie de la région septentrionale du bassin-parisien (figure I.1). La portion du littoral étudiée de Dieppe au Tréport, est un ensemble légèrement concave, orienté vers le Nord-Ouest, donc grand ouvert sur la Manche et largement inféodé aux influences marines, tant sur le plan climatique qu'hydrologique.

## A. GÉOMORPHOLOGIE LITTORALE

Les falaises qui s'étirent entre Dieppe et le Tréport sont constituées de deux couches géologiques du Crétacé moyen (Turonien) et supérieur (Sénonien). La partie comprise entre Belleville et Neuvillette est le sommet d'un anticlinal qui culmine aux environs de Penly. La différence de dureté entre la craie marneuse du Turonien et la craie pure sillonnée de bancs de silex du Sénonien explique le profil concave de la falaise à cet endroit : un sommet vertical surmontant une base en déclivité, de moindre tenue (fig. I.2).

Ces matériaux, dans l'ensemble érodables, résistent mal aux agents physiques (houle, courants, vents, gel) et biologiques (végétaux et animaux). Ceci explique le recul régulier du littoral, attesté par la présence de blockhaus allemands sur l'estran. La falaise s'éboule par grands pans qui vont alimenter le cordon de galets qui protège le pied de la falaise. Au-delà de cette accumulation la dalle calcaire apparaît. Elle descend régulièrement vers la mer où elle s'achève 300 mètres plus bas par une microfalaise de 2 à 3 mètres de hauteur qui casse l'élan de la houle, ce qui permet le dépôt d'un long banc de sable fin en bas d'estran. Le platier rocheux est parsemé de blocs calcaires de tailles variables, vestiges d'anciens éboulis et de bancs de sable irréguliers, tant en épaisseur qu'en superficie. L'origine de ces sédiments semble être le Gault, étage de l'infra-Crétacé, composé essentiellement de sables ferrugineux, qui doit affleurer non loin au large. La concavité du littoral en cet endroit favorise les dépôts de sédiments légers.



La dalle calcaire elle-même est, en grande partie, un vaste lapiez marin formé d'aiguilles, de crêtes déchiquetées, de cupules ou de cuvettes. L'origine de ce lapiez est à la fois chimique (action des algues endolithes comme les Cyanophycées), biologique (action des organismes perforants comme *Polydora* ou *Pholas dactylus*), mécanique, enfin, avec la mer qui décape les surfaces fragilisées, déblaie les cavités, déchausse les silex, approfondit et élargit les nombreuses diaclases parcourant en tout sens le platier, en de véritables chenaux d'écoulement.

Au-delà de la zone intertidale, les fonds augmentent très progressivement. Ils sont caractérisés par un alignement de ridins, dunes hydrauliques pouvant atteindre plusieurs mètres de hauteur, disposés parallèlement à la côte, proportionnellement à l'action des courants de marée qui remontent la Manche à cet endroit.

## B. COURANTOLOGIE

La nature des courants provient de la propagation de la marée, ainsi que de la configuration des fonds marins et du littoral. Leur cycle est calqué sur le cycle bi-journalier de la marée (environ 12 heures 30 entre deux pleines mers).

### I) LA MAREE EN MANCHE

Il existe en Manche une onde de marée progressive d'Ouest en Est : la pleine mer de Dieppe a 3 heures de retard sur celle de Cherbourg. La réflexion de cette onde de marée venant de l'Atlantique, sur la paroi que forme la côte française au Sud du Pas-de-Calais, provoque une onde de marée stationnaire qui va en s'atténuant d'Est en Ouest pour former une ligne nodale sur le méridien de Cherbourg. La combinaison de ces deux ondes de marée donne, d'Ouest en Est, en Manche Orientale, une augmentation de l'amplitude de marée (5,4 mètres à Cherbourg et 8,4 mètres à Dieppe) et une diminution de la vitesse des courants de flot et de jusant (par P.M. de vive-eau : 1,5 m/s à Cherbourg et 0,8 m/s à Dieppe) (figure I. 3).



## II) COURANTS DE MAREE DEVANT PENLY

La région entre Dieppe et le Tréport a des maxima de courants toujours inférieurs à 1 m/s (= 2 noeuds). Ces courants sont parallèles à la côte et de type alternatif : le flot, portant au Nord-Est, est plus court et plus fort que le jusant qui porte à l'W-S-W. La vitesse maximum de flot dépasse de 20 à 30 % la vitesse maximum de jusant. La vitesse de courant de surface est approximativement deux fois plus élevée par coefficient 95 que par coefficient 45. Sur la figure I.3 un même vecteur a des valeurs différentes proportionnelles au coefficient de marée. Si le vecteur pleine mer (de Dieppe) - 2 (heures) du point 78 (SHOM) vaut 1 m/s par coefficient 95 et 0,5 m/s par coefficient 45, il correspond aussi, par exemple, à 0,75 m/s par coefficient 70 ou à 0,4 m/s par coefficient 35.

## III) CONSEQUENCES SUR L'HYDROLOGIE

Les courants parallèles à la côte constituent une entrave au mélange des eaux océaniques avec les eaux d'origine continentale. Il en résulte le maintien d'un gradient côte-large des différents composants hydrobiologiques. Ceux-ci sont liés à la richesse en sels nutritifs des eaux d'origine continentale, aux matières en suspension élevées dues aux éboulis des falaises dans les eaux côtières, et aux eaux du large plus salées, limpides, plus pauvres en sels nutritifs.

Ces courants, du fait de leur alternativité, provoquent un échange plus ou moins restreint parallèlement à la côte (mouvement de va-et-vient) accentué par le fait qu'ils sont, devant Penly, relativement faibles (figure I.4) (maxi en vive-eau : 0,85 m/s au flot et 0,65 m/s au jusant). Le courant résiduel porte cependant au Nord-Est et peut être nul et même négatif à certaines marées. Les eaux les plus littorales, tout en étant exposées aux vents de secteurs Ouest à Nord qui ont tendance à les pousser à la côte, sont abritées des vents de terre (de NE à SW), à cause des falaises très hautes à ce niveau. Par le jeu des marées, il existe cependant une dérive de la côte vers le large (2 km par marée suivant le LNH).

Conclusion : Devant Penly, les courants de marée de type alternatif, portant à l'WSW au jusant et au NE au flot, sont relativement faibles. Le gradient hydrologique côte-large semble prouver le manque d'homogénéisation de la masse d'eau vers le large, malgré la dérive littorale. Le courant résiduel par contre, semble porter plus fortement vers le NE, mais il est nul à certaines marées.

## C. CLIMATOLOGIE

Les conditions climatiques de la région ont une grande influence sur les variations des facteurs hydrobiologiques de la mer. Elles peuvent, au même titre que les courants marins et les effluents terrigènes, modifier, directement ou non, les caractéristiques du milieu marin. La température de l'air influence très nettement la température de l'eau ; les vents se chargent de brasser et d'oxygéner plus ou moins profondément la masse d'eau. Le soleil réchauffe l'air et l'eau superficielle, et apporte la lumière nécessaire au phytoplancton ; par contre, le brouillard contrarie son action. Les précipitations agissent sur la salinité, la température et sur les apports en sels nutritifs et matières en suspension par le biais des rivières.

### I) LE CLIMAT DE LA REGION DE DIEPPE

#### 1) Généralités

La Haute-Normandie littorale a un climat que l'on peut qualifier de tempéré océanique. Il est très influencé par la mer qui amortit les variations de températures moyennes entre l'hiver (4°C) et l'été (16°C). Les pluies correspondent en général à des vents de secteur Ouest. Elles sont relativement peu abondantes (750 mm) mais fréquentes (18 jours). Avec les brouillards (50 jours/an), elles limitent l'insolation à 1550 heures/an. Les élévations de température de l'air suivent en général de quelques jours une augmentation de l'ensoleillement. Le passage des vents aux secteurs Ouest et Sud contribuent également à élever la température de l'air, tandis que leur passage aux secteurs Nord et Est ont plutôt tendance à la diminuer.

## 2) Variations interannuelles

D'après les observations effectuées entre 1950 et 1959 à Dieppe, il ressort quelques caractéristiques concernant les variations mensuelles :

- les vents peuvent être divisés en trois périodes suivant leur direction (figure I.5) :
  - . en automne et hiver les vents dominants sont nettement orientés au Sud-Est, alors que les plus forts, mais moins fréquents, viennent du secteur Ouest (NW à SW),
  - . le printemps est une époque de transition qui voit les vents passer au Nord-Est et secondairement au secteur Ouest,
  - . en été, les vents dominants (mais modérés) sont nettement orientés à l'Ouest,
- en général, les précipitations (figure I.6), minimales au printemps (47 mm en mars) sont maximales en novembre (94 mm) et provoquent les crues en fin d'automne et en hiver,
- la température de l'air suit une courbe régulière, minimale en février et maximale en août (figure I.7).

La plupart de ces mesures interannuelles sont assez anciennes, aussi est-il possible qu'il existe quelques légères variations dans les valeurs, mais non dans les principes généraux de la climatologie locale actuelle de Dieppe.

## II) L'ANNEE 1978 A PENLY

Les données climatiques de 1978 semblent assez différentes de la moyenne interannuelle, surtout pour les précipitations et les vents.

- 1) Les précipitations sont très variables durant l'année et ne suivent en aucune façon la "logique" des variations mensuelles (figure I.6). La première moitié de l'année est très excédentaire, ce qui provoque des crues inhabituelles des rivières en été . Les mois d'août à novembre, par contre, sont secs : les étiages se retrouveront donc à la fin de cette période.
  
- 2) L'année 1978 est aussi caractérisée par des vents dominants de Sud alors que la prédominance habituelle est au Sud-Est (figure I.8). C'est en hiver que ces vents de Sud sont très fréquents (janvier, février, mars et octobre, novembre, décembre 1978, janvier 1979). Au niveau de Penly, ce sont des vents de terre qui ne provoquent pas de houle littorale. Cependant, les vents d'Ouest et de WNW, en hiver, bien que peu fréquents, sont les plus forts et provoquent de fortes houles temporaires dues à leur fetch important (tableau I.1). Au printemps 1978 (avril, mai et début juin) les vents, de force moyenne, sont surtout orientés au Nord-Est et Est. Les eaux littorales sont bien abritées des vents d'Est mais peu des vents de Nord-Est.(avril). A la fin de cette période, les vents d'Ouest augmentent leur fréquence. En été (juin, juillet, août et septembre), les vents d'Ouest sont prédominants, mais ils restent faibles en puissance. Ceci provoque une houle faible mais presque permanente qui brasse continuellement les eaux de surface sur une faible épaisseur. Ces eaux prennent donc facilement la température de l'air ambiant, d'ailleurs la plus élevée à cette époque de l'année. Il peut s'en suivre une stratification dans la température des eaux avec une eau plus chaude sur les premiers mètres de la surface.
  
- 3) La moyenne des températures de l'air en 1978 est légèrement inférieure à la normale (9,8°C contre 10,1°C) (figure I.7). Elle est restée nettement inférieure (de 0,5 à 1°C) durant les mois d'avril à août

compris, et en décembre. Le mois de janvier 1979, qui entre aussi dans le cadre de l'étude, est exceptionnellement froid (0,3°C de moyenne contre 4,1°C normalement)

- 4) Les mesures d'ensoleillement et de brouillard semblent proches de la normale.

### III) INTERACTION CLIMAT-HYDROLOGIE

La preuve la plus visible de l'influence du climat sur la mer est bien l'état de la surface de la mer elle-même (figure I.9) qui influence l'hydrologie de la masse d'eau (homogénéisation, oxygénation, mise en suspension, dérive, etc.). Dans le cas général, la mer est la plus "mauvaise" de novembre à avril, avec cependant un mieux en mars. En hiver, ceci est dû aux vents forts de Sud-Ouest à Nord-Ouest, puis secondairement aux vents du Nord. En avril, les vents forts de Nord à Nord-Est donnent un regain d'agitation de la mer. Les mois les plus calmes sont mai et juillet (tableau I.1).

TABLEAU I.1 : HOULES DE VENT DEVANT PENLY

DIRECTION	FETCH (miles)(1)	Hauteur et période	VITESSE DU VENT (en noeuds)(2)		
NE	15	2h00 T	1,00 m 3,6 s	2,10 m 5,2 s	2,80 m 6,5 s
NNE	25	2h00 T	1,60 m 5,1 s	2,50 m 6,3 s	3,20 m 7,0 s
N	60	2h00 T	2,10 m 6,2 s	3,70 m 7,8 s	5,20 m 9,0 s
NNW	50	2h00 T	2,00 m 6,0 s	3,40 m 7,6 s	4,70 m 8,6 s
NW	50	2h00 T	2,00 m 6,0 s	3,40 m 7,6 s	4,70 m 8,6 s
WNW	90	2h00 T	2,25 m 6,7 s	4,00 m 7,9 s	6,00 m 9,7 s
W	200	2h00 T	2,40 m 8,5 s	5,40 m 10,8 s	7,80 m 13,6 s
WSW	20	2h00 T	1,30 m 4,7 s	2,80 m 6,5 s	3,70 m 7,5 s

(1) le fetch est la distance dont dispose le vent pour former les vagues

(2) 1 noeud = 1,852 km/h = 1 mille/h (d'après les données du LCHF à Dieppe)

### Conclusion

- Le site de Penly est largement ouvert sur la Manche, tant d'un point de vue climatique qu'hydrologique.
- les falaises du Crétacé moyen (Turonien et Sénonien) dominent une dalle calcaire sillonnée de chenaux d'écoulement et parsemée de blocs et de bancs de sables. La concavité du littoral favorise le dépôt de sédiments, en particulier la zone sublittorale caractérisée par des alignements de "ridins".
- Les courants de marée, de type alternatif portent à l'WSW au jusant et au NE au flot. Le courant résiduel porte en général au NE avec une dérive de la côte vers le large.
- Le climat tempéré océanique est caractérisé par des températures moyennes de 4° à 16°C, des précipitations relativement faibles (750 mm) mais fréquentes (180 jours/an) qui limitent, avec le brouillard (50 jours/an) l'insolation (1550 heures/an). Les vents soufflent selon les périodes du SE (automne, hiver), du NE (printemps) ou de l'Ouest (été). Cependant, les tempêtes ont généralement une origine atlantique.

En 1978 cependant, certaines données climatiques sont assez différentes de la normale : précipitations excédentaires durant le premier semestre et déficitaires d'août à septembre. Prédominance des vents de Sud, surtout en hiver. Températures légèrement inférieures à la normale.

FIGURES I-3 A I-9

---

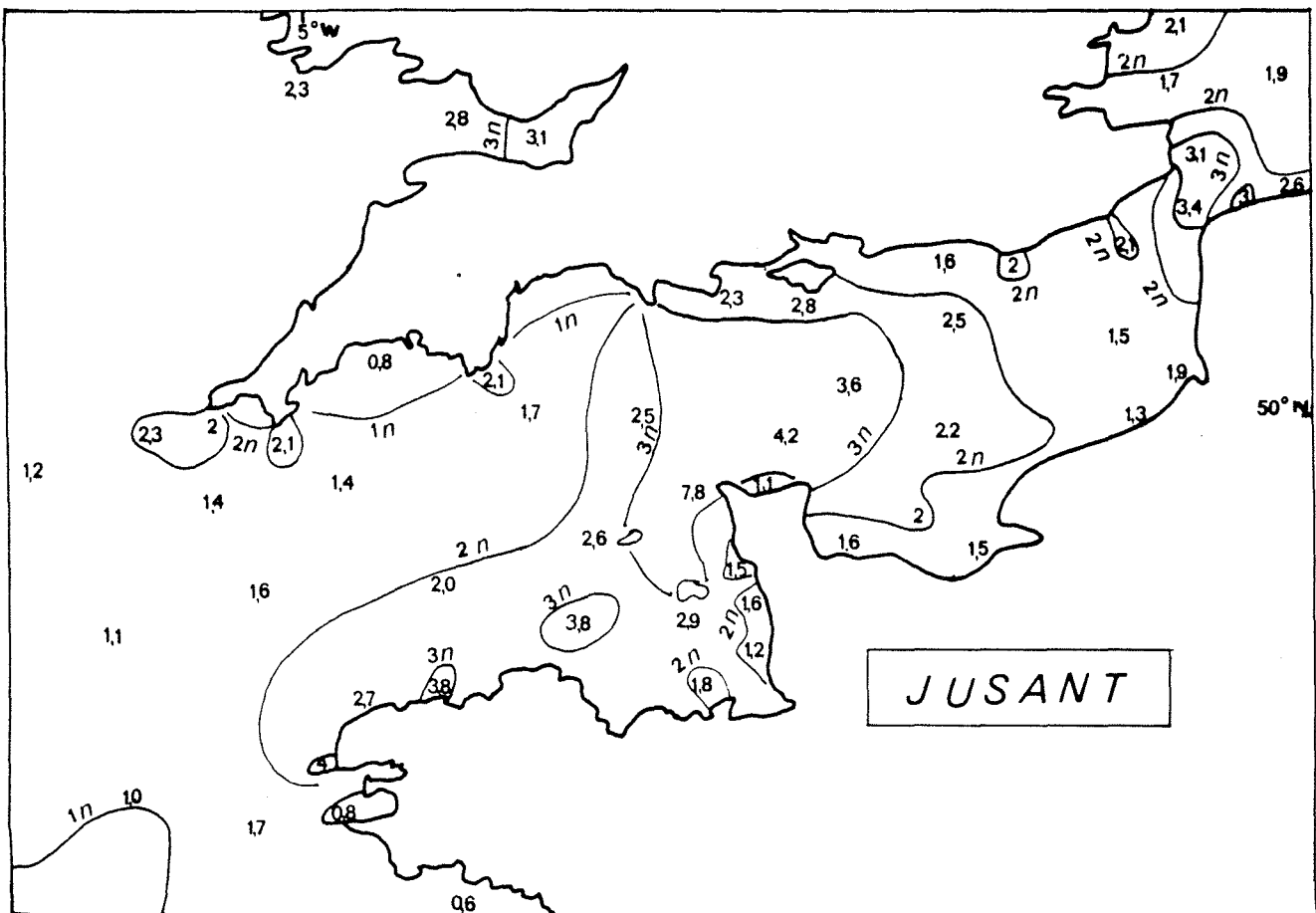
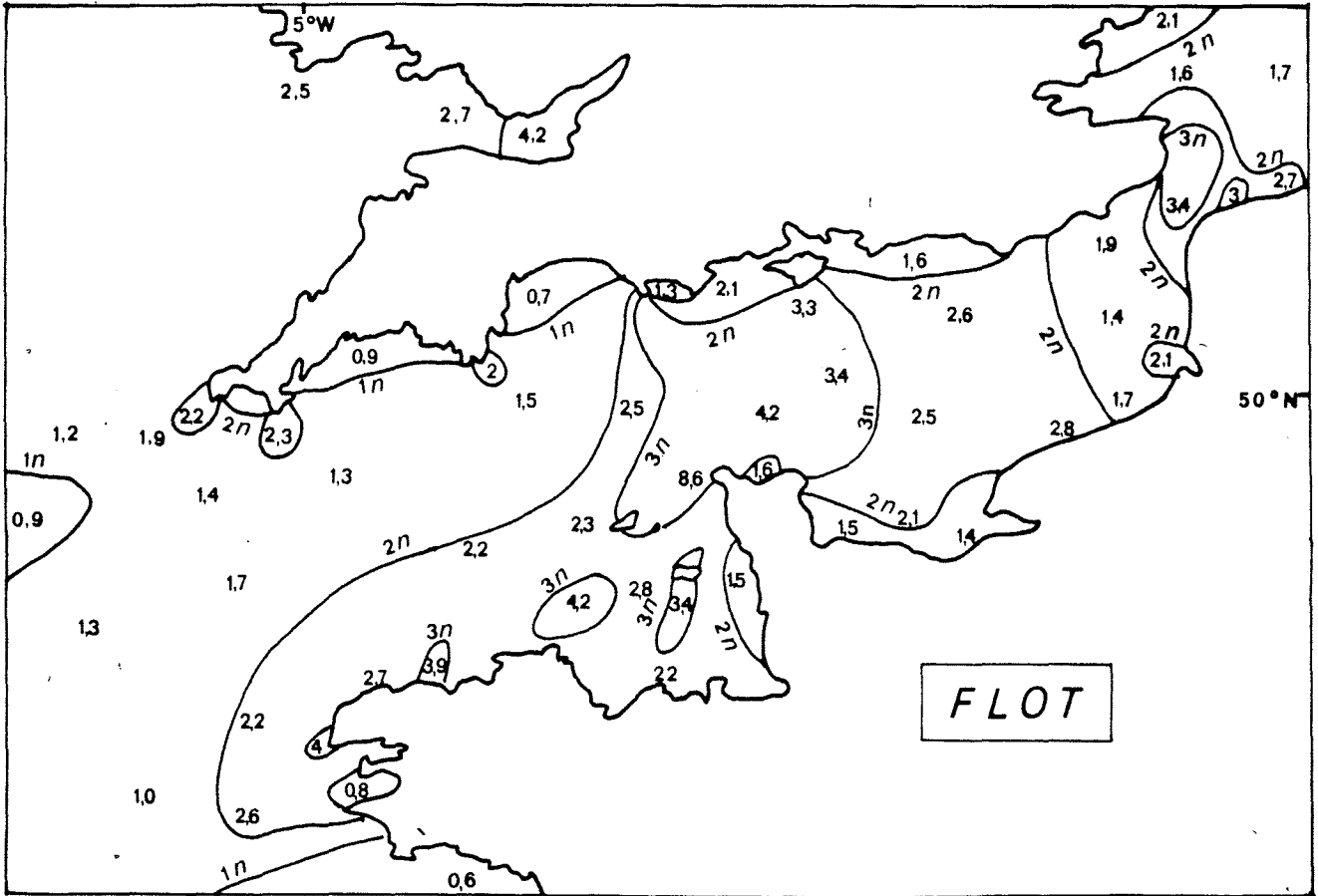


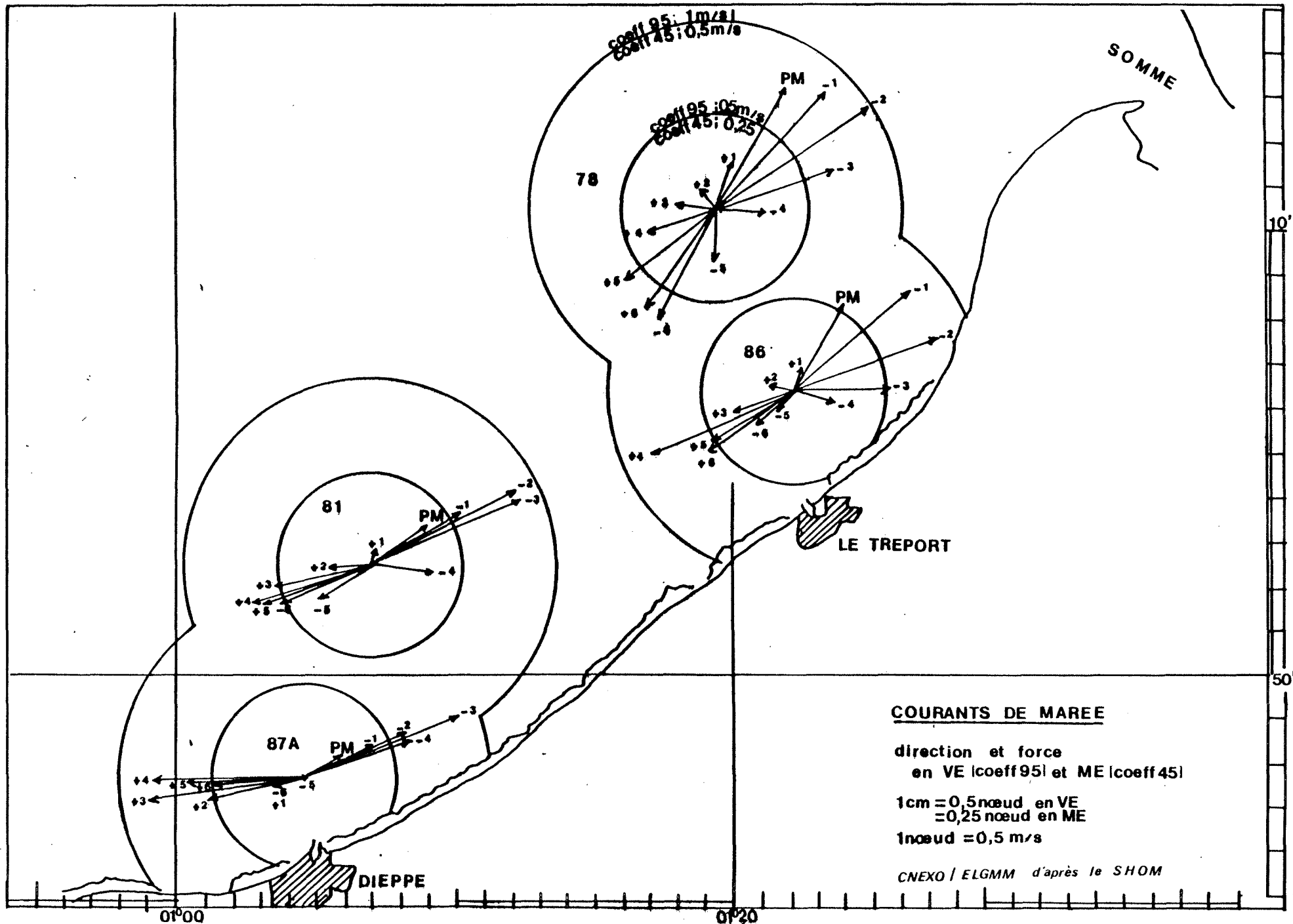


# MAXIMA DE COURANTS EN MANCHE

**Fig. I.3**

(en noeuds)



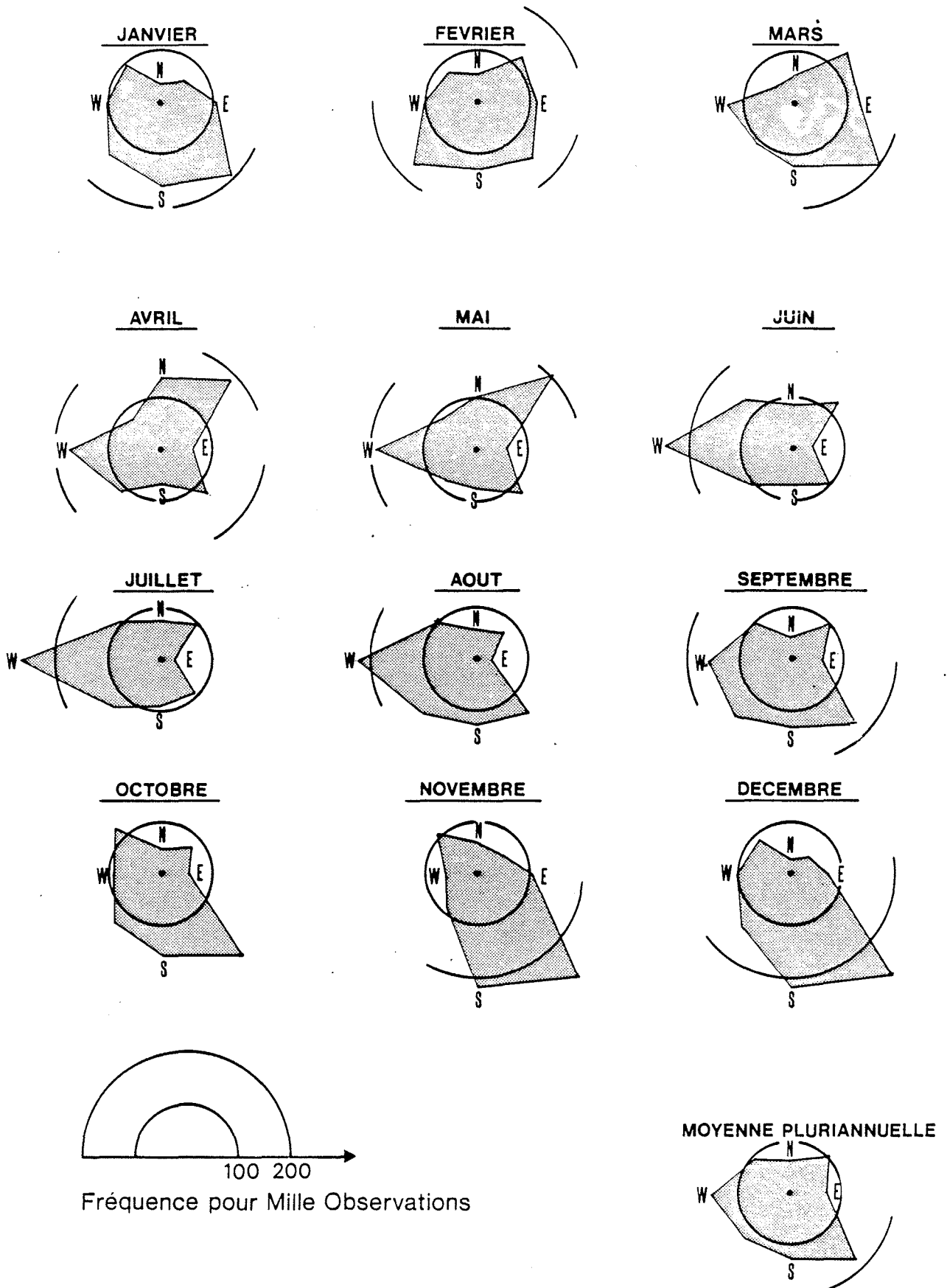


# VENTS A DIEPPE

Fig: I.5

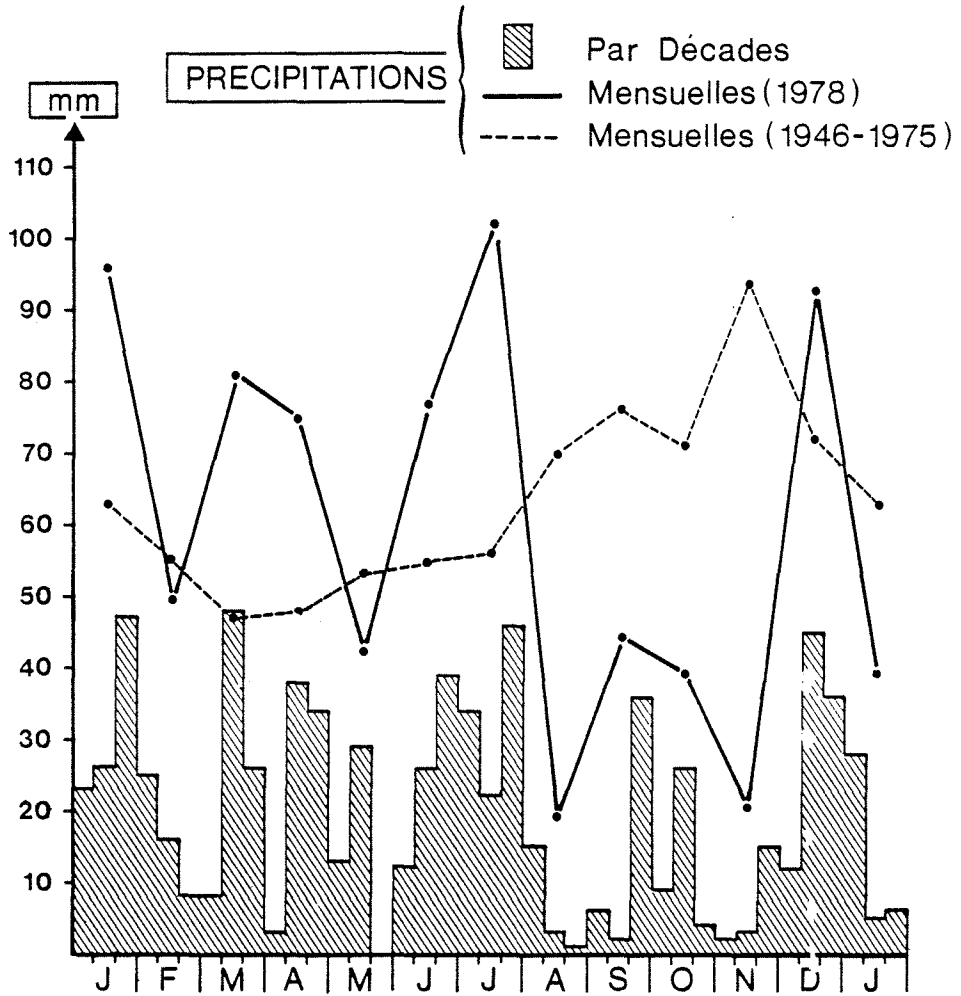
MOYENNES INTERANNUELLES (1950-1959)

d'après DARCHEN

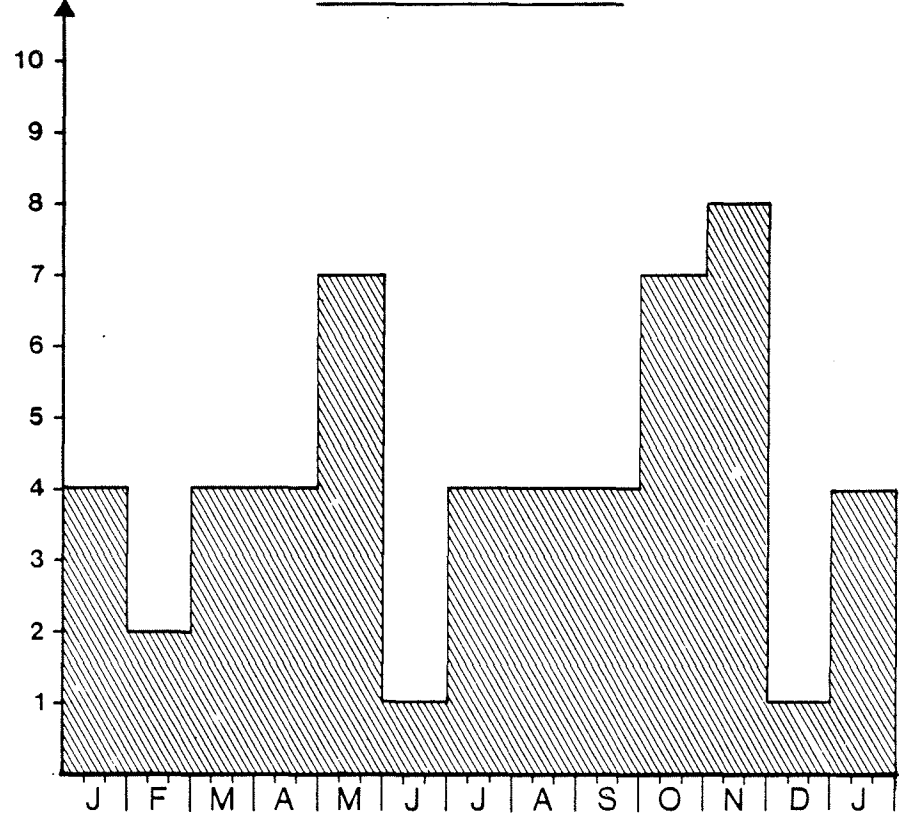


PRECIPITATIONS (DIEPPE : 1978-79)

Fig. I 6

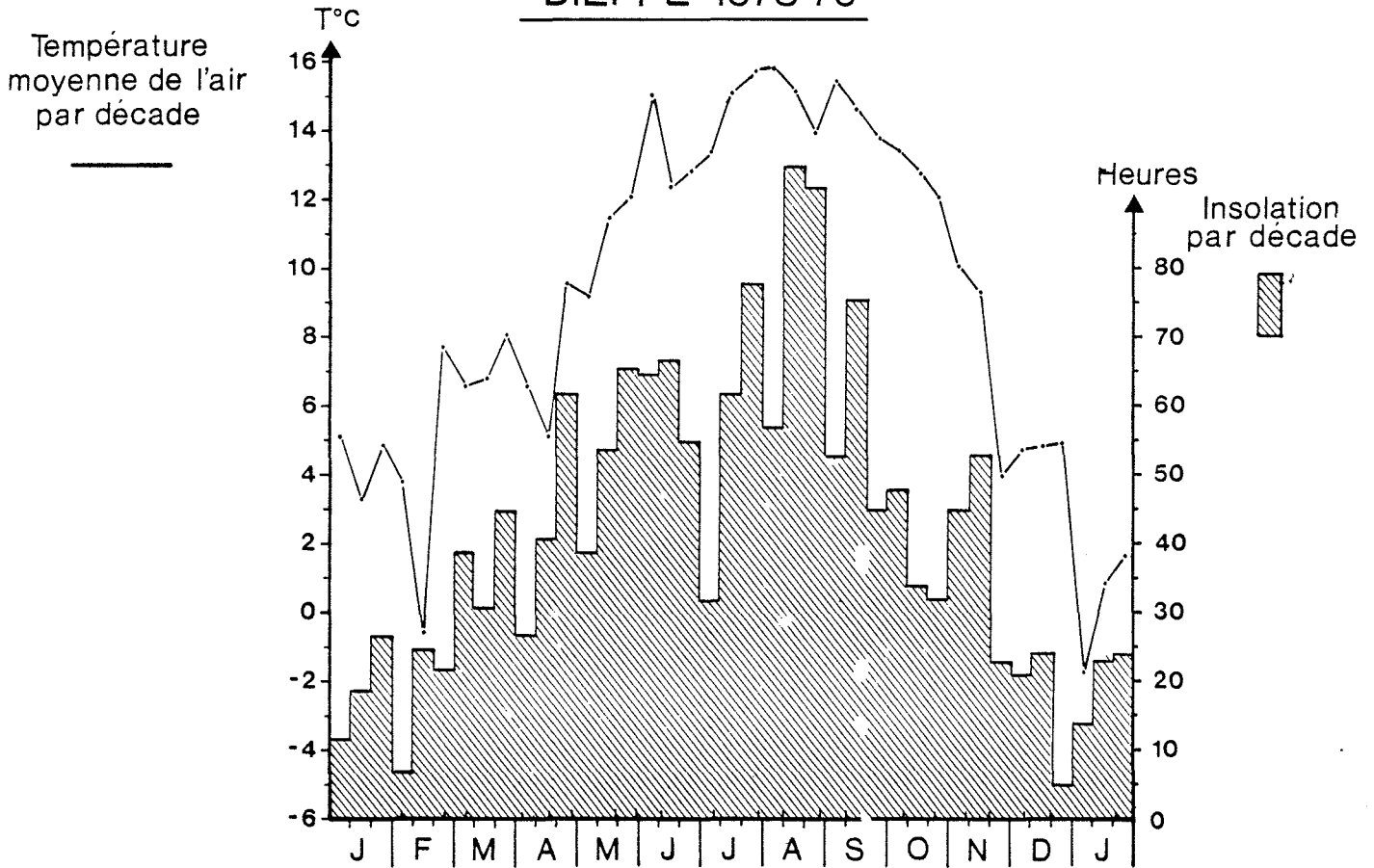


NOMBRE de JOURS de BROUILLARD  
DIEPPE - 1978



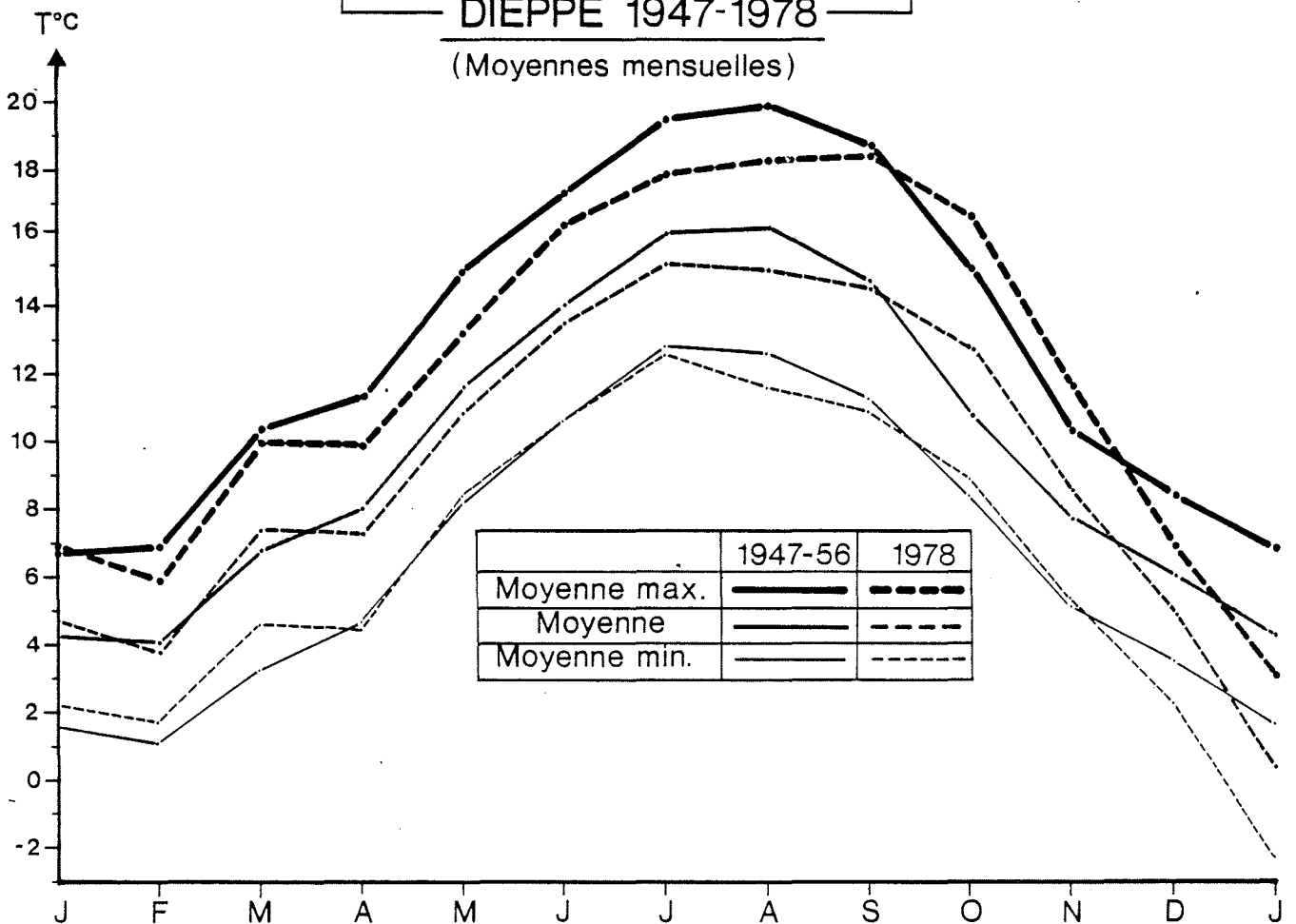
# TEMPERATURES et INSOLATION DIEPPE 1978-79

Fig. I. 7



# TEMPERATURES de l'AIR DIEPPE 1947-1978

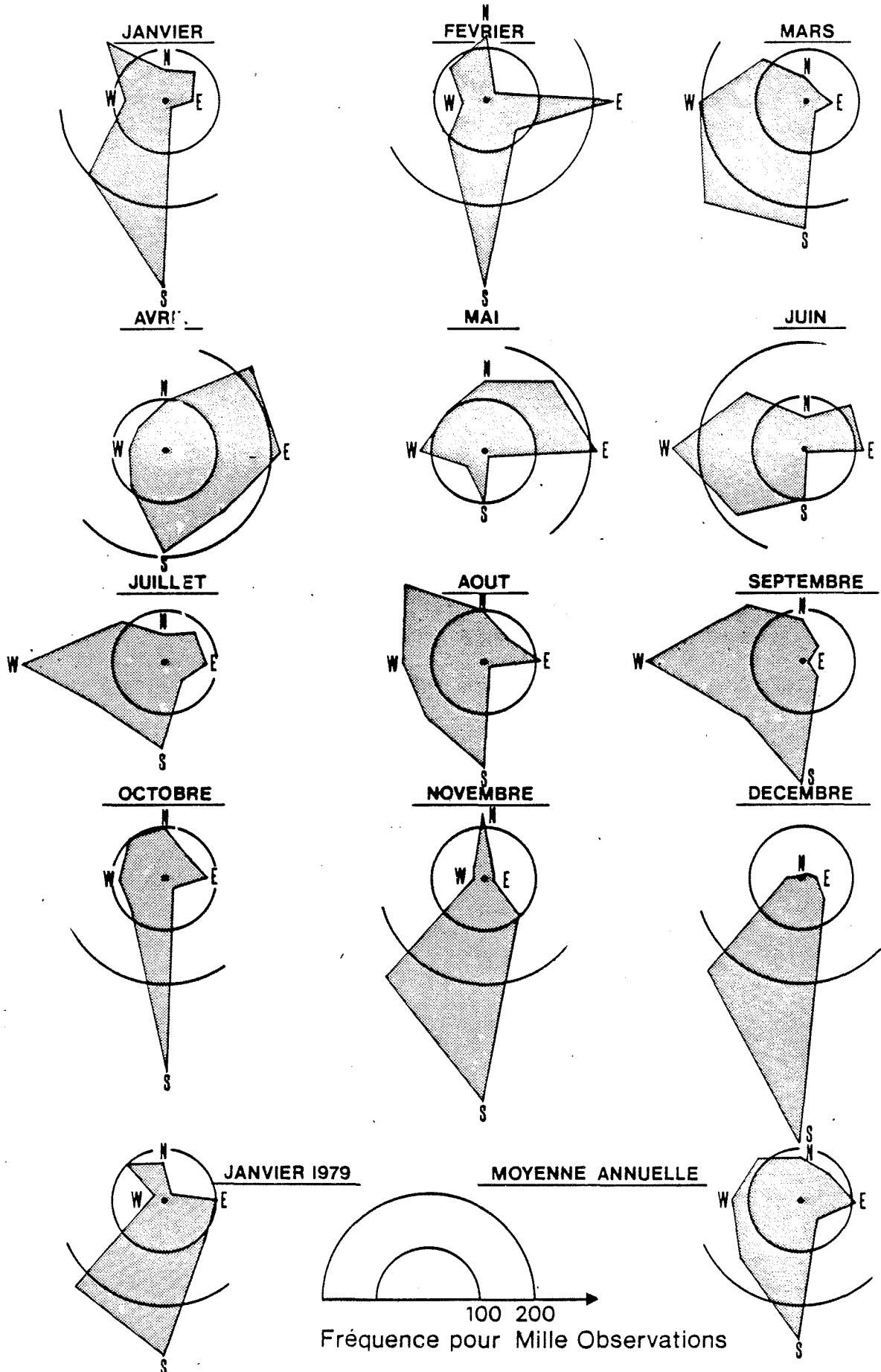
(Moyennes mensuelles)



**VENTS A DIEPPE**

—1978—

d'après le Bulletin Climatologique  
de Haute Normandie

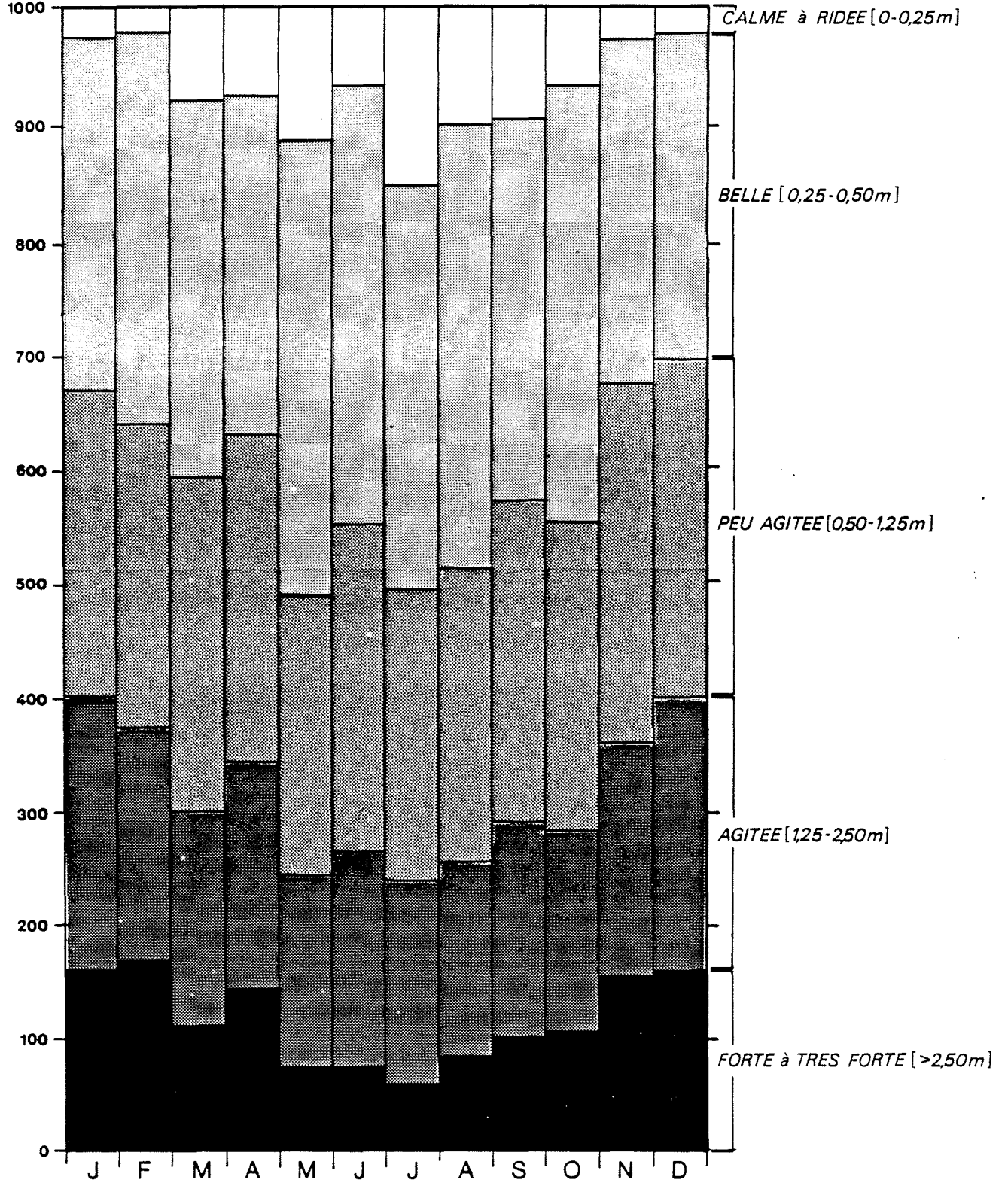


ETAT de la MER a DIEPPE  
MOYENNE INTERANNUELLE (1947-1956)

d'après DARCHEN / Météo. nationale

FREQUENCE MENSUELLE  
CUMULEE

%







CHAPITRE II

HYDROLOGIE

PAR G. ARZUL  
COLLABORATION TECHNIQUE P. CRASSOUS





## A. MÉTHODOLOGIE

L'étude hydrologique au niveau du site de PENLY est effectuée sur quatre points. Trois stations (A, B, C) sont positionnées suivant une radiale au droit du site. Le quatrième point (D) constitue la référence "hors tache thermique", à l'écart de la zone d'échauffement des eaux prévue par les rejets de la centrale (figure I.1).

Les échantillons sont prélevés en chaque point à 3 niveaux : sub-surface, mi-profondeur et au-dessus du fond. Le passage sur les points de la radiale ont lieu aux étales de pleine mer et de basse mer. Les prélèvements au point "hors zone" sont théoriquement effectués entre les deux passages sur la radiale.

Les bouteilles utilisées sont de type Niskin, les thermomètres à renversement de chez Richter et Wiese. Seules les températures et les profondeurs Secchi sont lues *in situ*. Les autres caractéristiques physicochimiques sont déterminées au laboratoire après stockage des échantillons.

Les paramètres étudiés sont les suivants : salinité, oxygène, ammoniacque, nitrites, nitrates, phosphates, silicates, matières en suspension. La filtration des échantillons, pour la pesée des matières en suspension, est faite sur le bateau. Le détail des méthodes d'analyses est développé en annexe.

Les missions sont réalisées le plus régulièrement possible tous les mois, à bord du bateau de DIEPPE, le "Sandrine-Sylvie", dont le patron est Monsieur GUEDON. Ces missions dites "lourdes" couvrent tous les points face au site. Des missions intermédiaires ou "légères" correspondant à des échantillonnages restreints : sub-surface au point B médian de la radiale et, si possible, au point D hors zone, sont effectuées à bord du "Petit Jean" (patron Monsieur DELACROIX). Ces missions s'intercalent entre les missions lourdes.

TABLEAU II.1 - CALENDRIER  
DES CAMPAGNES

N° CAMPAGNE	DATE THEORIQUE	DATE REELLE
PY 1'	2 Février 78	7 Février 78
PY 1	14 Février 78	23 Février 78
PY 2'	2 Mars 78	6 Mars 1978
PY 2	14 Mars 78	4 Avril 78
PY 3'	4 Avril 78	28 Avril 78
PY 3	20 Avril 78	18 Avril 78
PY 4'	27 Avril 78	*
PY 4	19 Mai 78	20 Mai 78
PY 5'	30 Mai 78	31 Mai 78
PY 5	15 Juin 78	13 Juin 78
PY 6'	29 Juin 78	*
PY 6	11 Juillet 78	11 Juillet 78
PY 7'	27 Juillet 78	27 Juillet 78
PY 7	10 Aout 78	10 Août 78
PY 8'	29 Aout 78	29 Août 78
PY 8	12 Septembre 78	13 Septembre 78
PY 9'	26 Septembre 78	*
PY 9	10 Octobre 78	10 Octobre 78
PY 10'	25 Octobre 78	24 Octobre 78
PY 10	7 Novembre 78	8 Novembre 78
PY 11'	23 Novembre 78	21 Novembre 78
PY 11	7 Décembre 78	6 Décembre 78
PY 12'	21 Décembre 78	20 Décembre 78
PY 12	4 Janvier 79	23 Janvier 79

\* Pas de sortie en raison du mauvais temps

Ainsi, une sortie sur le terrain est prévue tous les 14 jours. Le tableau II.1 résume les dates théoriques et effectives de sortie, ainsi que les motifs d'empêchement. Les mauvaises conditions météorologiques sont les causes essentielles des modifications des dates de sorties ou des annulations.

## B) RÉSULTATS

### I) VARIATIONS SAISONNIERES

#### 1) Température (figure II.②)

Les moyennes de température présentent un pic de  $17,30^{\circ}\text{C}$  en septembre, avec une valeur maximale de  $17,92^{\circ}\text{C}$ . Les valeurs moyennes minimales sont de  $4,72^{\circ}\text{C}$  en février 1978 et  $4,18^{\circ}\text{C}$  en janvier 1979, avec une valeur extrême minimale de  $3,67^{\circ}\text{C}$ . L'évolution entre ces valeurs moyennes est régulière, bien que la chute de septembre 1978 à janvier 1979 soit plus rapide que la croissance des températures, de février à septembre 1978. Les moyennes montrent en effet 3 légers paliers : du début à fin avril, de juin à juillet et de août à septembre. L'homogénéité la plus grande est observée au début d'avril (voir sur figure ) ( $\delta t = 0,70^{\circ}\text{C}$ ), mais, il faut signaler l'échantillonnage incomplet correspondant à cette mission. Les plus grandes hétérogénéités ( $\delta t = 1,4^{\circ}\text{C}$  et  $1,7^{\circ}\text{C}$ ) se présentent respectivement en septembre et décembre 1978. L'amplitude maximale des températures moyennes mensuelles est  $13,2^{\circ}\text{C}$  au cours de ce 1er cycle d'études.

## 2) Salinité (figure II.1a)

Les moyennes des salinités évoluent moins régulièrement que celles des températures. Il est en effet possible de distinguer deux maxima : 33,36 ‰ en août et 33,98 ‰ en décembre, et deux minima : 32,41 ‰ début d'avril et 33,26 ‰ en septembre. Les moyennes extrêmes de fin d'été sont moins prononcées que celles d'hiver et début de printemps. L'hétérogénéité des salinités est assez prononcée, et atteint 1,6 ‰ en décembre 1978. L'amplitude maximale des salinités moyennes est de 1,58 ‰. Les valeurs les plus extrêmes varient de 32,25 ‰ au début d'avril à 34,34 ‰ en décembre.

## 3) $\sigma_t$ (figure II.1b)

La densité de l'eau de mer est exprimée par un paramètre défini de la façon suivante :

$$\sigma_t = 1000 (p - 1.026)$$

où  $p$  est une fonction de la température et de la salinité estimée par des tables.

Le  $\sigma_t$  moyen évolue aussi régulièrement que la température moyenne. La moyenne maximale atteint 26,42 en janvier 1979 tandis que la moyenne minimale descend à 24,10 en septembre. Un minimum, moins prononcé, se remarque début avril. Les valeurs les plus extrêmes sont de 26,64 en janvier 1979 et 23,86 en septembre 1978. L'amplitude maximale des  $\sigma_t$  moyens est de 2,33 au cours du cycle d'études. Au niveau des campagnes, la plus grande hétérogénéité des valeurs de  $\Delta\sigma_t$  observées correspond à  $\sigma_t = 0,72$  en janvier 1979 et la plus grande homogénéité avec  $\Delta\sigma_t = 0,25$  apparaît en octobre 1978.

## 4) Matières en suspension (figure II.2)

Les matières en suspension montrent de faibles variations des valeurs moyennes : l'amplitude maximale est de 9,5 mg/l. Par contre, elles présentent des grandes amplitudes au cours d'une même campagne. Les valeurs extrêmes maximales se trouvent en février (55,5 mg/l), mai (43 mg/l), septembre 1978 (46,5 mg/l) et janvier 1979 (35 mg/l). Une seule valeur minimum est remarquable : 6,3 mg/l en août 1978. La moyenne est maximale (20 mg/l) en février et septembre 1978, et minimale (10,5 mg/l) fin avril 1978.

### 5) Secchi (figure II.3)

La moyenne des profondeurs secchi est plus faible en décembre 1978 : 2,80 m et plus élevée en mars-avril-mai, avec la moyenne maximale de 5,10 m en avril. Les valeurs extrêmes sont de 10 m en février (correspondance au point côtier A, étale de pleine mer) et 50 cm ce même mois (correspondance au point côtier A, étale de basse mer). D'une façon générale, le secchi le plus élevé correspond au point C (large de la radiale) et le plus bas au point côtier A, à l'étale de basse mer.

### 6) Oxygène en concentration et en pourcentage de saturation (figures II.4 et 5)

Les moyennes de concentrations en oxygène sont minimales en septembre, avec  $5,15 \text{ mlO}_2/1$ , et maximales fin avril avec  $7,25 \text{ mlO}_2/1$ . Le mois de juin montre la concentration la plus élevée :  $8,35 \text{ mlO}_2/1$ , ainsi que le plus fort pourcentage de saturation en oxygène : 140 %. Un autre maximum en pourcentage de saturation se présente en août : 136,5 %. Les valeurs les plus faibles sont observées avant avril : 94 % et après septembre : 87,5 % en septembre, 94,5 % en octobre, 90 % en décembre 1978 et 94 % en janvier 1979.

### 7) Sels nutritifs

#### a) Les nitrates (figure II.6)

Les concentrations moyennes présentent un maximum au début du mois d'avril ( $26 \mu\text{atgN}/1$ ) suivi d'une chute brutale jusqu'à la mi-juin ; l'abaissement des concentrations moyennes se poursuit plus lentement jusqu'à la mi-août ( $1,4 \mu\text{atgN}/1$ ). Les concentrations moyennes s'élèvent ensuite, jusqu'en janvier 1979 ( $15 \mu\text{atgN}/1$ ), mais il ne semble pas que le maximum du début 1978 soit atteint au début 1979. Les valeurs extrêmes sont toujours supérieures à 0 ( $0,17 \mu\text{atgN}/1$  en juin) et s'élèvent jusqu'à  $31,5 \mu\text{atgN}/1$  début avril.

b) Les nitrites (figure II.7)

Le maximum des concentrations moyennes ( $0,72 \mu\text{atgN/l}$ ) est atteint début avril, comme pour les nitrates. Les concentrations s'abaissent cependant très rapidement et, au début de la 2<sup>ème</sup> quinzaine d'avril, la moyenne n'est plus que de  $0,30 \mu\text{atgN/l}$ . La chute se montre ensuite plus lente, jusqu'en juillet ( $0,08 \mu\text{atgN/l}$ ). Les concentrations moyennes s'élèvent jusqu'à  $0,27 \mu\text{atgN/l}$  en octobre puis se stabilisent en fin d'automne autour de  $0,20 \mu\text{atgN/l}$ . Les valeurs extrêmes sont de  $0,02 \mu\text{atgN/l}$  en juillet et  $1,35 \mu\text{atgN/l}$  début avril.

c) L'ammoniaque (figure II.8)

L'ammoniaque montre de grandes variations, et sur les 12 mois d'étude, il est possible de déterminer 3 périodes de moyennes élevées : fin d'hiver - début du printemps, fin de printemps, fin d'été. Trois périodes d'épuisement les séparent : printemps, été, fin d'automne. Les valeurs extrêmes sont de  $4,44 \mu\text{atgN/l}$  en septembre et  $0,02 \mu\text{atgN/l}$  en novembre. La moyenne maximale atteint  $2,44 \mu\text{atgN/l}$  en septembre et le minimum descend jusqu'à  $0,2 \mu\text{atgN/l}$  fin avril.

d) Les phosphates (figure II.9)

La moyenne des concentrations en phosphates est maximale au début du mois d'avril :  $4,6 \mu\text{atgP/l}$  et chute à  $1,6 \mu\text{atgP/l}$  au début de la deuxième moitié d'avril. Sa diminution est ensuite plus lente, jusqu'en juillet ( $0,20 \mu\text{atgP/l}$ ) et elle réaugmente régulièrement pour atteindre  $1,50 \mu\text{atgP/l}$  en janvier 1979. Les valeurs les plus extrêmes sont de  $6,5 \mu\text{atgP/l}$  en février,  $8 \mu\text{atgP/l}$  au début d'avril et  $2,5 \mu\text{atgP/l}$  en août et descendent à  $0,05 \mu\text{atgP/l}$  en juillet.

e) Les silicates (figure II.10)

La concentration moyenne des silicates s'élève durant l'hiver et atteint  $12 \mu\text{atgSi/l}$  au début du printemps (début avril). Elle s'abaisse en été et se stabilise à  $1,8 \mu\text{atgSi/l}$  en juillet et août, avant de réaugmenter rapidement jusque en octobre. En octobre-novembre une seconde stabilisation ( $6,8 \mu\text{atgSi/l}$ ) précède une élévation rapide jusque la fin du cycle d'étude. Les valeurs extrêmes maximales sont élevées :  $16,7 \mu\text{atgSi/l}$  début avril,  $16,2 \mu\text{atgSi/l}$  en mai,  $9 \mu\text{atgSi/l}$  en juillet,  $12,2 \mu\text{atgSi/l}$  en octobre et  $14,7 \mu\text{atgSi/l}$  en juillet,  $12,2 \mu\text{atgSi/l}$  en octobre et  $14,7 \mu\text{atgSi/l}$  en janvier. La concentration extrême minimale descend à  $0,02 \mu\text{atgSi/l}$  en juin et s'annule en juillet.



## II) VARIATIONS AU COURS DE LA MAREE

L'influence des courants de marée se manifeste parfois aux étales, par des modifications de structure hydrologique. Il apparait en effet un "étirement" des masses d'eaux, qui conduit à une tendance à la stratification. Ceci se rencontre au niveau des salinités (figure II.11, septembre 1978), des températures (figure II.12, juin, juillet 1978), des  $\sigma_t$  (figure II.13, juillet 1978), et des nitrites (figure II.17, novembre 1978). La distribution de l'ammoniaque (figure II.16) n'est modifiée, à l'étale de basse mer, que par une progression des masses d'eaux vers le large. Les silicates (figure II.20) présentent parfois une plus grande homogénéité de concentrations à l'étale de basse mer : février, fin avril, juillet (appauvrissement), novembre et décembre 1979.

## III) VARIATIONS LE LONG DE LA RADIALE ET SUR LA COLONNE D'EAU

### 1) Les températures

Les variations de température, le long de la radiale (figures II.12) font apparaître un gradient côte-large stable. Durant les mois de type hivernal les températures les plus basses sont côtières tandis que durant les mois de type estival, elles sont plus éloignées des côtes. La transition s'est faite en avril 1978, pour le passage de la distribution de type hivernal à estival, et en septembre 1978 - octobre 1978 pour le passage inverse.

En mai 1978 le gradient côte-large évolue vers une stratification avec les eaux les plus froides au niveau du fond. Cette stratification se retrouve en août 1978, mais un mauvais fonctionnement de certains thermomètres ne permet pas de considérer les températures de fond. En septembre 1978 la stratification se retrouve au point C avec un gradient inversé, correspondant à une augmentation de  $0,17^\circ\text{C}/\text{m}$  sur 18 m, vers le fond à l'étale de haute mer. L'instabilité qui en résulte conduit au renversement du gradient côte-large, celui-ci devient de type hivernal en octobre.

Au mois d'avril, les températures sont homogènes dans l'ensemble : les valeurs extrêmes mesurées à l'étales de haute mer sont de 7,75°C à 7,80°C, y compris pour le point "hors zone".

2) Les salinités (figures II.11)

Les salinités présentent un gradient côte-large permanent, stable, avec des eaux côtières plus douces que les eaux du large. Le tableau II.2 présente les différences entre les salinités moyennes sur la colonne d'eau :  $\Delta S^{\circ}/\text{‰}$ , entre le point côtier A et le point C large. Nous avons sélectionné les mois où ces valeurs sont les plus extrêmes.

Dates des missions	$\Delta S^{\circ}/\text{‰}$ moyen HM	$\Delta S^{\circ}/\text{‰}$ moyen BM
02/78	0.390	0.330
05/78	0.070	0.297
08/78	0.504	0.301
09/78	0.410	0.183
10/78	0.370	0.270
11/78	0.407	0.326
12/78	0.610	0.410

TABLEAU II.2 : DIFFÉRENCES ENTRE LES SALINITÉS MOYENNES SUR LA COLONNE D'EAU :  $\Delta S^{\circ}/\text{‰}$ , ENTRE LE POINT A CÔTIER ET C LARGE.

3) Les variations du  $\sigma_t$  (figures II.13)

Elles sont régulières de la côte vers le large, la frange d'eau côtière étant la moins dense. Aucune particularité n'apparaît le long de la radiale, hormis la stratification durant le mois d'août. La comparaison des  $\frac{\Delta \sigma}{\Delta p}$  = variation du  $\sigma_t$  en fonction de la profondeur en mètres, montre que les plus faibles variations de densité sur la colonne d'eau sont observées en février 1978, où  $\frac{\Delta \sigma}{\Delta p}$  varie de 0,001 à 0,004 le long de la radiale ABC aux étales (tableau II.3).

TABLEAU II-3 : Valeurs du rapport  $\frac{\Delta\sigma}{\Delta p}$  pour chaque point au cours des douze mois d'études.

( $\Delta\sigma$  = différence entre deux densités et  $\Delta p$  = différence, en mètres, entre les deux profondeurs considérées)

		Point A	Point B	Point C
Février 1978	EHM	0,001 - /	0,004 - 0,002	0,002 - 0,001
	EBM	0,004 - /	0,002 - 0,002	0,004 - 0,001
Mars 1978	EHM	/ - /	/ - /	/ - /
	EBM	0 - 0,012	0 - 0,004	0 - 0,001
Avril 1978	EHM	0,001 - 0,011	0,002 - 0,008	0 - 0,005
	EBM	0,008 - 0,004	0,025 - 0,020	0,006 - 0,003
Mai 1978	EHM	0,011 - /	0,005 - /	0,004 - /
	EBM	0,012 - /	0,020 - 0,006	0,007 - /
Juin 1978	EHM	0 - 0,002	0,006 - 0,002	0,004 - 0
	EBM	/ - 0,012	0,014 - /	0 - 0,012
Juillet 1978	EHM	0,012 - 0,004	0,006 - 0	0,003 - 0
	EBM	0,014 - /	0,004 - 0	0,024 - 0,014
Août 1978	EHM	0,012 - /	0 - /	0,003 - /
	EBM	0,008 - /	0,004 - /	0,019 - /
Septembre 1978	EHM	0,001 - 0	0,007 - 0,007	0,023 - 0,043
	EBM	0,004 - 0,002	0,018 - 0,010	0,034 - 0,004
Octobre 1978	EHM	0,004 - /	0,009 - /	0,001 - /
	EBM	0,002 - /	0,001 - /	0,001 - /
Novembre 1978	EHM	0,002 - 0,006	0,001 - 0,005	0 - 0,005
	EBM	0,012 - 0,006	0 - 0	0,004 - 0,004
Décembre 1978	EHM	0,064 - 0,058	0,017 - 0	0 - 0,002
	EBM	0 - /	0,004 - 0,004	0,014 - 0,004
Janvier 1979	EHM	0,004 - 0,002	0,053 - 0	/ - /
	EBM	0,004 - /	0,004 - 0,007	0 - /

LEGENDE : EHM = Etale de Haute Mer

EBM = Etale de Basse Mer

Chaque valeur est calculée à partir de la différence entre deux densités obtenues à deux profondeurs différentes. Ceci explique l'obtention des deux valeurs qui peuvent figurer pour un point donné, lorsque les mesures ont été faites à trois niveaux.

4) Les matières en suspension (figures II.14)

Elles se montrent en général plus abondantes au point côtier A, ou au niveau du fond. Leur répartition est régulière, avec une diminution vers le large. La plus forte teneur (55,39 mg/l) est observée au point côtier A à 5 m de profondeur, à l'étale de basse mer, en février 1978. La plus faible teneur (6,23 mg/l) est obtenue au point médian de la radiale, à mi-profondeur, à l'étale de haute mer en mai 1978.

5) L'oxygène (figures II.15)

L'oxygène se distribue de la côte vers le large, en concentrations croissantes ou décroissantes. L'augmentation des concentrations en oxygène vers la côte est particulièrement marquée au mois de février et début avril à l'étale de haute mer. L'évolution inverse se remarque en juin à l'étale de haute mer, en juillet et août à l'étale de basse mer.

6) Les sels nutritifs (figures II.16 à II.20)

Ils évoluent plus ou moins régulièrement :

- les phosphates (figures II.19) présentent quelques gradients côte-large en février 1978 (EBM), septembre 1978 (EHM) et décembre 1978 (EBM) ; quelques stratifications sont observables : en avril 1978 et en août 1978,
- les silicates (figures II.20) sont répartis régulièrement suivant des concentrations décroissantes vers le large ; les mois les plus caractéristiques sont juillet 1978, septembre 1978 et novembre 1978 à l'étale de haute mer,
- les nitrates (figures II.18) montrent un gradient côte-large décroissant en février 1978, novembre 1978 (EHM) et janvier 1979 (EBM). Parfois, le gradient surface-fond prédomine, qu'il soit croissant, janvier 1979 (EBM) ou décroissant, mai 1978 (EBM) ; la répartition est très homogène en juillet-août 1978,

- les nitrites (figures II.17) se répartissent également de façon irrégulière : tantôt suivant un gradient côte-large décroissant (février 1978 : EBM), juillet et octobre 1978), tantôt suivant des couches stratifiées : juin et septembre 1978,
- les concentrations en ammoniacque (figures II.16) évoluent toutes, quel que soit le mois, suivant un gradient côte-large décroissant.

## C) DISCUSSION

### I) INFLUENCES CLIMATIQUES SUR LES VARIATIONS SAISONNIERES

Précipitations, températures de l'air et vents sont des facteurs climatiques influant directement les masses d'eaux.

Parmi les caractéristiques physiques de celles-ci, la température de l'eau dépend de la température de l'air, des vents et des courants. Le maximum des températures de l'air, en juillet (figure I.6), est suivi d'un maximum dans l'eau en septembre 1978 (figure II.0).

Les vents (figure I.7) agissent d'une façon générale sur la structure des masses d'eaux, et leur influence se fait sentir au niveau de la stratification. La prédominance des vents de Sud-Sud-Ouest en automne, Nord-Est et Est au printemps, n'affecte pas ou peu la structure des masses d'eaux. Celles-ci présentent alors un gradient côte-large permanent. Par contre, en été, les vents d'Ouest, Nord-Nord-Ouest même faibles ou modérés, favorisent la tendance vers une stratification (figure II.12).

Les précipitations (figure I.5) influent sur les salinités et les sels nutritifs, avec un temps de latence de deux mois environ :

- les fortes précipitations de la seconde moitié de l'année 1977 et début de l'année 1978 sont probablement la cause de la dessalure importante du mois d'avril (figure II.1a, ainsi que la richesse des eaux en sels nutritifs au début de ce mois : nitrates (figure II.6), nitrites (figure II.7), ammoniacque (figure II.8), phosphates (figure II.9) et silicates (figure II.10),

- le maximum des précipitations de juillet 1978 serait responsable de la dessalure de septembre,
- les salinités élevées de juillet-août correspondent à la relative sécheresse du mois de mai ; celle-ci ne permettant pas l'apport de sels nutritifs, épuisés par l'activité des organismes phytoplanctoniques, on peut en observer alors le minimum,
- les salinités maximales observées en décembre 1978 sont dues aux faibles précipitations des mois d'août à novembre 1978.

Il est intéressant de remarquer le décalage de deux mois existant entre les maxima de précipitations (figure I.5) et les maxima de concentrations en ammoniacque (figure II.8). Contrairement aux autres sels nutritifs, ce décalage s'observe tout au long du cycle d'études. De plus, chaque maximum de concentrations en ammoniacque se superpose avec un minimum de salinité (figure IIIa : début avril, septembre). Inversement, aux maxima de salinité juillet, août et décembre 1978, correspondent des minima de concentration en ammoniacque.

L'apport d'ammoniacque par les eaux d'origine tellurique -celles-ci résultant des précipitations- expliquerait ces variations. Il faut cependant considérer l'instabilité des ions ammonium, et il est difficile de croire à leur maintenance dans les eaux d'origine continentale durant deux mois.

D'autre part, le délai de deux mois observé entre les précipitations et l'arrivée des eaux drainées sur le site correspondrait à la durée de l'écoulement des eaux de la Seine. L'importance du bassin versant de cette dernière, et les directions des courants résiduels au niveau du site pourraient l'expliquer.

### II) INFLUENCE DES COURANTS DE MAREE SUR LES VARIATIONS JOURNALIERES

(figure II.11 à figure II.20)

Comme nous l'avons déjà vu au paragraphe II-B-II, le passage de l'étale de haute mer à basse mer entraîne une modification dans la structure hydrologique. Il paraît intéressant de dégager également l'influence des courants de marée sur la qualité des eaux.

L'étale de haute mer montre le résultat de l'influence des courants de flot, tandis que l'étale de basse mer présente le bilan des courants de jusant.

Ainsi, le flot apporte des eaux plus salées et plus pauvres en sels nutritifs et matières en suspension. Leur teneur en oxygène est, en général, plus faible\*. La température de ces eaux est plus élevée que celle de jusant en octobre, novembre et décembre 1978 et inversement durant les autres mois.

Les courants de jusant laissent des eaux moins salées, plus riches en sels nutritifs et en matières en suspension. La concentration en oxygène dissous y est plus élevée.

### III) GRADIENT COTE-LARGE ET THERMOCLINE (figures II.11 à II.20)

L'étude de la structure hydrologique a mis en évidence l'existence d'un gradient côte-large. La stratification, bien que souvent présente, n'apparaît que rarement sur les graphiques II.11 à II.20, et seuls les gradients côte-large prédominent pour plusieurs paramètres.

Parmi ceux-ci, la température et la salinité présentent un gradient stable et permanent. Remarquons cependant, pour la température, le passage à une stratification verticale en mai et août.

La répartition des sels nutritifs suit un gradient côte-large plus ou moins stable. L'ammoniaque est le plus régulièrement distribué de la côte vers le large, ce qui souligne son origine continentale.

\*Comme nous le verrons au paragraphe "corrélations", durant les mois de mai, juin, juillet les eaux océaniques sont plus riches en oxygène que les eaux côtières. Ceci apparaît contradictoire en raison de l'influence négative de la salinité sur la solubilité de l'oxygène dissous.

Les matières en suspension sont également réparties suivant un gradient décroissant côte-large, conformément à leur origine terrigène.

La densité, représentée par le  $\sigma_t$ , suit un gradient côte-large croissant. Le tableau II.3 résume les variations du rapport  $\frac{\Delta\sigma}{\Delta p}$  au cours du premier cycle d'étude. Les plus faibles variations du rapport  $\frac{\Delta\sigma}{\Delta p}$  se rencontrent en janvier 1979 et février 1978, à une période où l'homogénéité des masses d'eaux est la plus marquée.

#### IV) COMPARAISON DES MASSES D'EAUX AUX DIFFERENTS POINTS ETUDIES (figure II. 21)

L'étude des diagrammes température-salinité permet la comparaison des différentes masses d'eaux rencontrées au cours des campagnes lourdes. Nous avons utilisé les moyennes par point, par mission lourde.

Le point C, extrémité la plus au large de la radiale, présente des caractéristiques les plus océaniques, avec des eaux plus fraîches qu'aux autres points de la radiale, du mois d'avril au mois de septembre 1978, et plus chaudes depuis octobre jusqu'à février.

Le point côtier A montre des caractéristiques inversées par rapport au point C, c'est-à-dire plus côtiers.

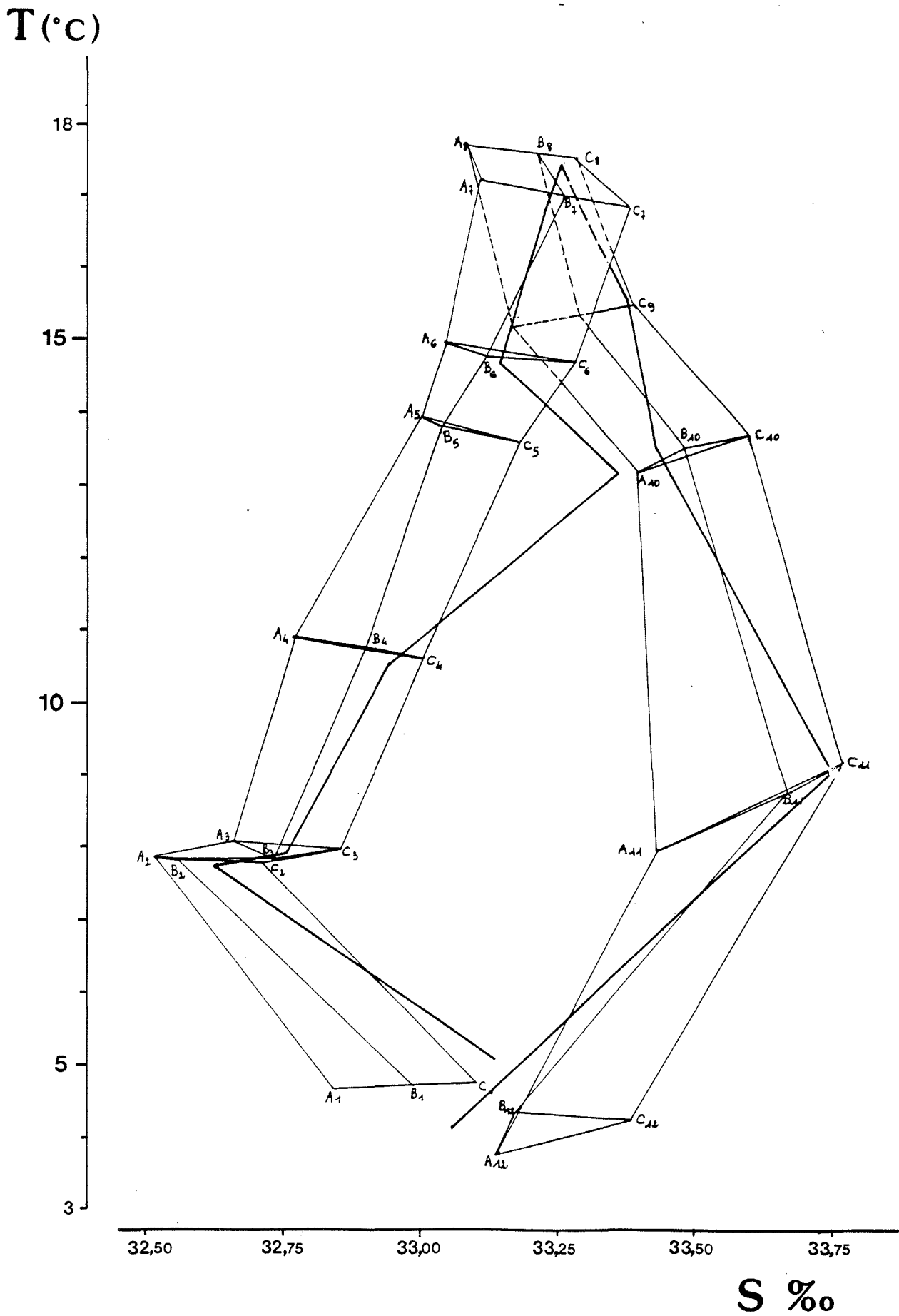
Le point B possède des caractéristiques intermédiaires entre elles, des points côtiers A et C, à l'exception du mois de janvier, où la température des eaux y est plus élevée qu'aux points A et C.

D'après le diagramme des points de la radiale, quatre périodes peuvent être distinguées :

- en janvier, les températures sont les plus basses :  $4,18^\circ\text{C}$  en moyenne. Les salinités moyennes sont de  $33,38 \text{ ‰}$ .
- en avril les salinités sont les plus basses :  $32,40 \text{ ‰}$  tandis que les températures commencent à s'accroître ( $7,78^\circ\text{C}$ ).



Figure II-21 : Diagramme  $T^{\circ} - S^{\circ}/\text{‰}$  pour les points A, B, C de la radiale, et le point hors-zone (D).



- en septembre les températures sont les plus élevées : 17,39°C de moyenne, et les salinités augmentent : 33,27 ‰,
- en décembre les salinités sont les plus élevées : 33,95 ‰ de moyenne. Les températures moyennes s'abaissent : 8,77°C.

Le point hors-zone D montre un diagramme température-salinité très proche de celui de la radiale. A certaines périodes il s'en éloigne cependant : en juin la salinité de l'eau est plus élevée (33,53 ‰) qu'au niveau de la radiale. En janvier la salinité est moindre (33,13 ‰) au lieu de 33,24 ‰ en A. En février le point D se montre plus océanique que les points de la radiale.

D'une façon générale le point hors-zone est assez semblable aux points de la radiale, au point de vue température et salinité.

#### V) ETUDE DES CORRELATIONS (voir matrices de corrélation en annexe)

La détermination de corrélation entre les paramètres physiques, chimiques et biologiques permet de définir les relations entre ces données. L'étude a porté sur des corrélations linéaires entre paramètres correspondant à chaque mois.

##### 1) Corrélations linéaires mensuelles

Salinité, sels nutritifs, oxygène et matières en suspension sont les paramètres chimiques mesurés.

##### Paramètres physiques et chimiques

Températures et salinités sont significativement corrélées négativement à 95 % en février, mai et juillet 1978, à 99 % en juin 1978, positivement à 90 % en octobre et novembre 1978 et à 99 % en décembre 1978. Ceci correspond à la température plus élevée des eaux du large durant la période hivernale, et à leurs températures plus froides durant la période printemps-été.

Parmi les sels nutritifs, nitrates et phosphates sont également corrélés négativement avec la température, en mai 1978 pour les phosphates, en juin 1978, octobre et novembre 1978 pour les nitrates. Ceci correspondrait à une chute de la concentration en sels nutritifs due à leur consommation par les organismes phytoplanctoniques, qui se développent au moment de l'élévation des températures.

## 2) Corrélations linéaires annuelles

### a) Corrélations entre paramètres physiques

Les corrélations entre paramètres physiques : températures et coefficients de marée n'apparaissent pas.

### b) Corrélations entre paramètres chimiques

La salinité est corrélée négativement à 99 % avec les sels nutritifs, ce qui souligne l'origine terrigène de ceux-ci. La corrélation est également négative avec l'oxygène.

L'oxygène est corrélé positivement à 99 % avec l'ammoniaque, plus faiblement avec les phosphates.

Les matières en suspension sont corrélées positivement avec les silicates.

### c) Corrélations physico-chimiques

Les températures sont corrélées négativement à 99 % avec les sels nutritifs (sauf l'ammoniaque) et l'oxygène. Il semblerait qu'il s'agit ici d'une corrélation indirecte, la température conditionnant d'abord l'activité chlorophyllienne qui, à son tour, serait responsable de la consommation des sels nutritifs.

Le pourcentage de saturation en oxygène est corrélé à 99 % avec la profondeur Secchi. La corrélation serait également indirecte : la limpidité de l'eau permettant une meilleure photosynthèse, productrice d'oxygène.

#### D. CONCLUSION

---

Pour l'année 1978, le site de Penly a présenté des valeurs limites de températures aux mois de janvier : 3,67°C et septembre : 17,92°C, tandis que les salinités extrêmes étaient observées aux mois d'avril : 32,25 ‰ et décembre : 34,34 ‰.

Parmi les concentrations en sels nutritifs, celles des nitrates s'élèvent à 31,5 µatgN/l au début du mois d'avril. Nitrates, nitrites et ammoniacque sont toujours présents même à l'état de traces.

La courantologie parallèle à la côte a pour effet de conserver leur identité physicochimique aux eaux côtières et du large. Le gradient côte-large apparaît d'autant mieux marqué que les paramètres concernés caractérisent le milieu océanique comme les salinités, ou la zone côtière : tels que les apports de matières en suspension, d'eaux douces, de sels nutritifs. Les températures présentent également un gradient côte-large qui s'inverse avec le passage d'une période de type estival à une période de type hivernal. L'inversion des gradients se traduit par une stratification, laquelle n'apparaît que transitoirement, et semble très soumise à l'action des vents.

FIGURES I I - 0 A I I - 2 0

Figure II- 0: Variations saisonnières des températures . Valeurs moyennes par mission ; valeurs maximales et minimales .

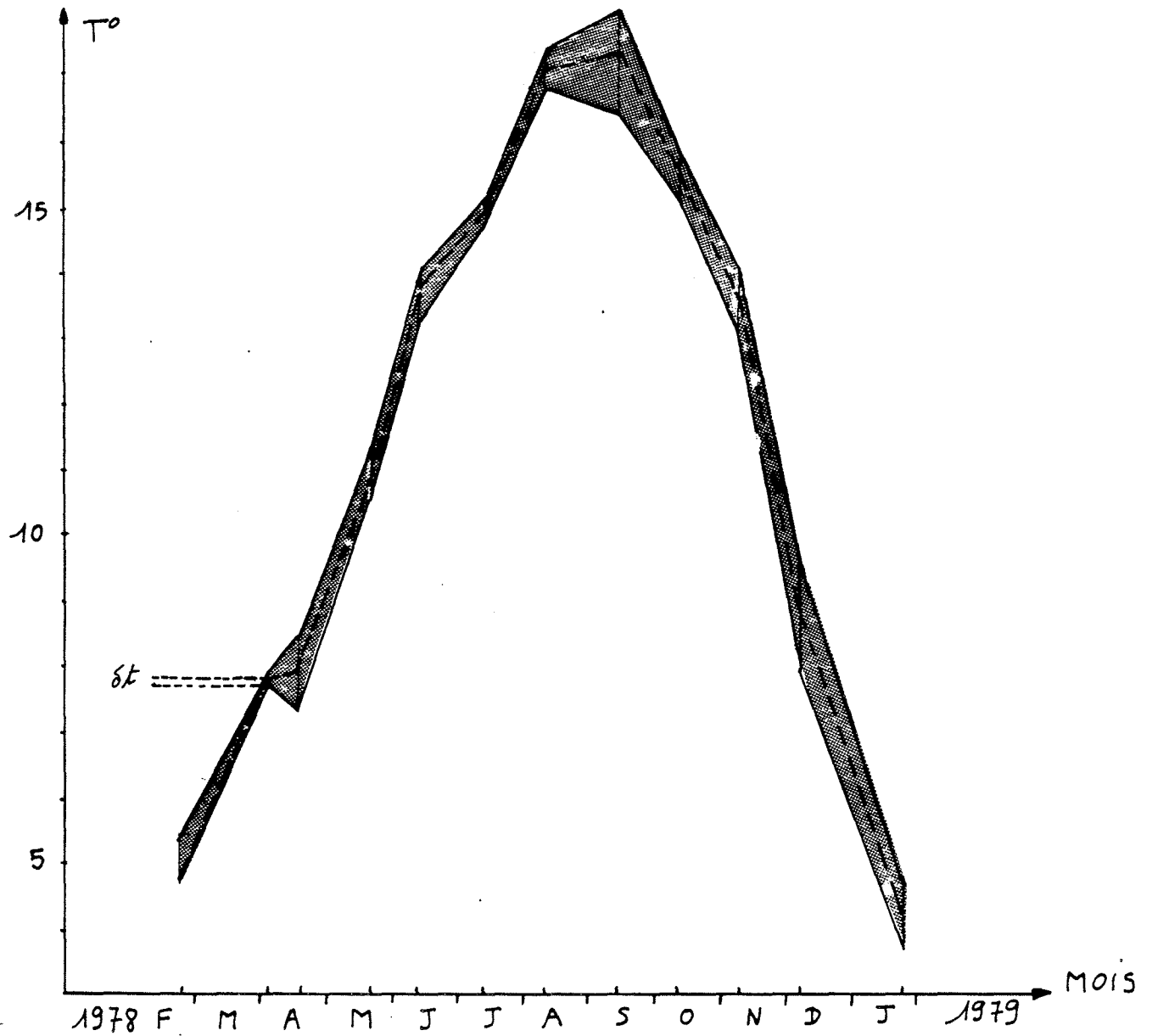


Figure II- 1a: Variations saisonnières des salinités . Valeurs moyennes par mission ; valeurs maximales et minimales .

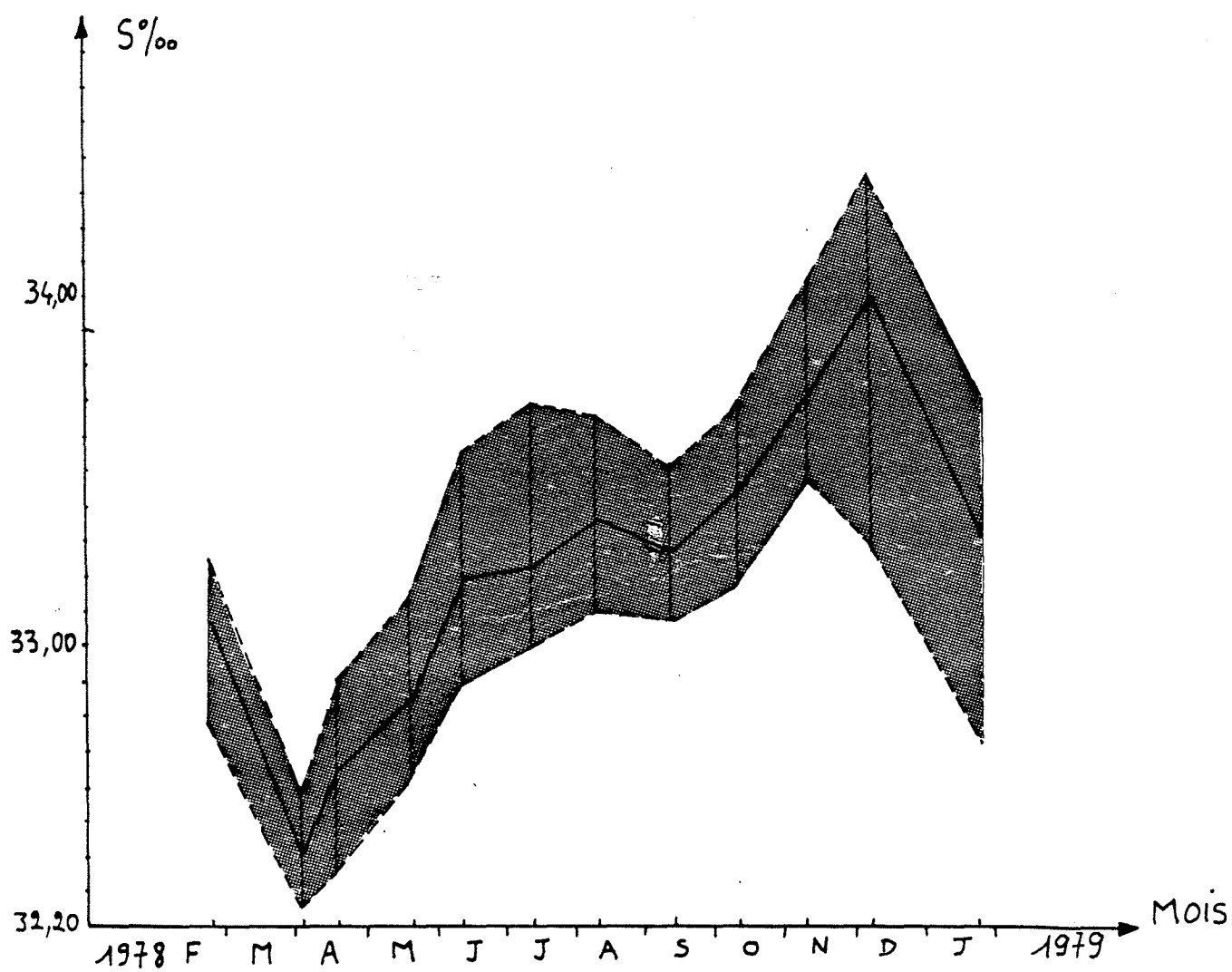


Figure II-1 : Variations saisonnières des  $\sigma_T$  . Valeurs moyennes par mission ; valeurs maximales et minimales .

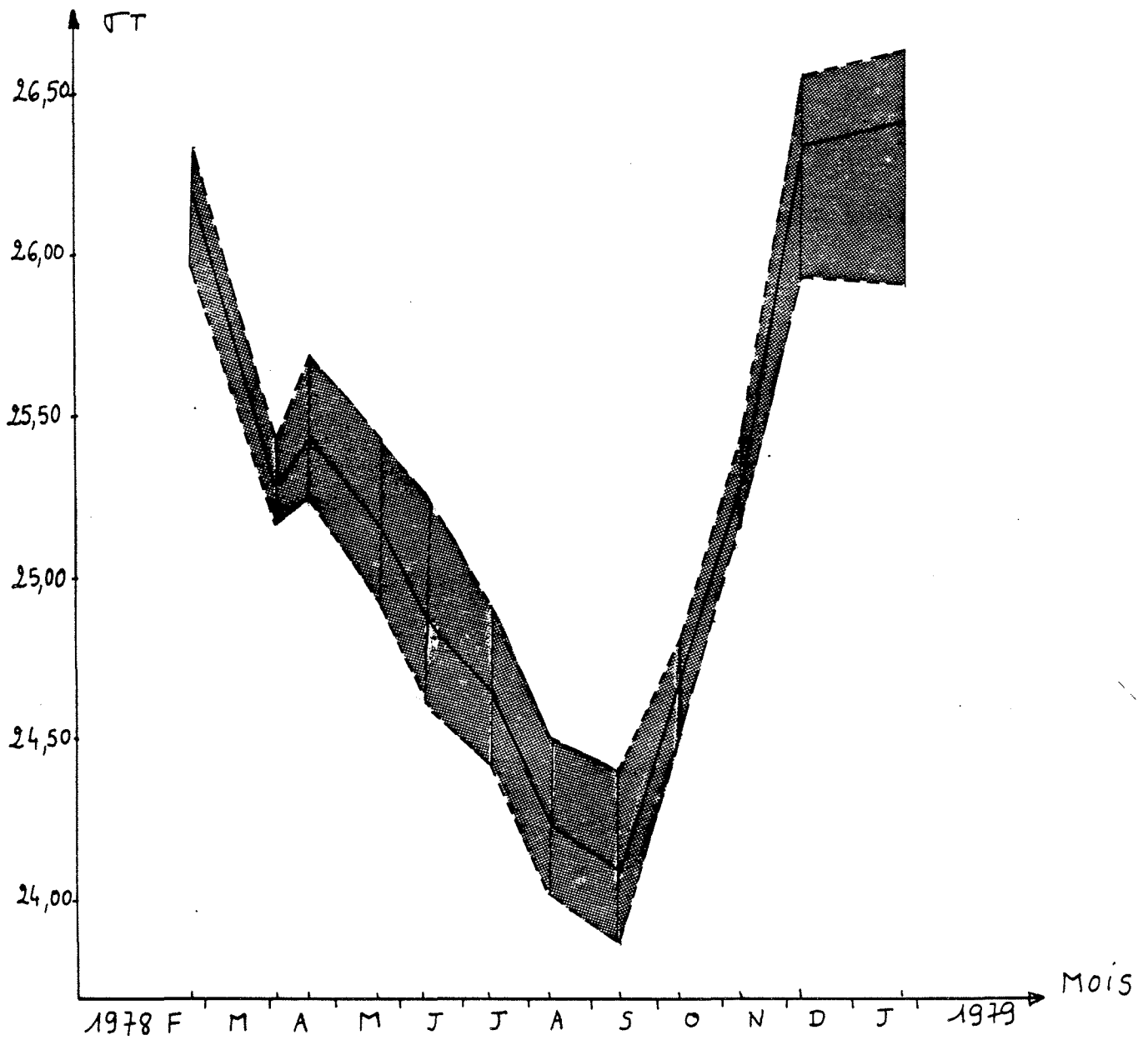




Figure II-2 : Variations saisonnières des matières en suspension . Valeurs moyennes par mission ; valeurs maximales et minimales .

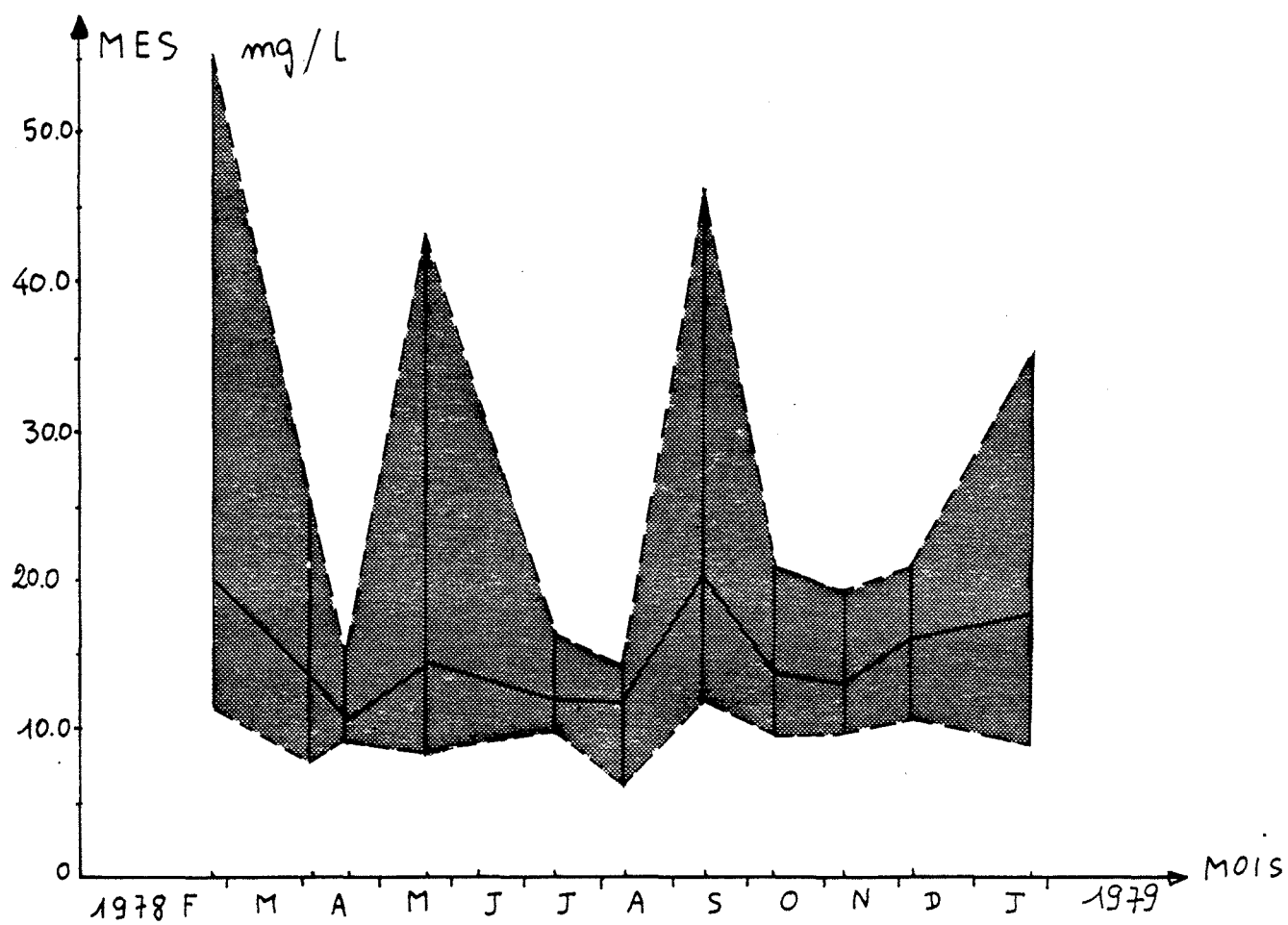
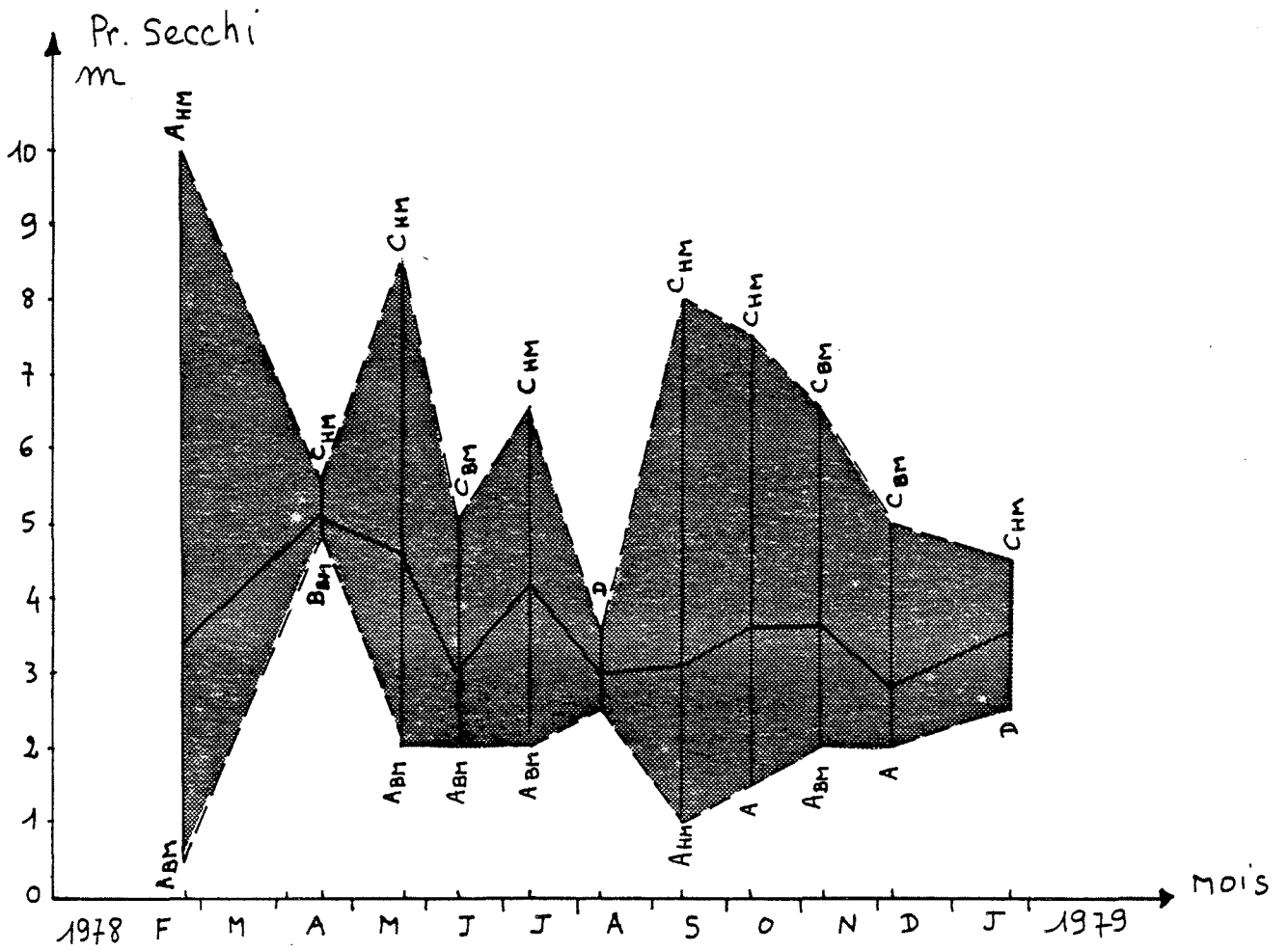


Figure II-3 : Variations saisonnières de la profondeur Secchi .Valeurs moyennes par mission ; valeurs maximales et minimales .



HM : HAUTE MER

BM : BASSE MER

Figure II-4 : Variations saisonnières des concentrations en oxygène dissous . Valeurs moyennes par mission ; valeurs maximales et minimales .

Figure II-5 : Variations saisonnières des pourcentages de saturation en oxygène . Valeurs moyennes par mission ; valeurs maximales et minimales .

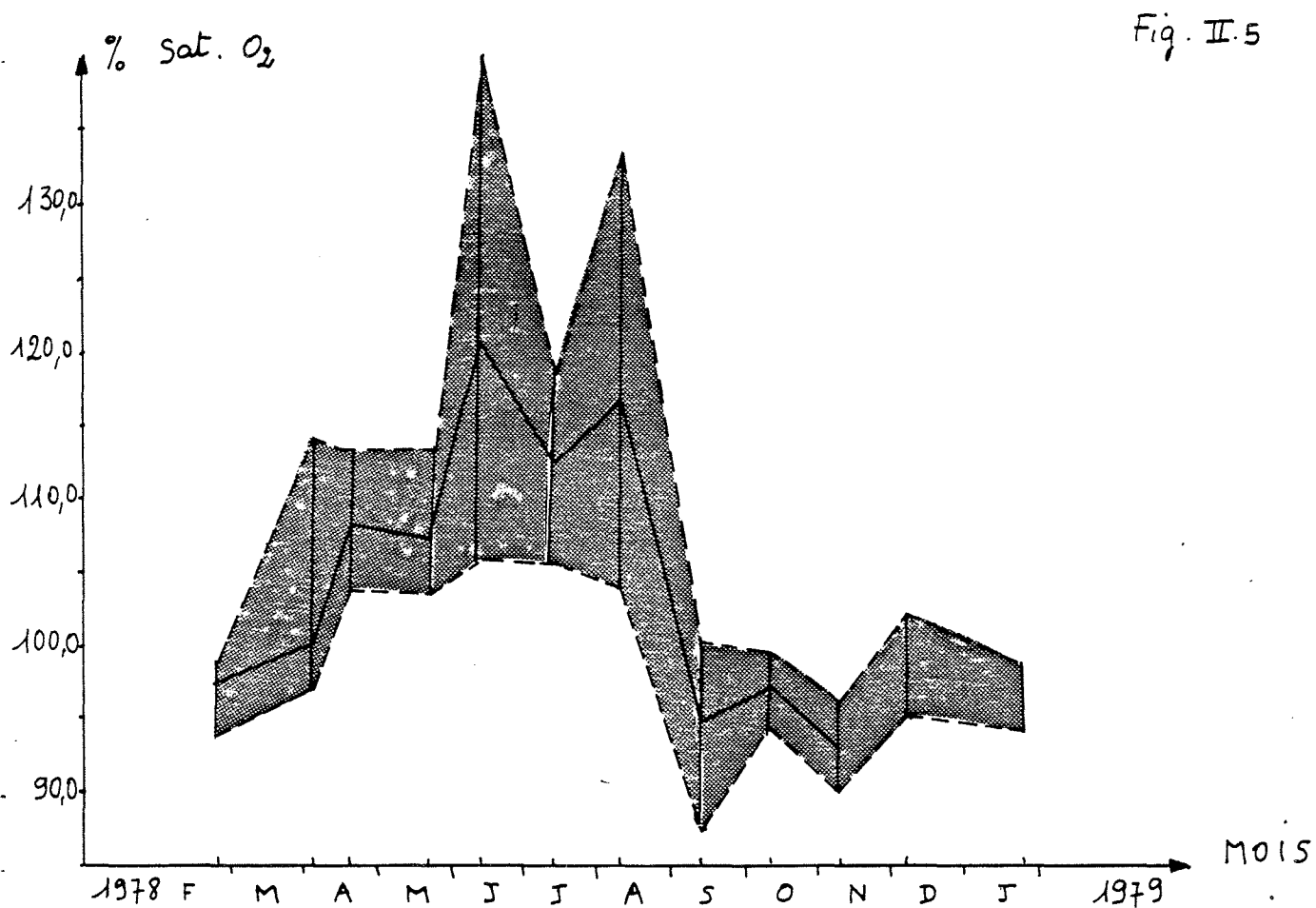
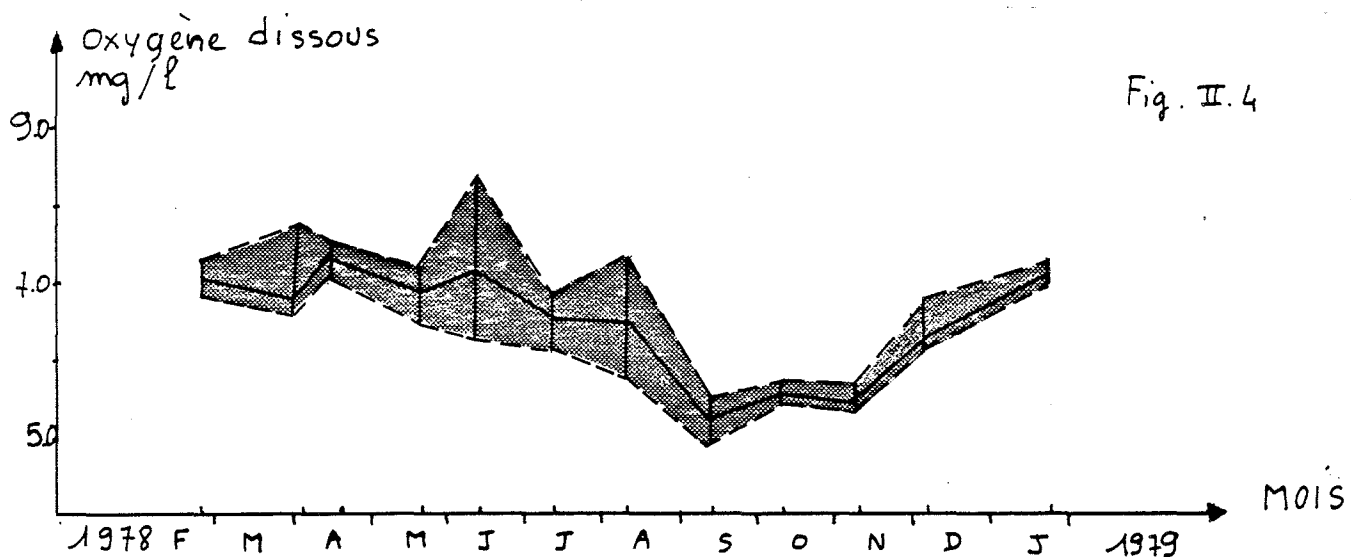


Figure II-6 : Variations saisonnières des concentrations en nitrates, en microatome-gramme  $N-NO_3$  / litre; valeurs moyennes par mission ; valeurs maximales et minimales .

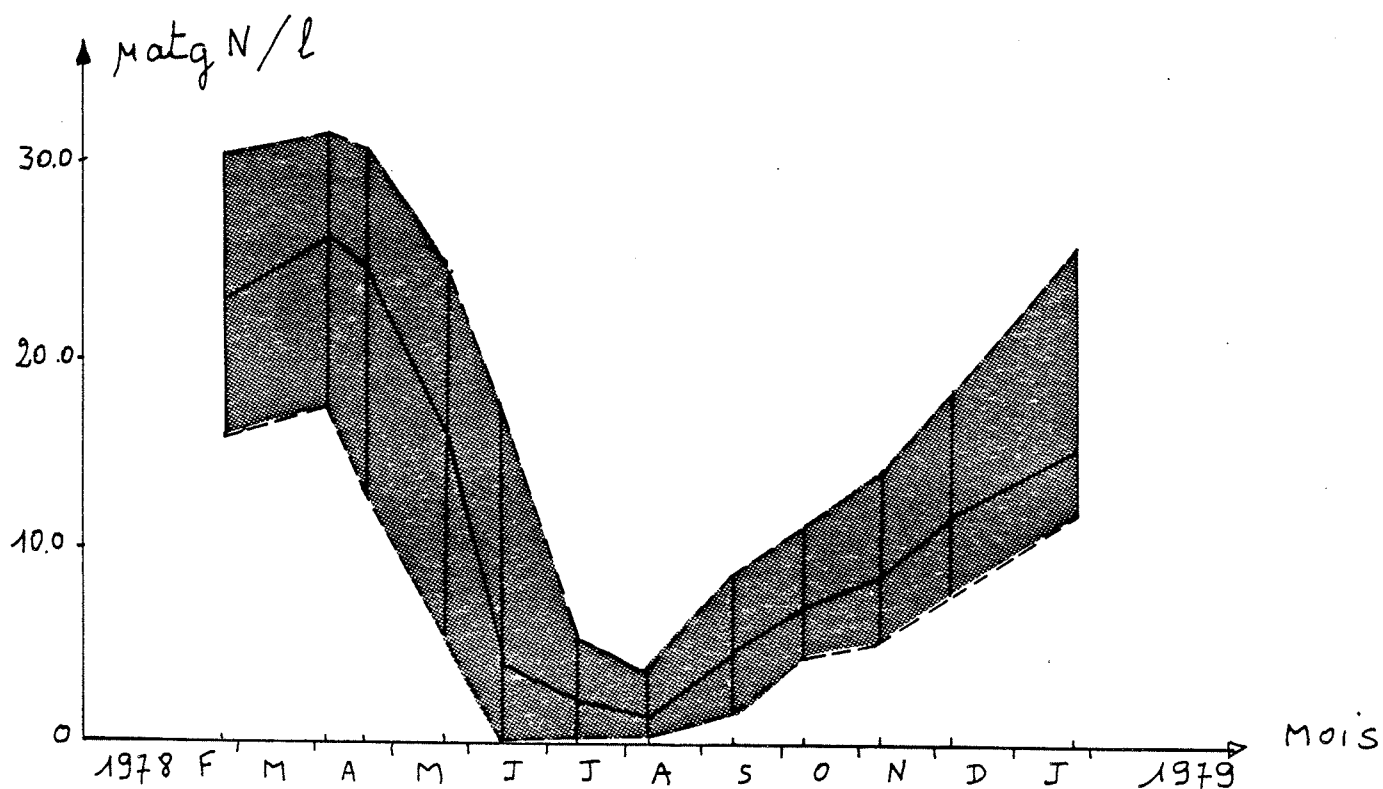


Figure II-7 : Variations saisonnières des concentrations en nitrites, en microatome-gramme  $N-NO_2$  / litre . Valeurs moyennes par mission ; valeurs maximales et minimales .

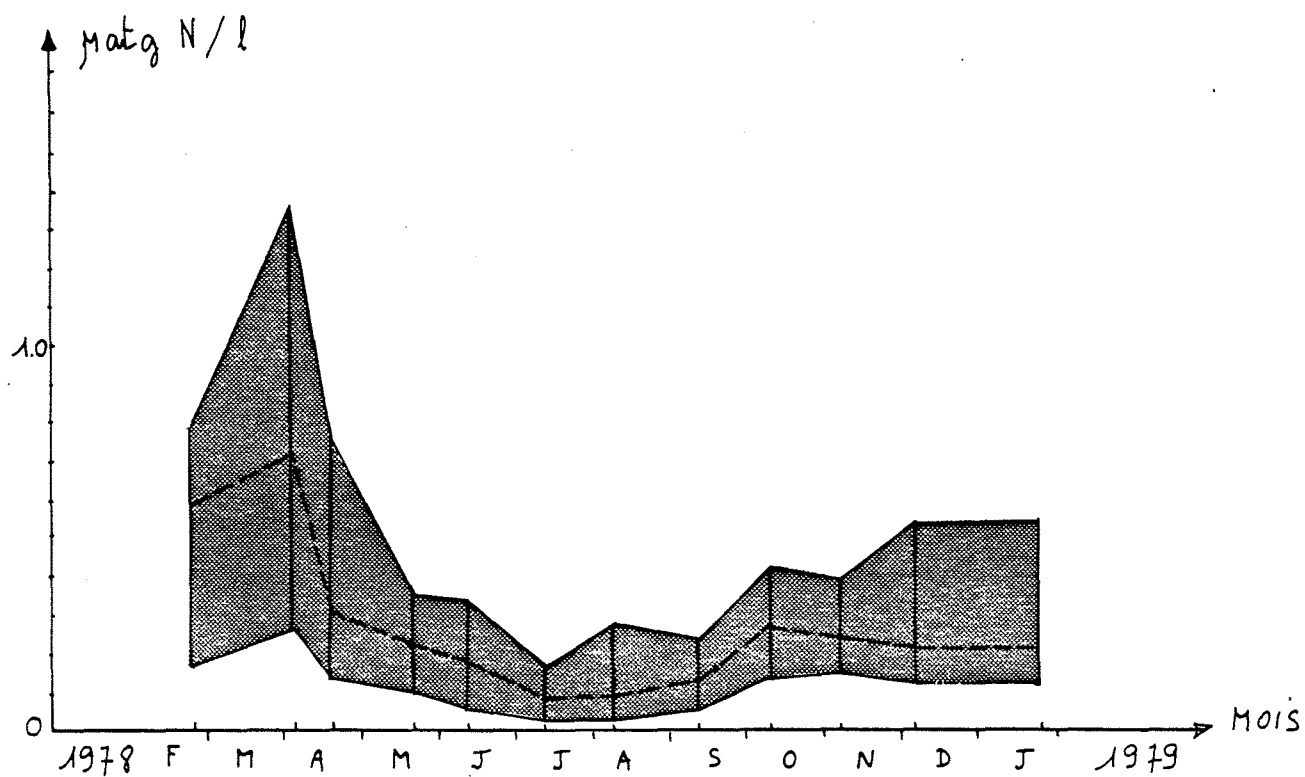


Figure II-8 : Variations saisonnières des concentrations en ammoniacque, en microatome-gramme  $N-NH_4$  / litre . Valeurs moyennes par mission ; valeurs maximales et minimales .

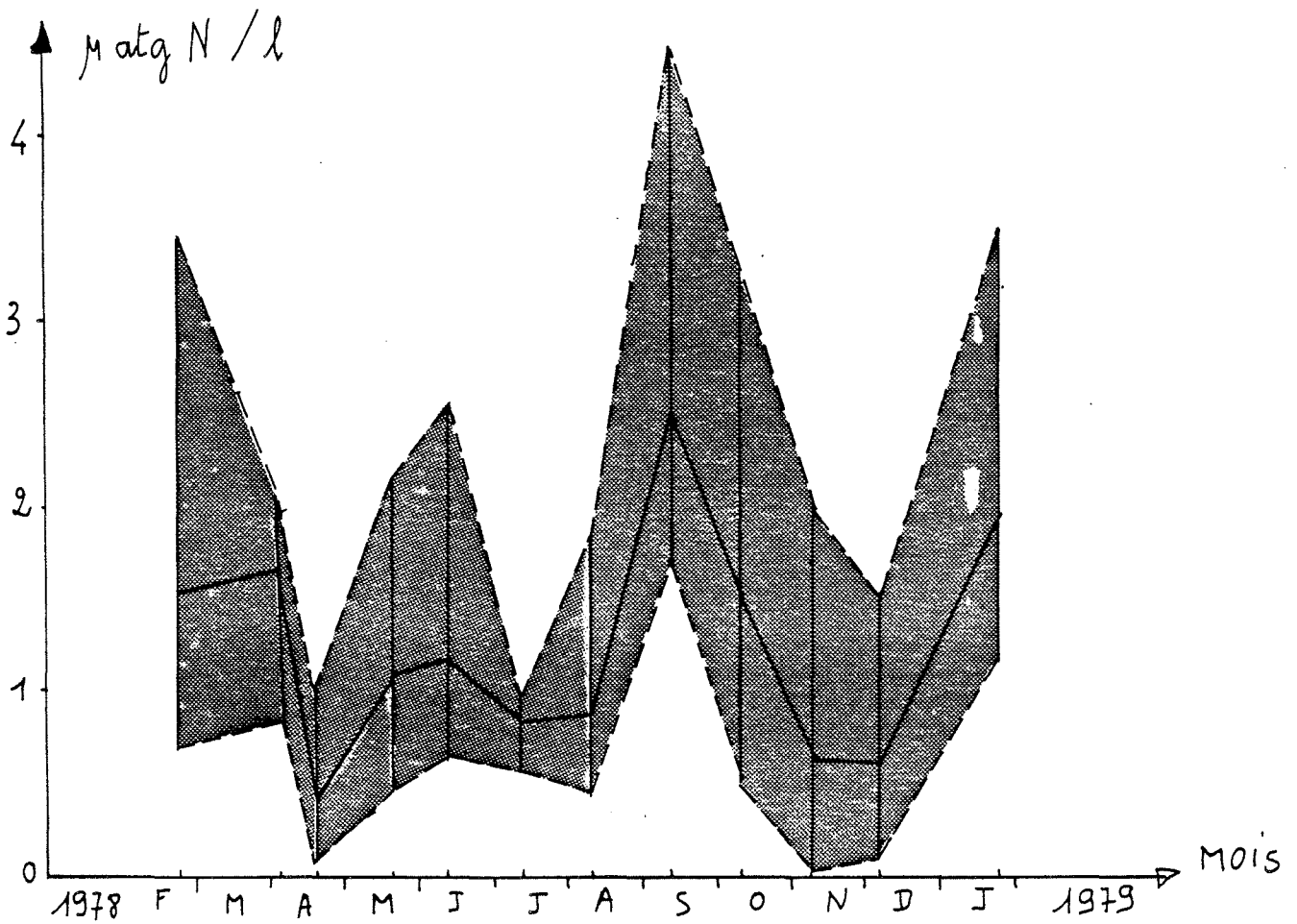


Figure II-9 : Variations saisonnières des concentrations en phosphates en microatome-gramme P-PO<sub>4</sub> / litre . Valeurs moyennes par mission ; valeurs maximales et minimales .

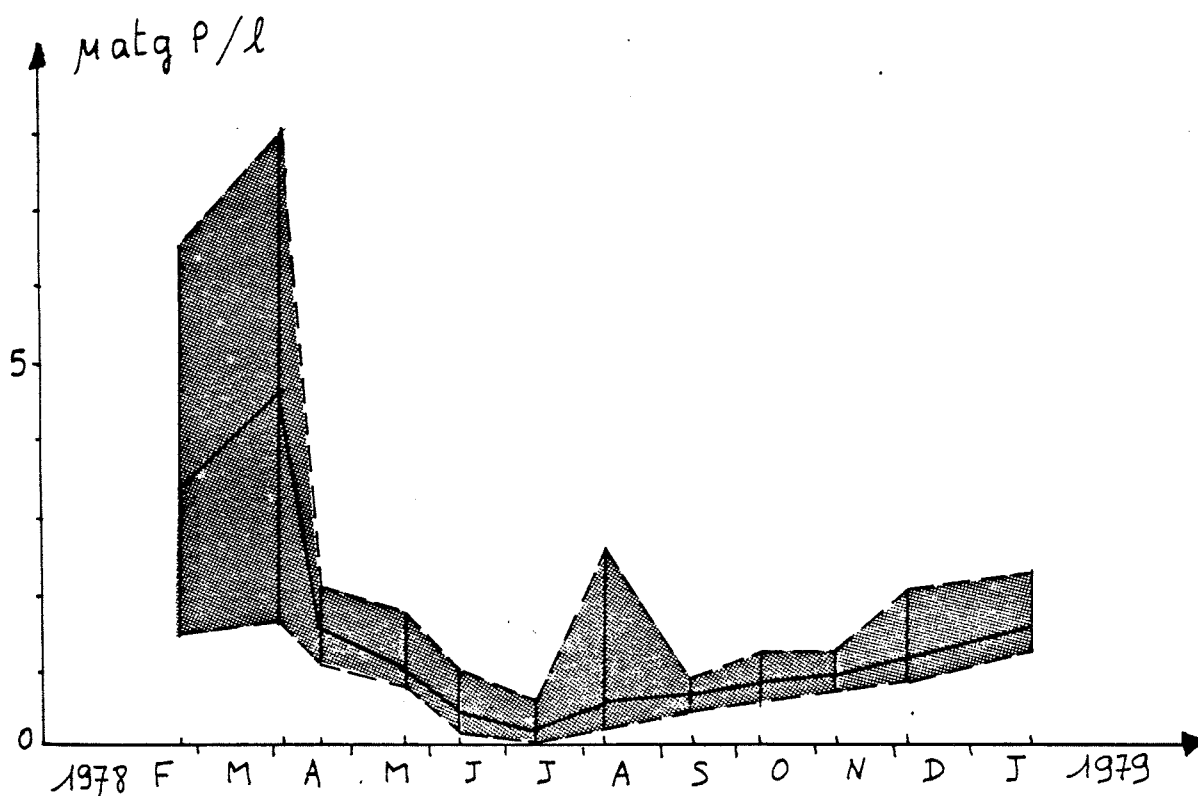
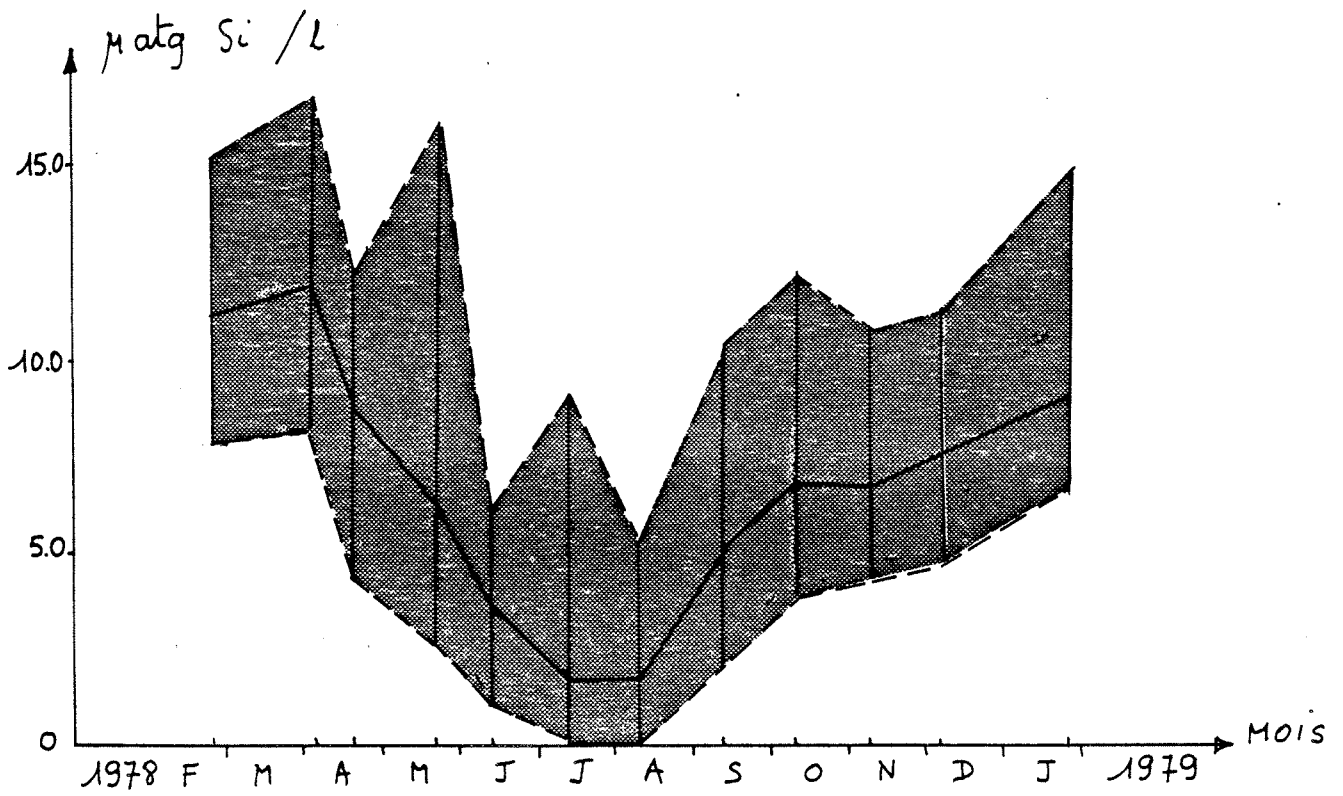
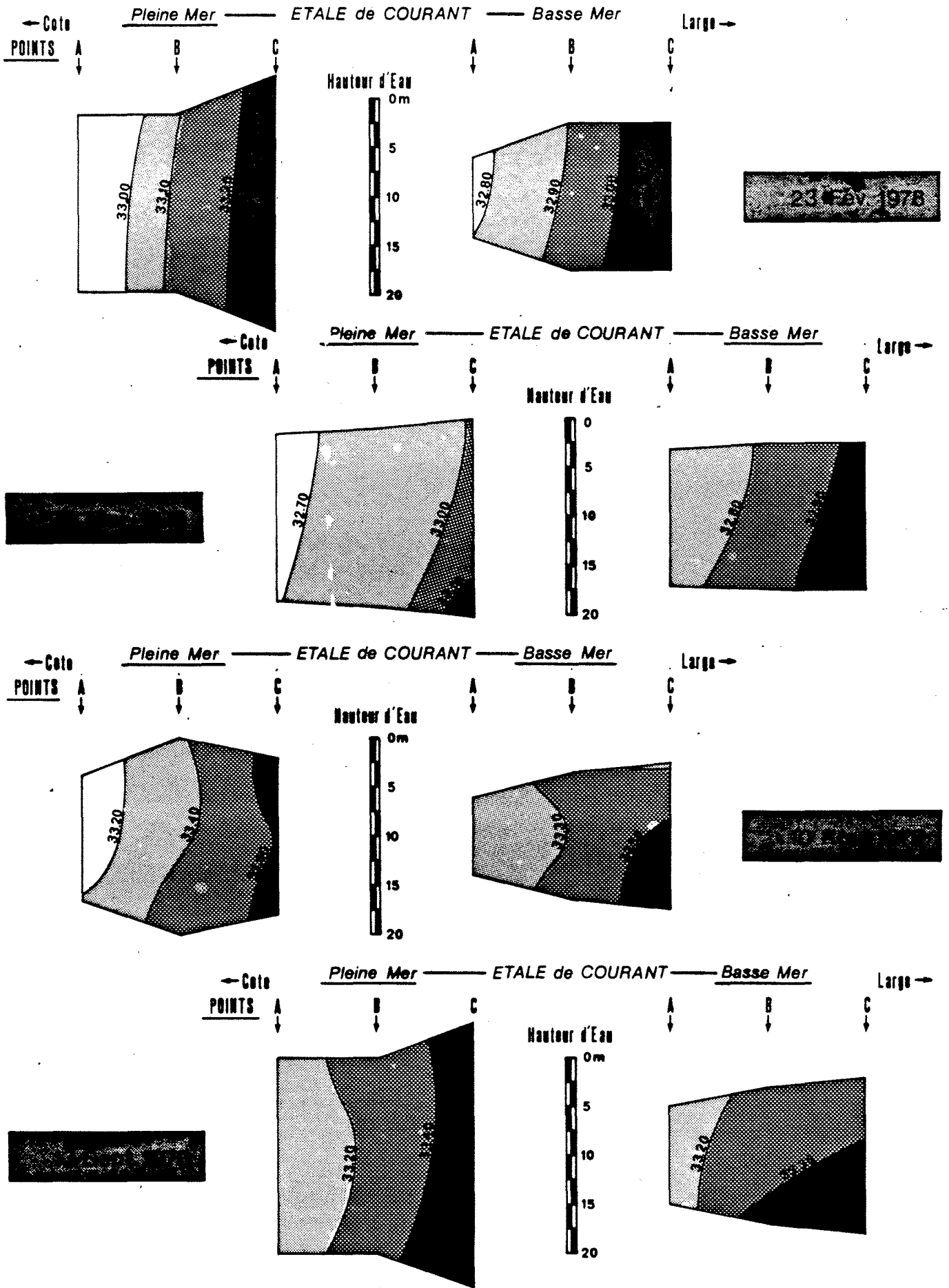


Figure II-10 : Variations saisonnières des concentrations en silicates en microatome-gramme  $\text{Si-Si(OH)}_4$  / litre . Valeurs moyennes par mission ; valeurs maximales et minimales .





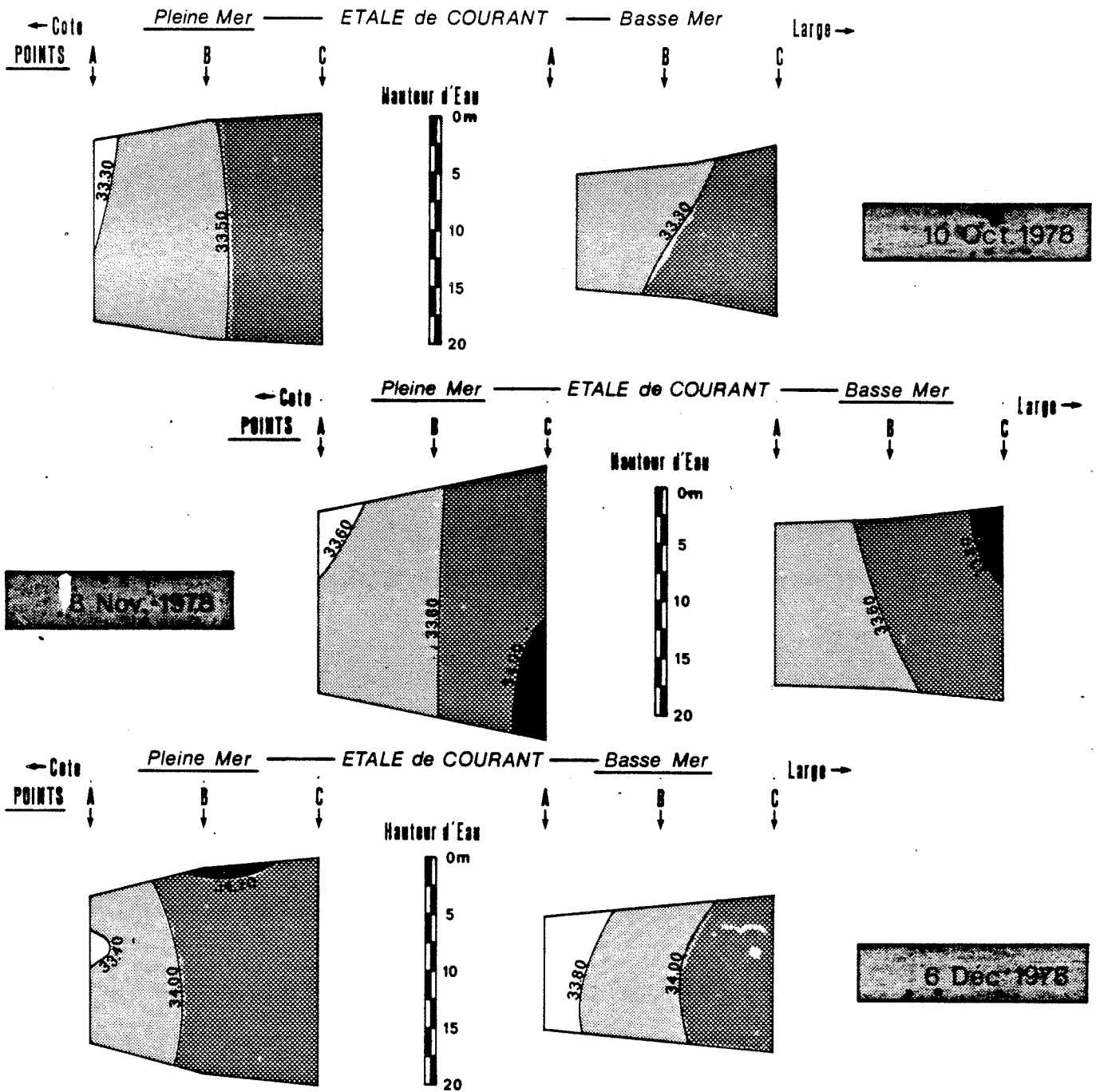
VARIATIONS SPATIALES  
de la SALINITE



PENLY 1<sup>er</sup> Cycle

VARIATIONS SPATIALES  
de la SALINITE

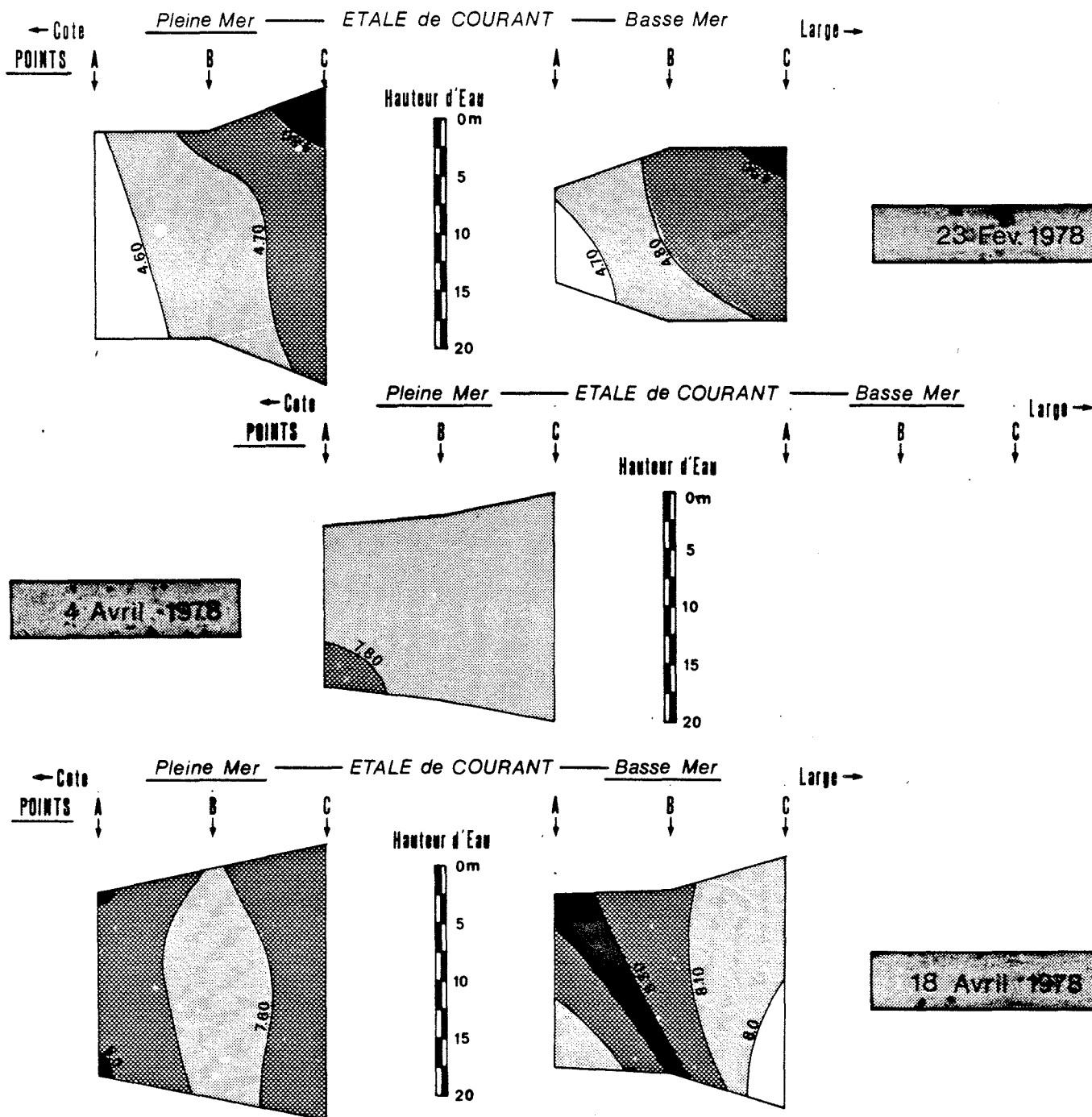
Fig:II 11



PENLY 1<sup>er</sup> Cycle

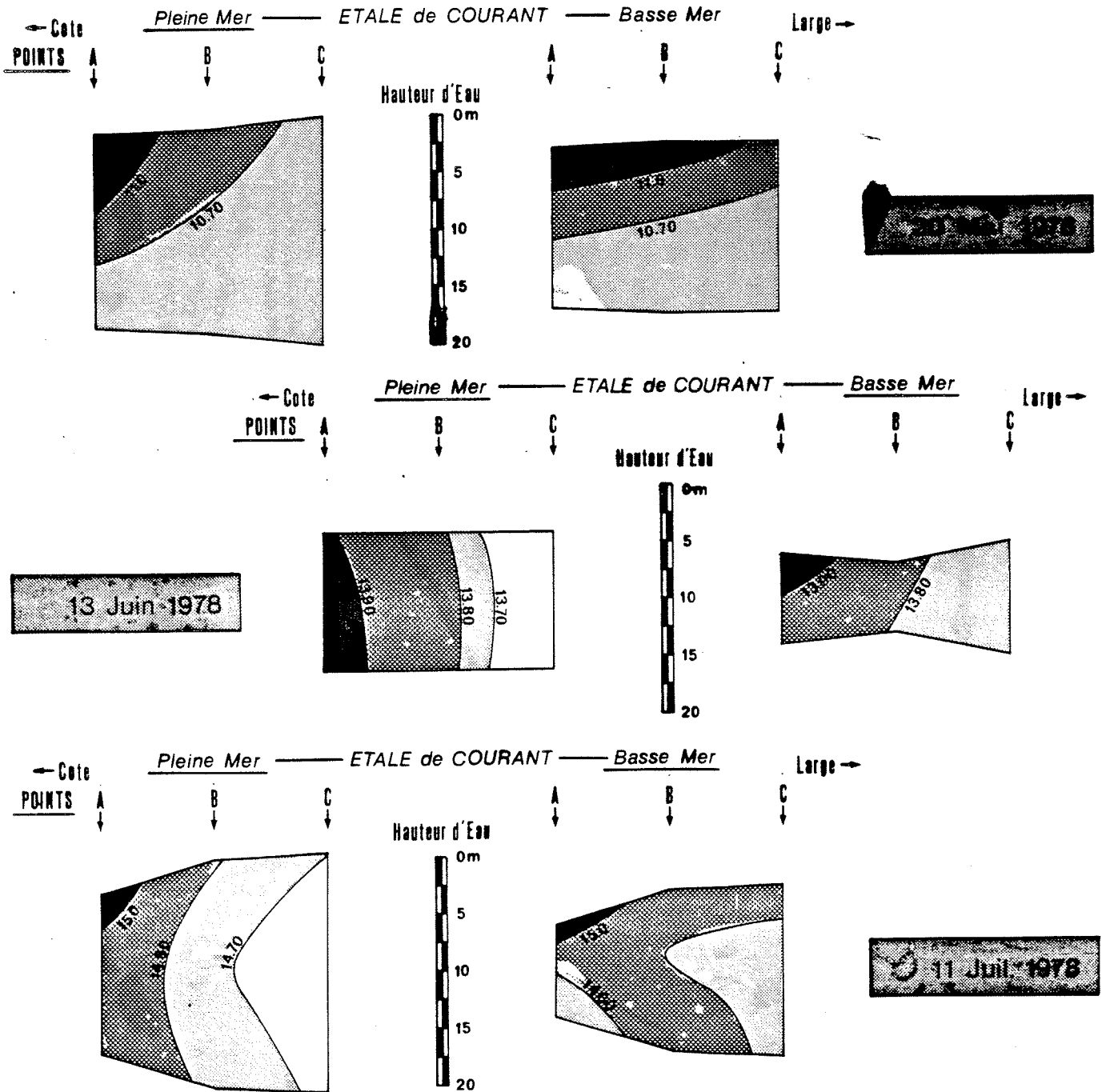
VARIATIONS SPATIALES  
des TEMPERATURES

Fig:II 12



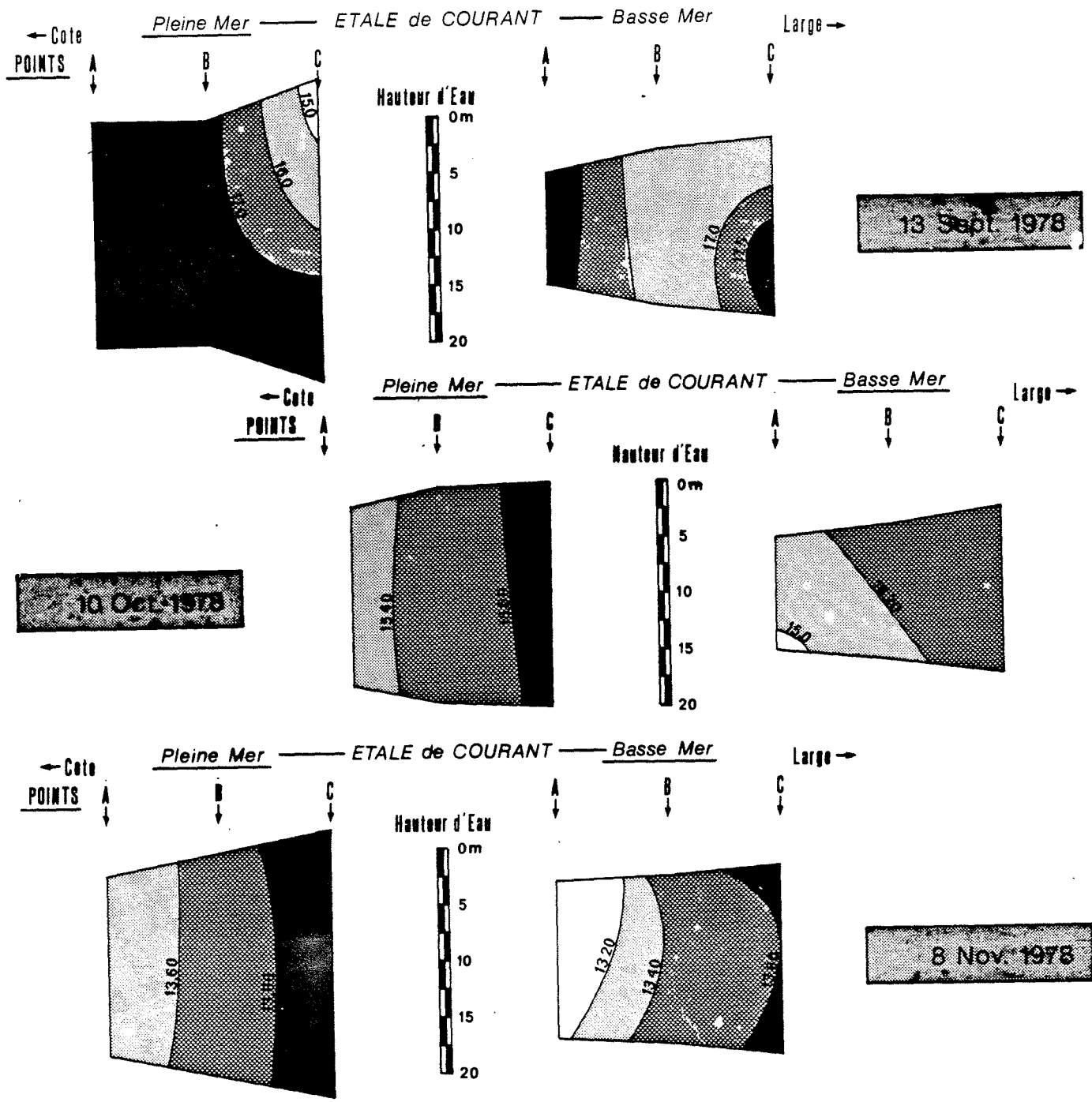
**PENLY 1<sup>er</sup> Cycle**  
**VARIATIONS SPATIALES**  
*des TEMPERATURES*

Fig:II 12



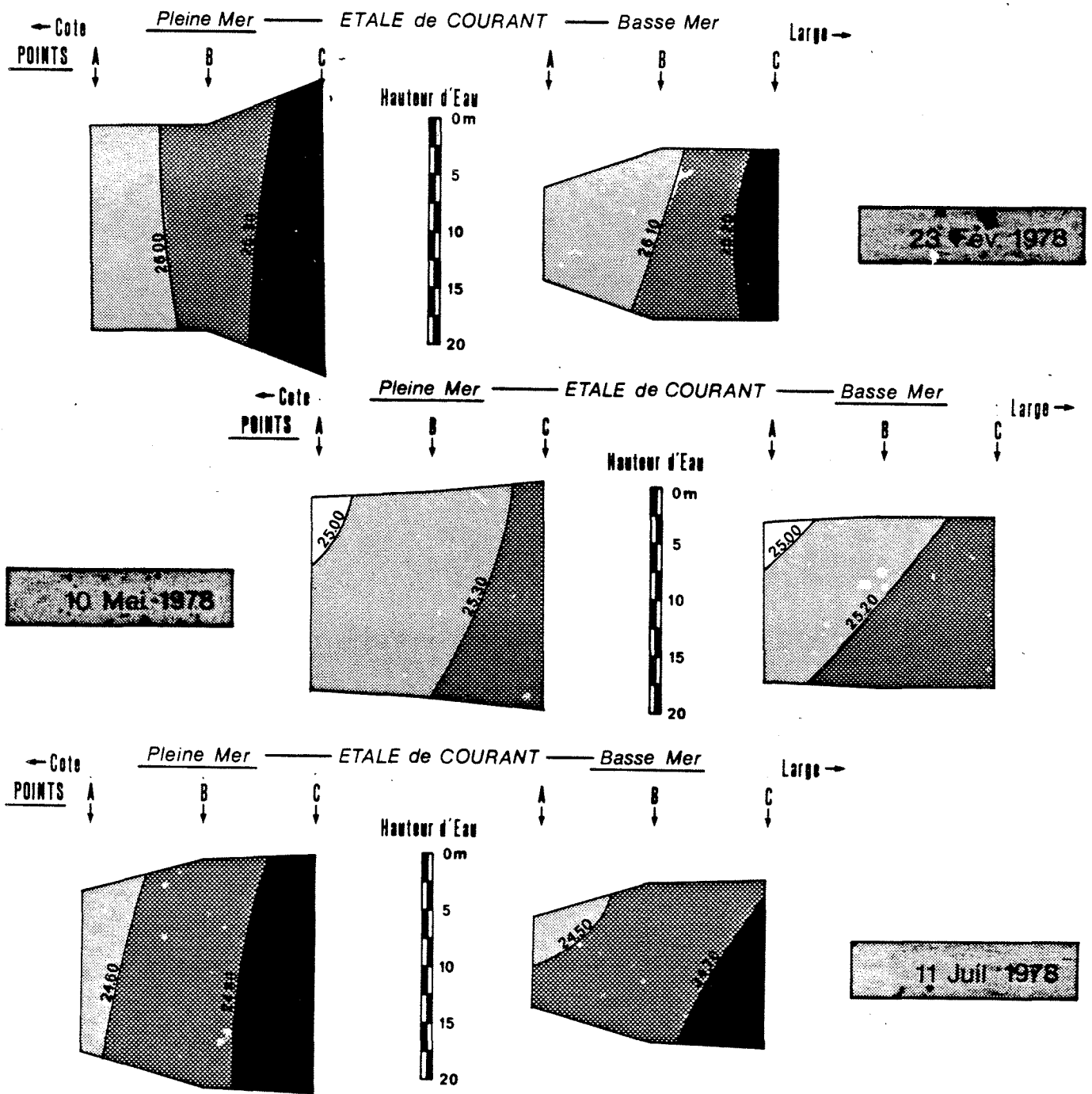
**PENLY 1<sup>er</sup> Cycle**  
**VARIATIONS SPATIALES**  
*des TEMPERATURES*

Fig:II 12



**PENLY 1<sup>er</sup> Cycle**  
**VARIATIONS SPATIALES**  
 du  $\sigma_T$

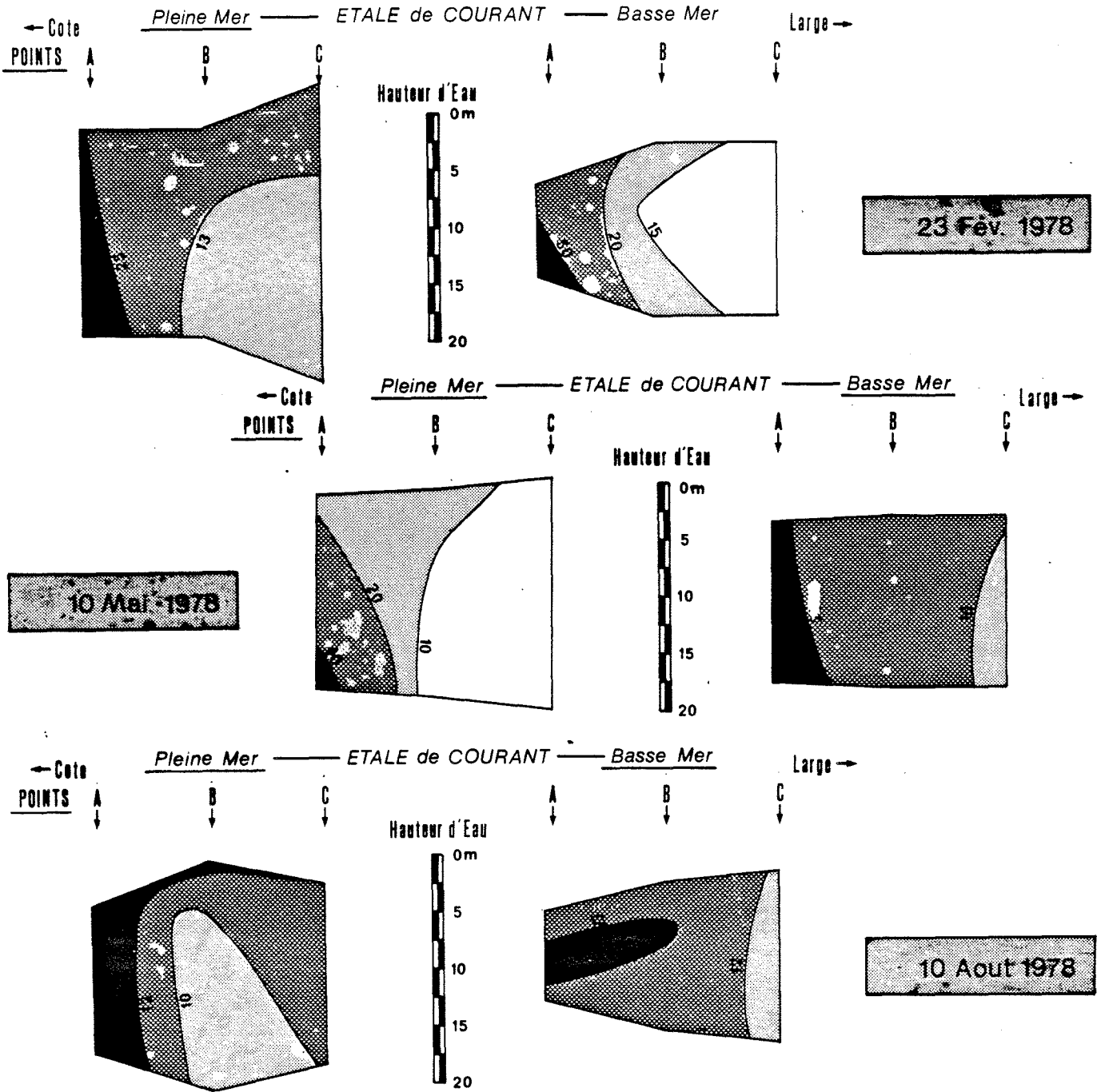
**Fig: II 13**



PENLY 1<sup>er</sup> Cycle

Fig:II 14

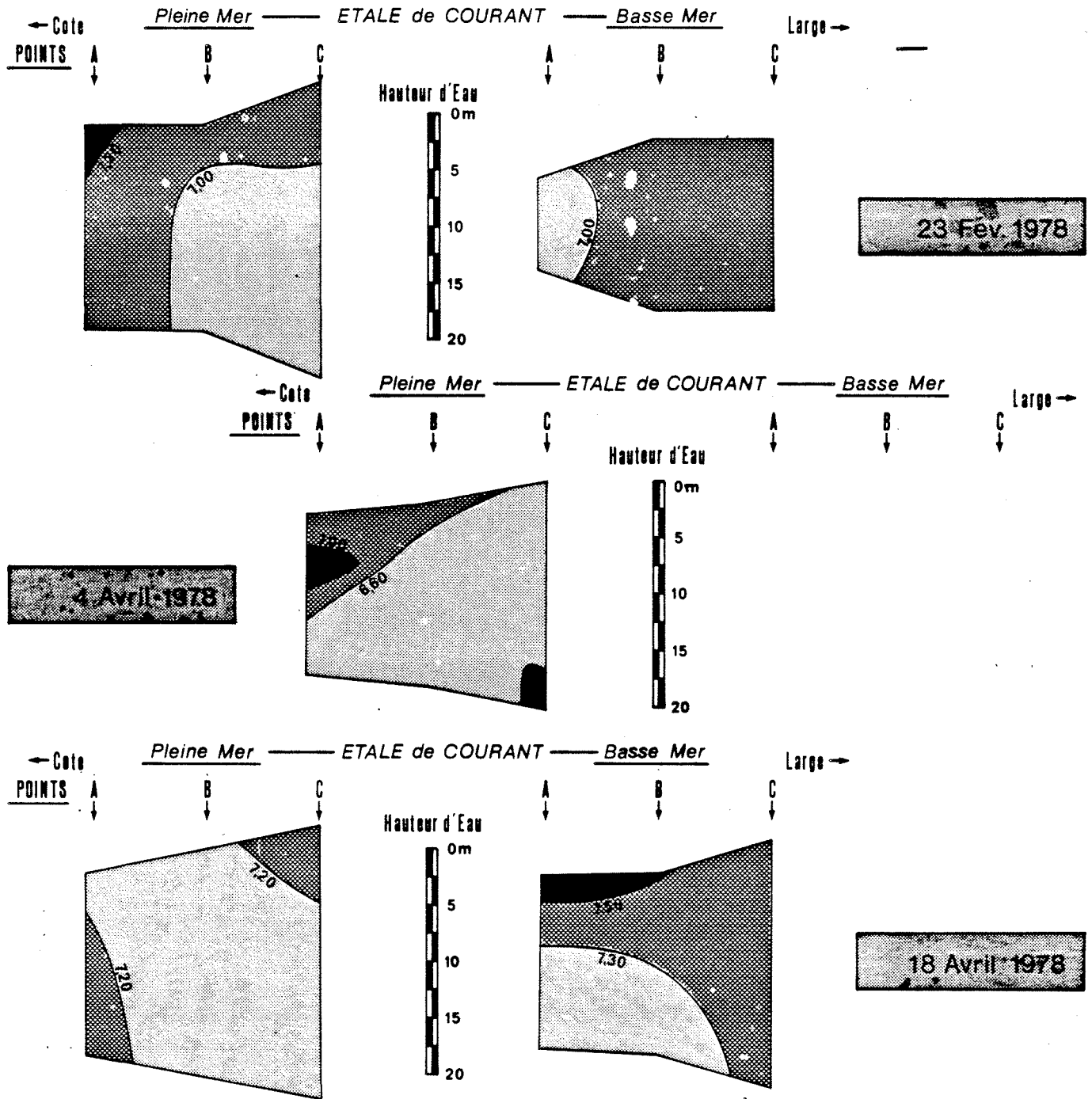
VARIATIONS SPATIALES de la MATIERE en SUSPENSION



PENLY 1<sup>er</sup> Cycle

Fig: II 15

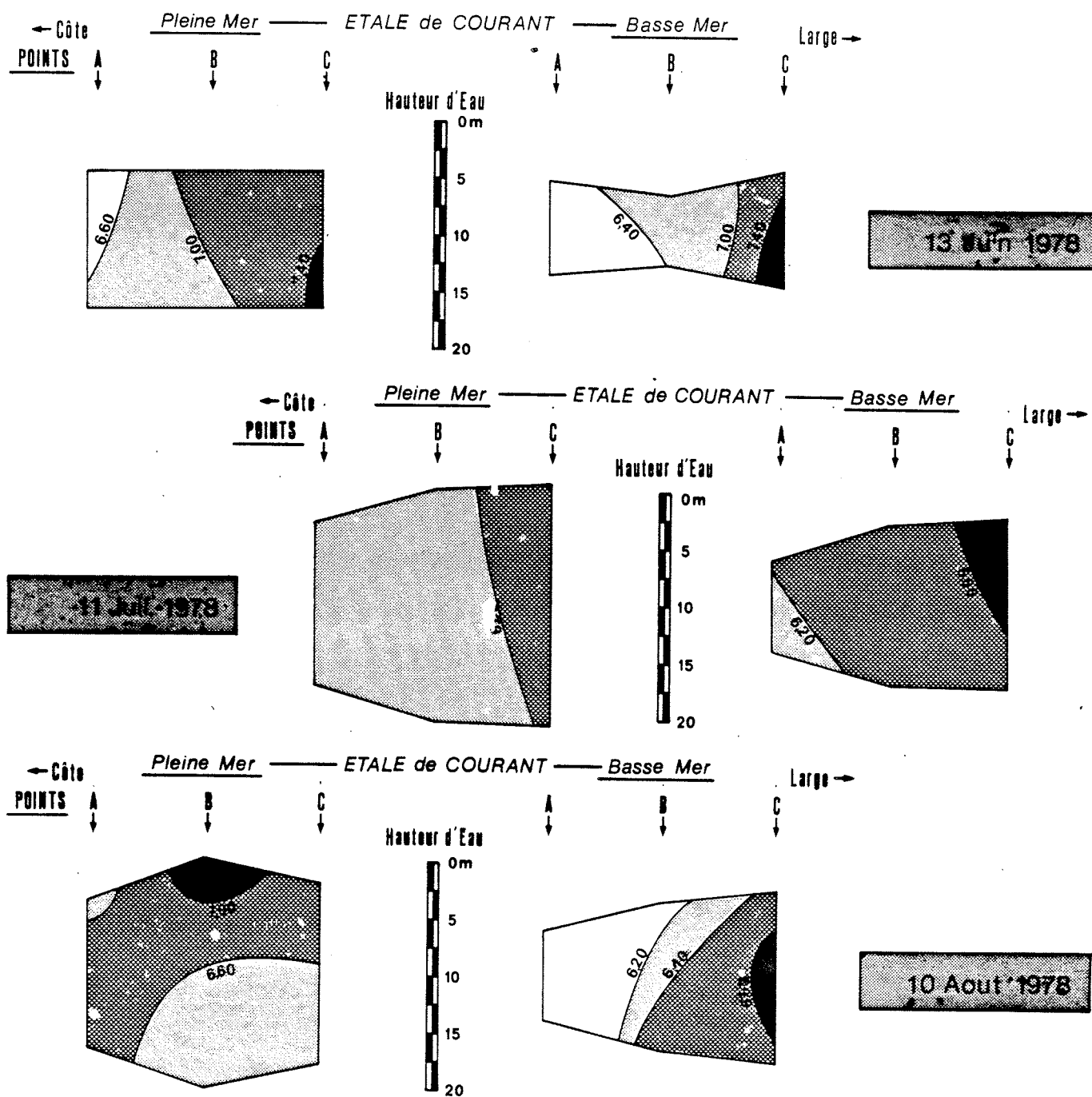
VARIATIONS SPATIALES  
DES CONCENTRATIONS EN OXYGENE





PENLY 1<sup>er</sup> Cycle

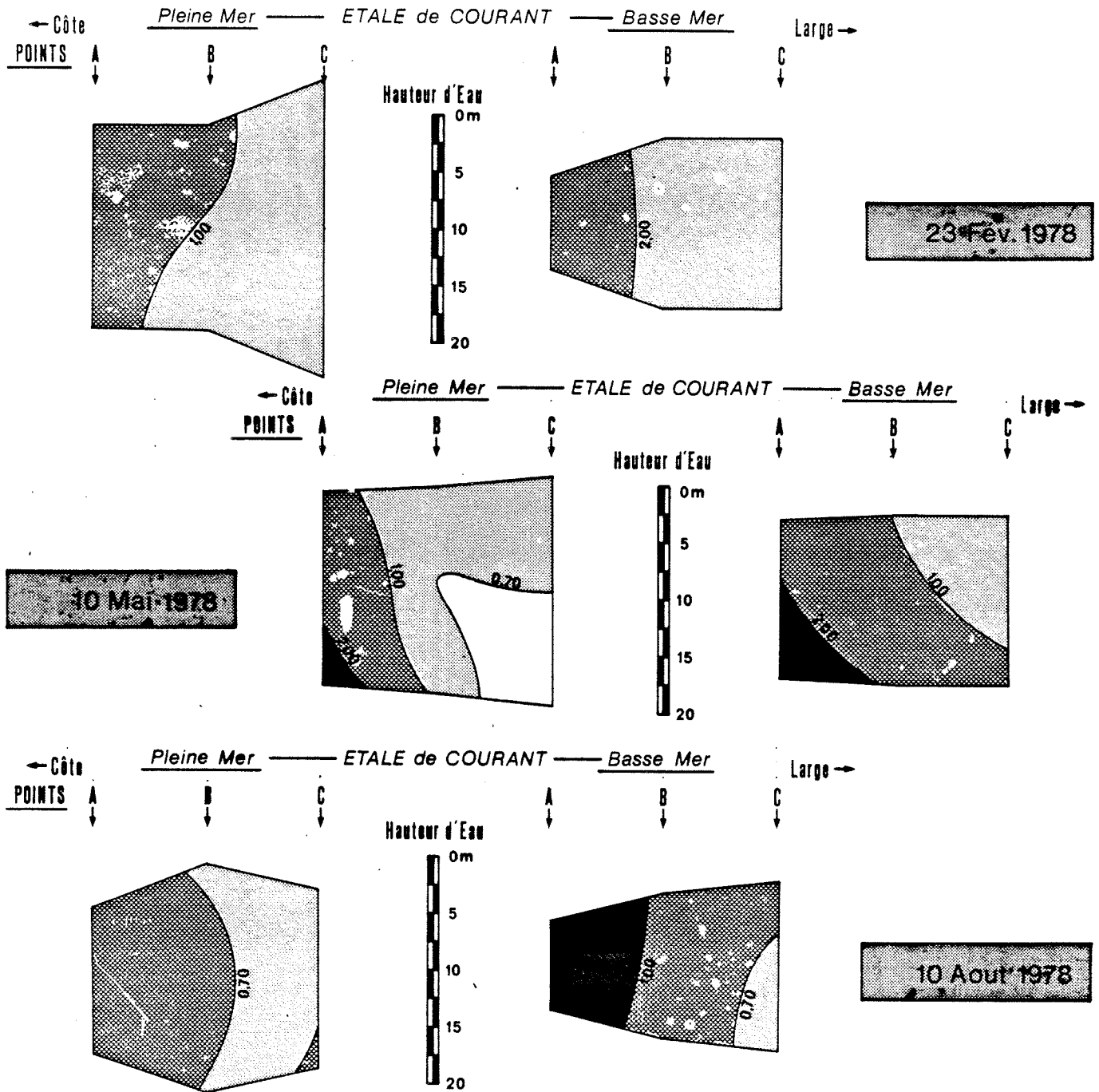
Fig: II 15

VARIATIONS SPATIALES  
DES CONCENTRATIONS EN OXYGENE

**PENLY 1<sup>er</sup> Cycle**

**VARIATIONS SPATIALES DE L'AMMONIAQUE**

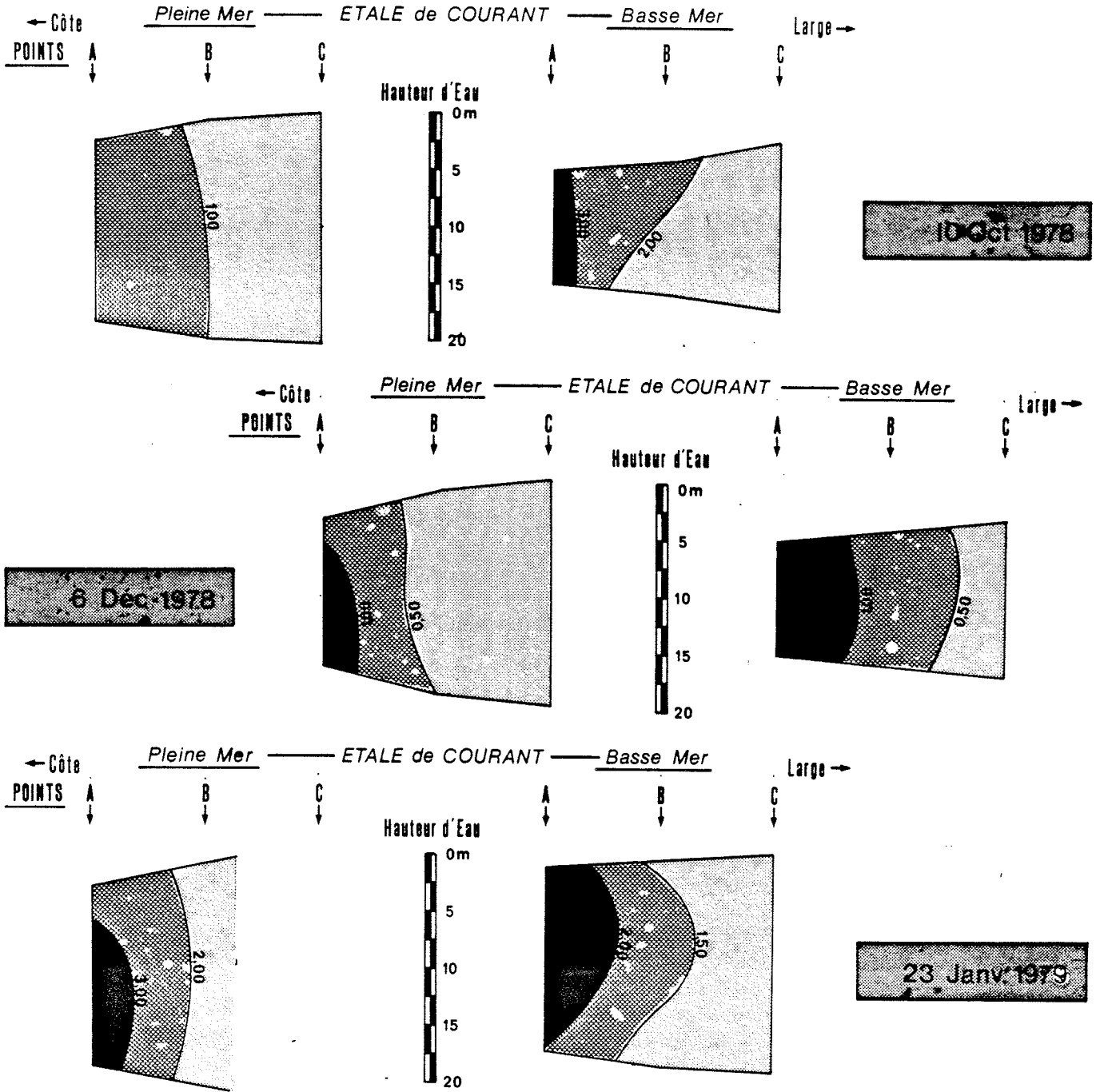
**Fig: II 16**



PENLY 1<sup>er</sup> Cycle

VARIATIONS SPATIALES DE L'AMMONIAQUE

Fig:II 16

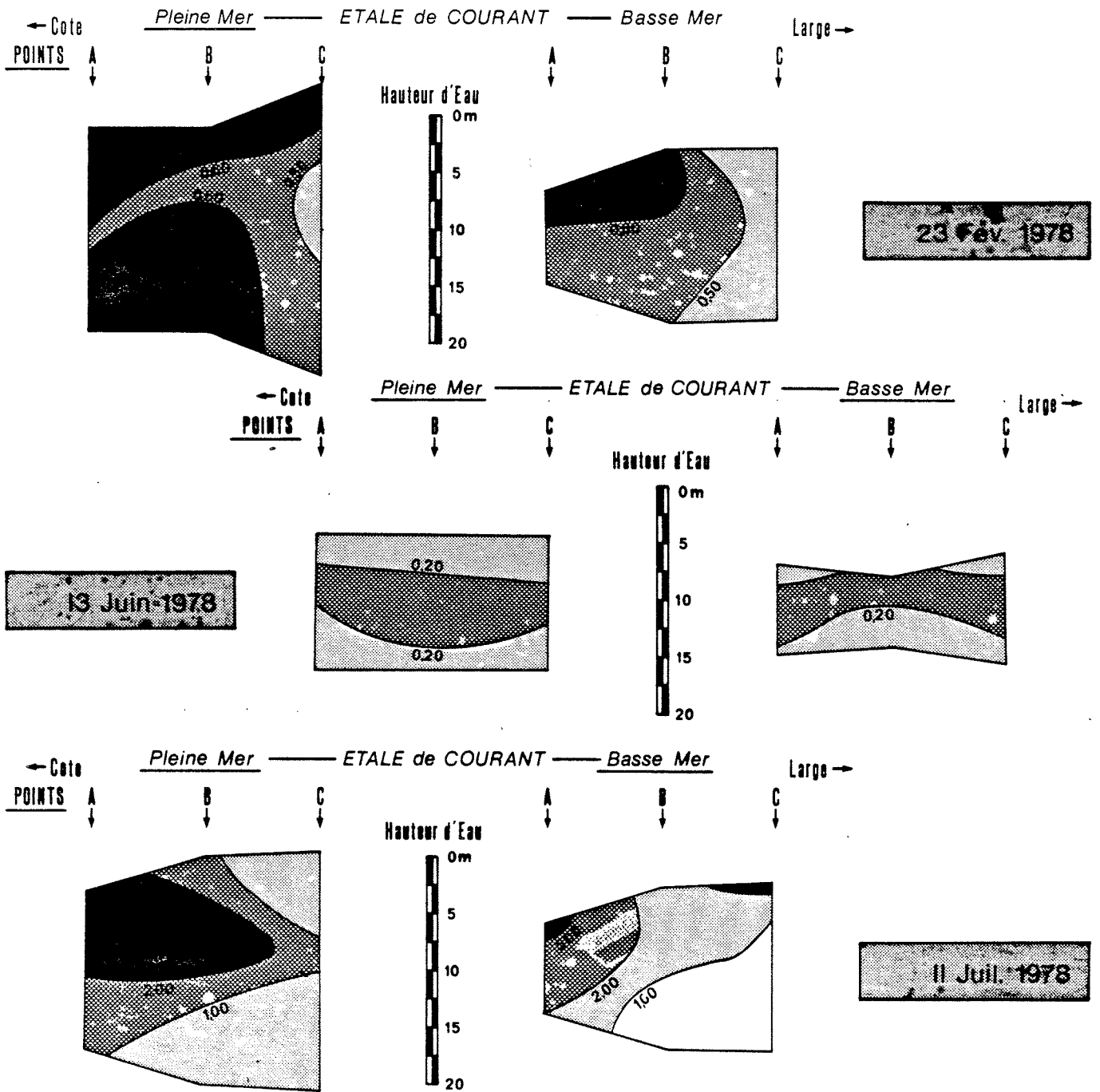


PENLY 1<sup>er</sup> Cycle

VARIATIONS SPATIALES  
DES NITRITES

Fig: II 17

( $\mu$ .at.g N/L)

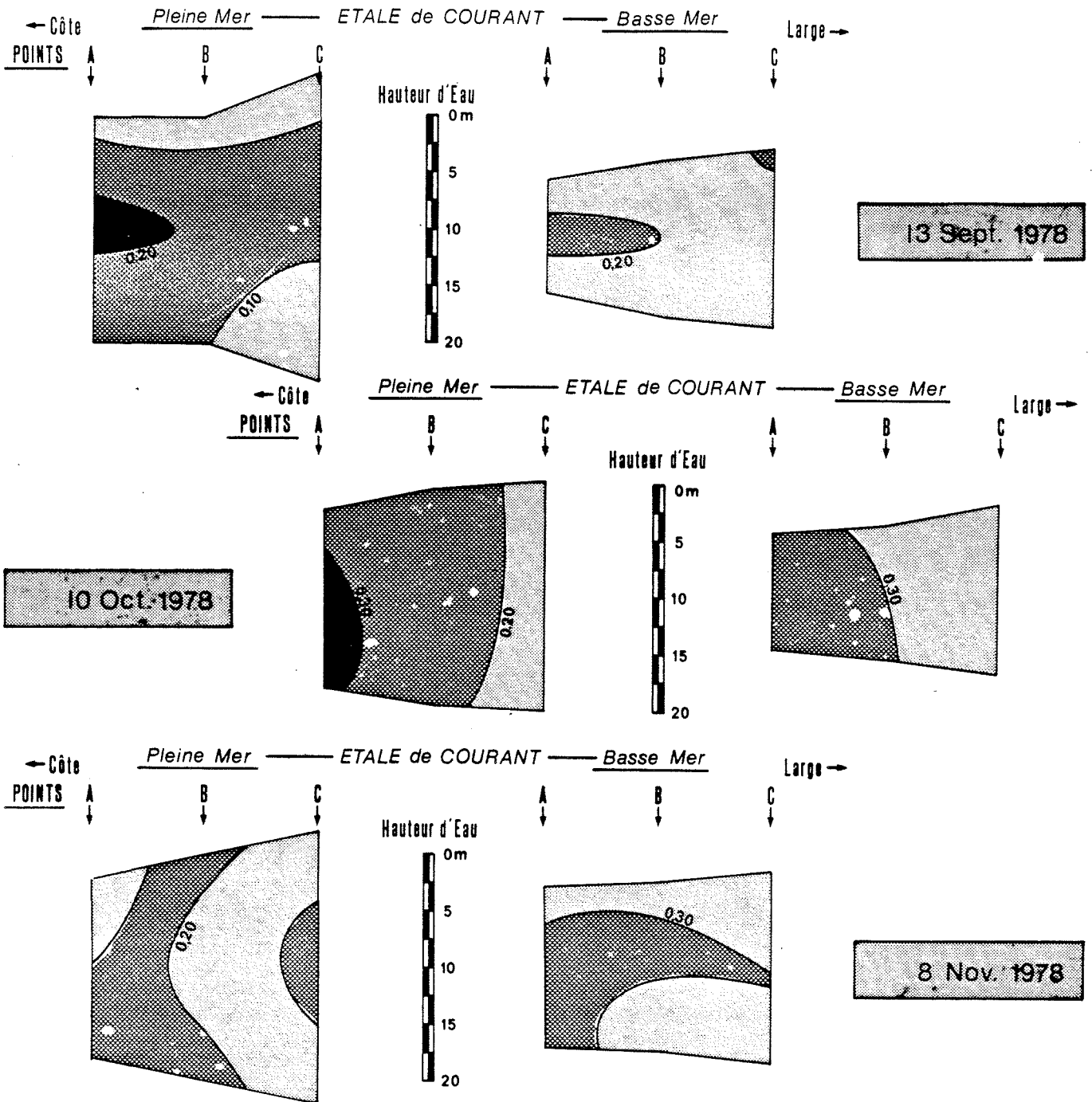


PENLY 1<sup>er</sup> Cycle

VARIATIONS SPATIALES  
DES NITRITES

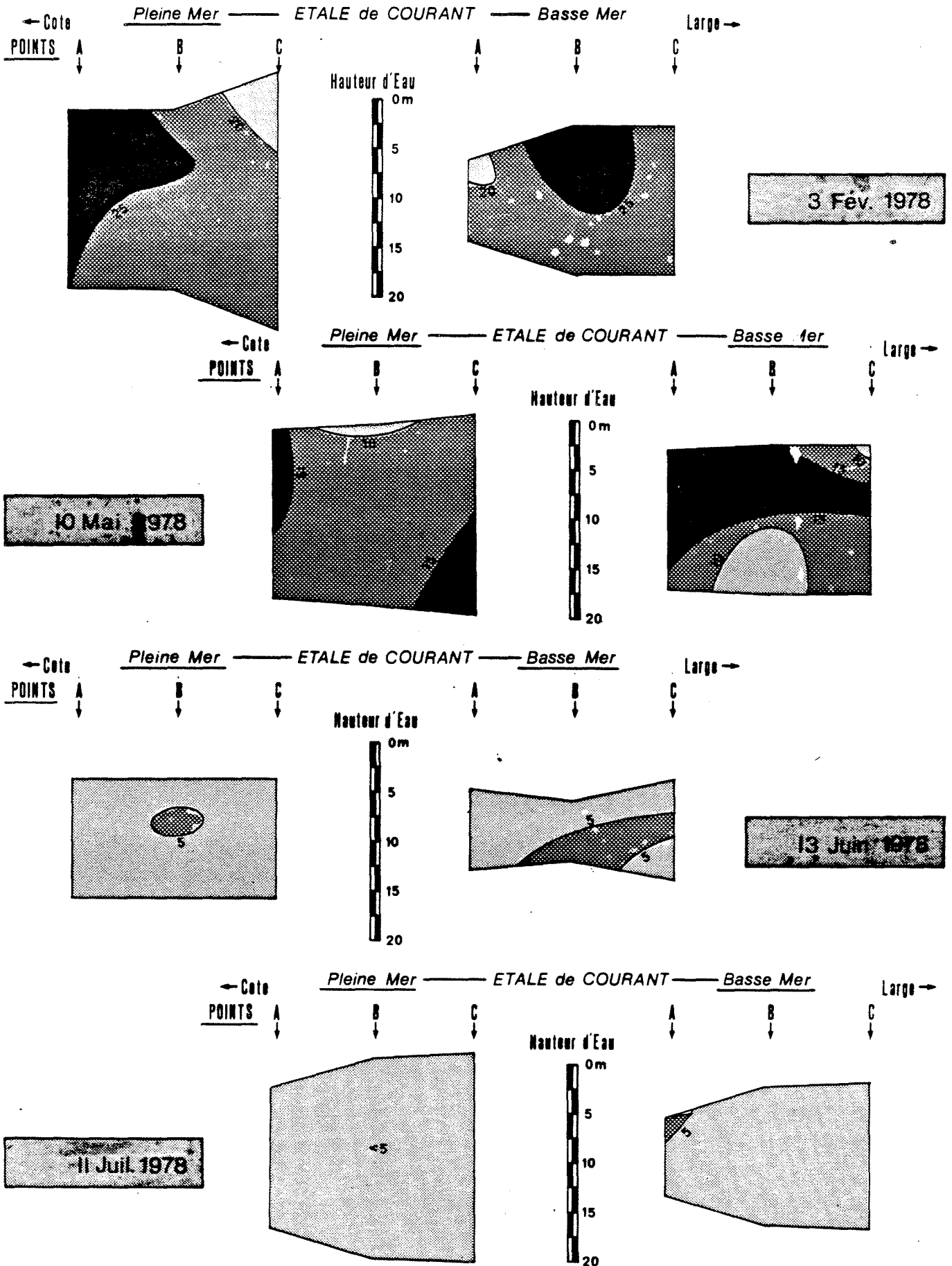
Fig:II 17

( $\mu$ .at.g. N/L)



VARIATIONS SPATIALES  
DES NITRATES

( $\mu$ .at.g N/L)

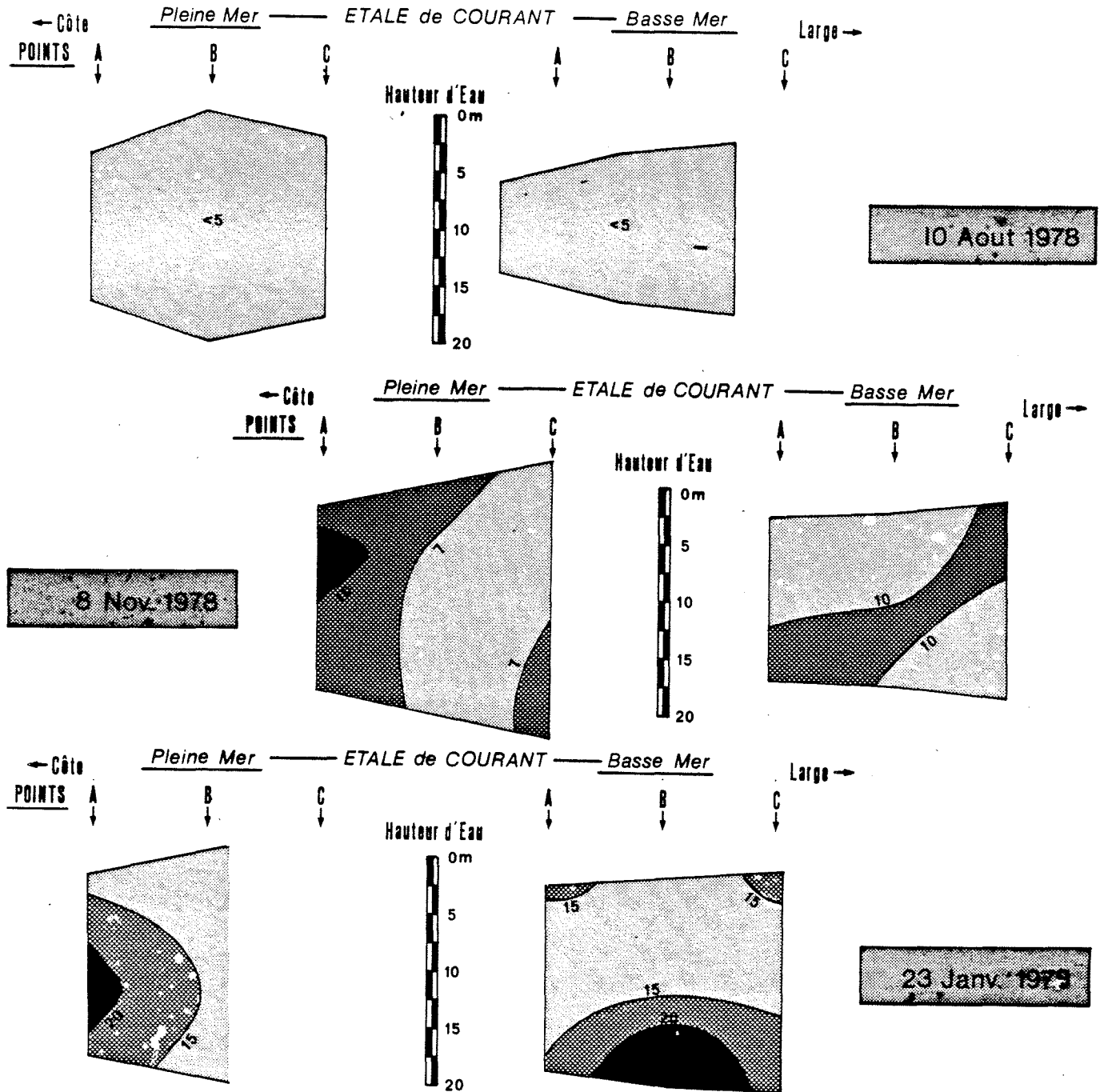


PENLY 1<sup>er</sup> Cycle

Fig:II 18

VARIATIONS SPATIALES  
DES NITRATES

( $\mu$ at.g. N/L)

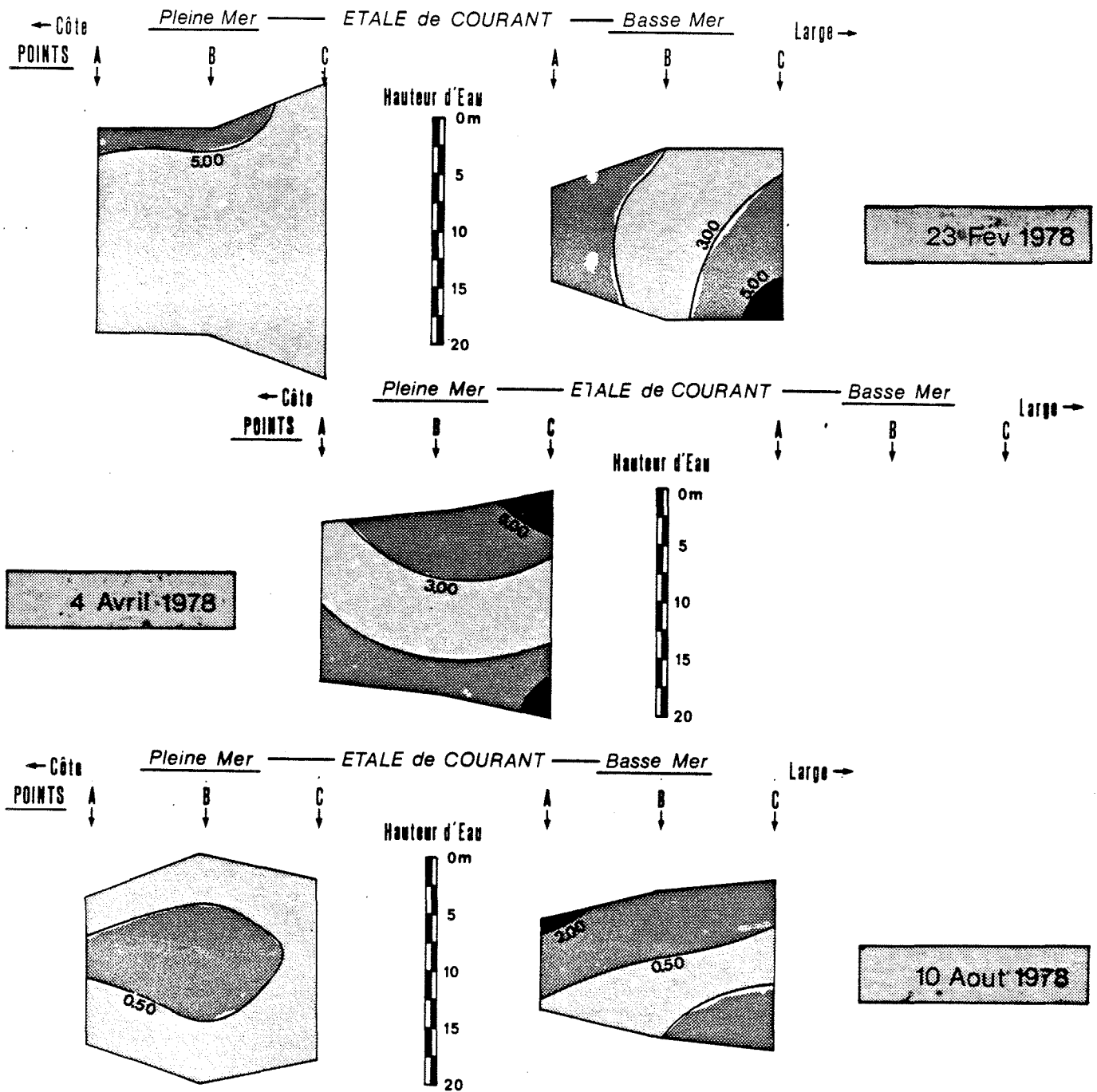


PENLY 1<sup>er</sup> Cycle

Fig: II 19

VARIATIONS SPATIALES  
des PHOSPHATES

( $\mu$ .at.g.P/L)



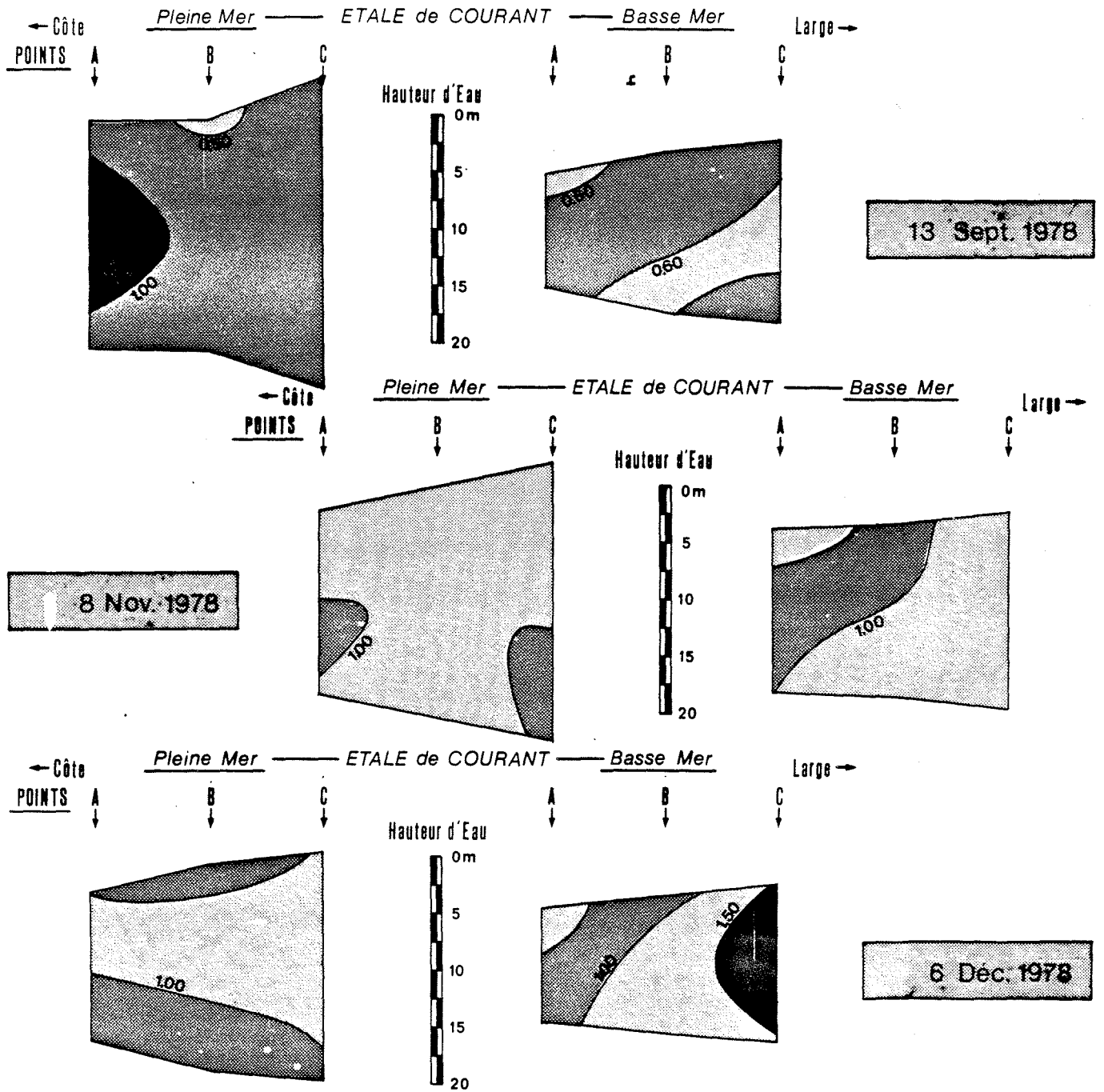


PENLY 1<sup>er</sup> Cycle

VARIATIONS SPATIALES  
des PHOSPHATES

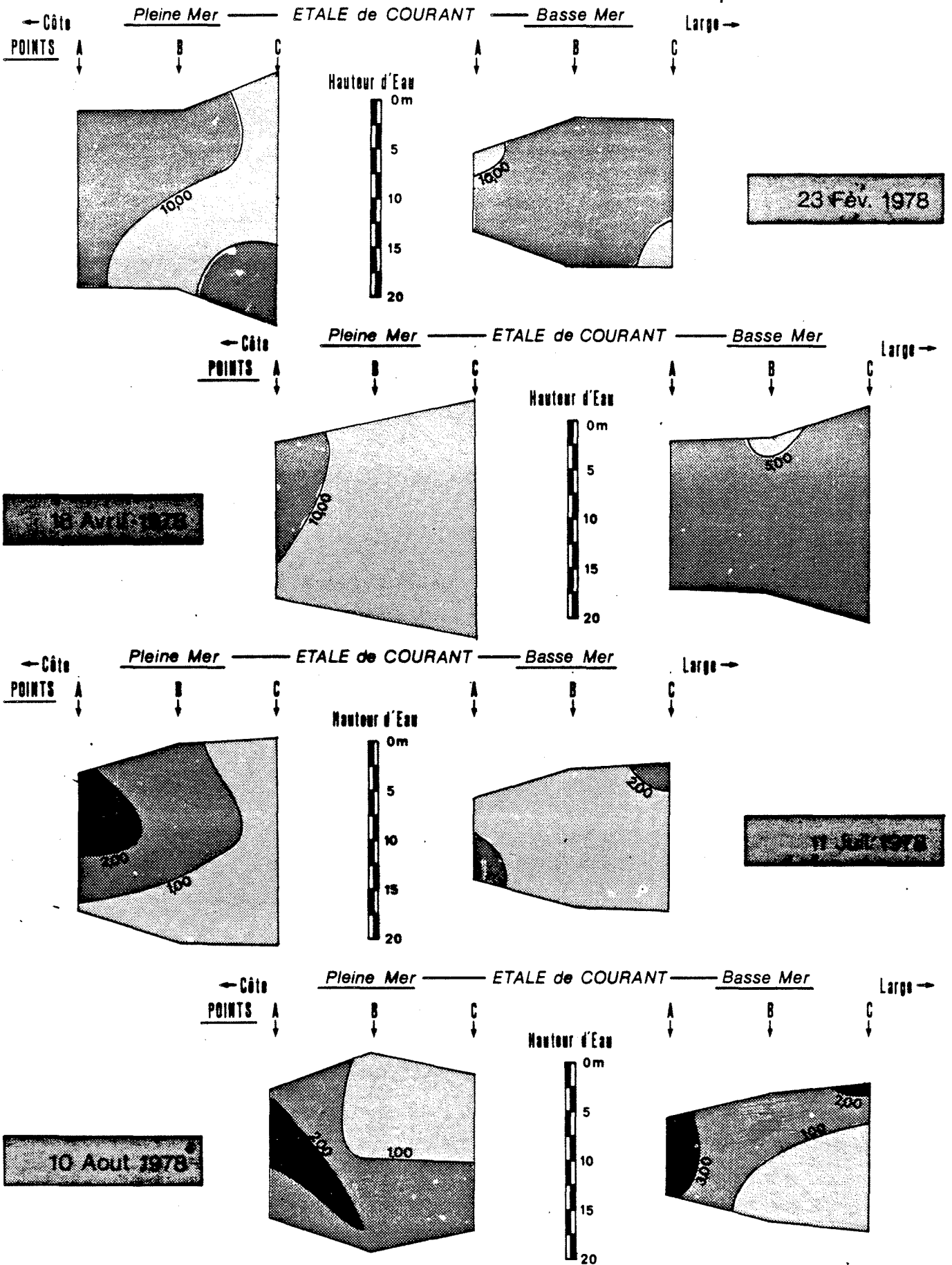
Fig:II 19

( $\mu$ .at.g.P/L)



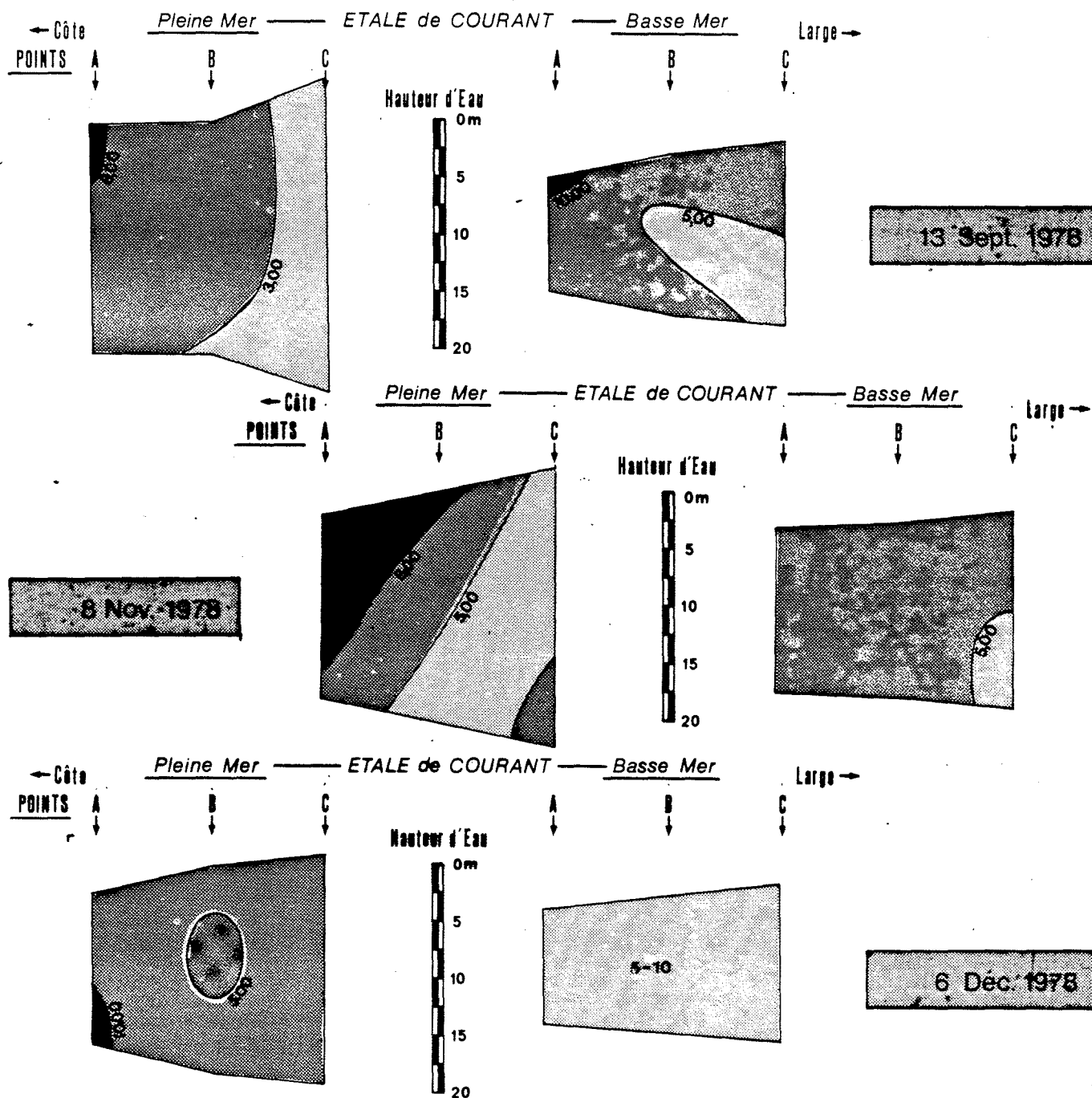
VARIATIONS SPATIALES des SILICATES

( $\mu$ .t.g.Si./L)



PENLY 1<sup>er</sup> CycleVARIATIONS SPATIALES  
des SILICATES

Fig:II 20

 $\mu\text{.at.g.Si./L}$ 



ANNEXE  
DU CHAPITRE I I

## METHODES D'ANALYSES

- La salinité : mesurée par conductimétrie, à l'aide du salinomètre GUIDLINE, avec une précision de 0,005 ‰.
- L'oxygène dissous : déterminé par la méthode de WINCKLER, avec un Dosimat METROMM (Précision 0,03 ml/l).
- L'ammoniaque : méthode manuelle de KOROLEFF, précision 0,5 µatgN/l.
- Sels nutritifs : analysés au TECHNICON, avec les précisions suivantes :  
Nitrites - 0,02 µatgN/l, Nitrates - 0,08 µatgN/l, Phosphates - 0,01 µatgP/l, Silicates - 0,1 µatgSi/l.

CHAPITRE III

MICROBIOLOGIE

PAR O. ARNAL  
ET LE LABORATOIRE MUNICIPAL  
DE ROUEN







Les échantillons destinés aux analyses microbiologiques ont été prélevés aux stations "B" médiane de la radiale, et "D<sub>0</sub>" hors zone, utilisés pour l'hydrologie.

Le Programme défini comporte l'analyse des paramètres suivants :

- 1) Dénombrement total des germes par épifluorescence.
- 2) Dénombrement total des germes viables par ensemencement en milieu Zobell-Oppenheimer.
- 3) Dénombrement des germes sulfato-réducteurs.
- 4) Recherche des vibrions halophiles.

Les prélèvements en mer ont été effectués par le COB-CNEXO\*, puis transmis au laboratoire municipal de la ville de Rouen pour analyses.

Les échantillons ont été prélevés en flacons stériles, sous conditions d'asepsie, et maintenus au froid (+ 4° C) pour conservation.

I) Dénombrement total des germes en épifluorescence : Tableau A, fig. (III.1)

- Filtration de l'échantillon sur membrane noire Millipore non quadrillée 0,45/μ.
- Coloration à l'acridine orange au 1/30 000<sup>ème</sup>.
- Observation de la membrane à l'immersion sous U.V. en lumière réfléchie.
  - . Les bactéries "vivantes" apparaissent colorées en vert.
  - . Les bactéries "mortes" apparaissent colorées en rouge.

---

\*

Centre Océanologique de Bretagne, Département ELGMM (Environnement Littoral et Gestion du Milieu Marin).

Le nombre de germes dénombrés par épifluorescence présente des variations intracampagnes de l'ordre de  $X 1$  à  $X 3$  en moyenne, exceptionnellement de  $X 1$  à  $X 10$ .

Néanmoins le nombre moyen de germes vitaux présente des variations saisonnières caractérisées par :

- un maximum fin avril avec un pic de  $3\ 300.10^3$  germes/ml.
- un minimum en novembre avec  $130.10^3$  germes/ml.
- une valeur moyenne annuelle de l'ordre de  $900.10^3$  germes/ml.

La proportion de germes rouges, cellules où prédominent les acides nucléiques monocaténaires (mortes) ou à ARN dominant (très actives), est stable sur l'année et représente en moyenne 13 % de l'effectif total ; pendant la poussée d'avril cette proportion est de l'ordre de 10 %. (fig. III.2)

La proportion de germes verts qui contiendraient de l'ADN normal mais peu d'ARN et seraient donc inactives, représentent en moyenne 87 % sur l'année et environ 90 % en avril.

## II) Dénombrement total des germes aérobies viables sur milieu de ZOBELL-Oppenheimer : Tableau B, fig. (III.3)

Ce dénombrement s'effectue après incubation à  $20^{\circ}$  C pendant 14 jours.

Les résultats obtenus par cette méthode varient moins à l'intérieur d'une même campagne que ceux obtenus par épifluorescence. Le facteur de variation courant est de l'ordre de  $X 1$  à  $X 2$ , quelquefois  $X 3$ , exceptionnellement de 1 à 5 (en avril).

Le nombre moyen de germes viables présente des variations saisonnières de même nature que celles des germes épifluorescents :

- un maximum de 14500 germes/ml en juin.
- un minimum de 200 germes/ml en juillet.
- une valeur moyenne annuelle de l'ordre de 3180 germes/ml.

Il faut noter l'absence de relation significative entre le nombre de germes viables et le nombre de cellules à fluorescence rouge, de sorte qu'il n'est pas possible de les assimiler.

III) Recherche et dénombrement des bactéries sulfato-réductrices :  
Tableau C, fig. (III.4).

- Cette recherche s'effectue sur milieu de Zobell-Brisou.
- On ensemence 10 ml répartis dans 10 tubes, dans lesquels on coule ensuite le milieu refroidi à 50° C.
- L'incubation s'effectue à 20° C pendant trois semaines.

Parmi les bactéries du soufre, les bactéries sulfato-réductrices se développant en anaérobose sont les plus représentatives des milieux pollués. Elles présentent un maximum printanier de l'ordre de 50 à 100 germes/ml ce qui est assez faible.

IV) Recherche des vibrions halophiles : Tableau D

Ces vibrions ont la particularité de pouvoir subsister assez longtemps dans le milieu marin. Leur présence est décelée par la méthode habituelle suivante :

- Filtration de 1 l d'eau sur membrane millipore 0,45 $\mu$ .
- Enrichissement 24 heures sur milieu AKIYARA.
- Isolement sur gelose TCBS.
- Repiquage sur milieu Kliger.
- Identification par tests biochimiques et vibriostatiques.

Des vibrions de type intermédiaire I et II ont été isolés dans 8 échantillons sur 35 analyses ce qui est faible.

On en trouve essentiellement en Juin, et occasionnellement en hiver.

V) Conclusion : fig. (III.5)

La comparaison des courbes de variations saisonnières précédentes révèle la présence nette d'un maximum printanier (mai-juin 78) du nombre des germes bactériens présents dans l'eau de mer.

Les effectifs croissent à partir d'une température supérieure ou égale à 8° C, et diminuent dès qu'elle dépassent 12° C avec un optimum à 10° C.

Les effectifs sont en moyenne comparables à ceux obtenus sur le site de Gravelines, en ce qui concerne les valeurs maximales, bien que le nombre de germes soit généralement plus faible en été sur le site de Penly.

Par rapport au site de Paluel pourtant moins éloigné, la différence est plus nette. Elle se traduit par une augmentation des valeurs des paramètres sur Penly. L'influence de la ville de Dieppe pourrait être à l'origine de cette différence.

S I T E   D E   P E N L Y

-----

RESULTATS DENOMBREMENT EN EPIFLUORESCENCE EXPRIMES EN POURCENTAGES

TABLEAU A

DATE	REFERENCE ECHANTILLON	Nombre total de bactéries	Bactéries vertes (vivantes)	Bactéries rouges (mortes)
07.02.78	Point médian	715.10 <sup>3</sup>	95,10	4,90
23.02.78	B1 EHM - 12H20	885.10 <sup>3</sup>	81,36	18,64
	D0 - 14H35	648.10 <sup>3</sup>	95,68	4,32
	B2 EBM - 18H50	208.10 <sup>3</sup>	52,88	47,12
06.03.78	Point médian	608.10 <sup>3</sup>	83,88	16,12
04.04.78	B EHM - 06H10	992.10 <sup>3</sup>	91,73	8,27
	D0 - 09H45	959.10 <sup>3</sup>	92,52	7,19
18.04.78	B2 - 10H00	849.10 <sup>3</sup>	89,52	10,48
	D0 - 11H50	1 279.10 <sup>3</sup>	92,26	7,74
	B1 - 16H40	749.10 <sup>3</sup>	88,25	11,75
28.04.78	B - 15H40	6 122.10 <sup>3</sup>	95,39	4,61
	D0 - 16H30	605.10 <sup>3</sup>	85,95	14,05
13.06.78	D0 -Py - 10H00	1 581.10 <sup>3</sup>	94,24	5,76
	B1 - 11H40	2 298.10 <sup>3</sup>	92,16	7,84
	B2 - 17H15	679.10 <sup>3</sup>	91,46	8,54

11.07.78	D0	- 10H00	$335.10^3$	77,61	30,93
	B1	- 11H40	$325.10^2$	88,92	11,08
13.09.78	B1	- 10H05	$527.10^3$	83,49	16,51
	D0	- 11H20	$427.10^3$	79,63	20,37
	B2	- 16H00	$460.10^3$	86,96	13,04
10.10.78	B2	- 13H45	$315.10^3$	82,54	17,46
	D0	- 15H03	$98.10^3$	88,78	11,22
	B1	- 17H40	$301.10^3$	86,38	13,62
25.10.78	B	- 17H00	$734.10^3$	94,01	5,99
08.11.78	B2	- 12H00	$272.10^3$	95,59	4,41
	D0	- 13H15	$73.10^3$	94,52	5,48
	B1	- 18H00	$37.10^3$	70,27	29,73
21.11.78	PENLY	- 12H10	$73.10^3$	71,23	28,77
06.12.78	B2	- 11H25	$281.10^3$	92,53	7,47
	D0	- 12H50	$386.10^3$	90,67	9,33
	B1	- 16H45	$378.10^3$	92,59	7,41
20.12.78	PENLY	- 18H15	$87.10^3$	89,66	10,34
23.01.79	A'	-	$527.10^3$	83,49	16,51
	B	-	$397.10^3$	88,16	11,84
	C	-	$497.10^3$	82,50	14,50

S I T E   D E   P E N L Y

-----

TABLEAU B

DATE	REFERENCE ECHANTILLON	DENOMBREMENT ZOBELL OPPENHEIMER  N/ml	EPIFLUORESCENCE	
			Bactéries vertes/ml (vivantes)	Bactéries rouges/ml (mortes)
07.02.78	Point médian	57 000	$68.10^4$	$35.10^3$
23.02.78	B1 EHM - 12H20	860	$72.10^4$	$165.10^3$
	D0 - 14H35	2 300	$62.10^4$	$28.10^3$
	B2 EBM - 18H50	1 830	$11.10^4$	$98.10^3$
06.03.78	Point médian	5 000	$51.10^4$	$98.10^3$
04.04.78	B EHM - 5H10	1 500	$91.10^4$	$82.10^3$
	D0 - 09H45	1 000	$89.10^4$	$69.10^3$
18.04.78	B2 - 10H00	3 400	$76.10^4$	$89.10^3$
	D0 - 11H50	1 800	$118.10^4$	$99.10^3$
	B1 - 16H40	3 200	$661.10^4$	$88.10^3$
28.04.78	B - 15H40	11 000	$584.10^4$	$282.10^3$
	D0 - 16H30	2 400	$52.10^4$	$85.10^3$
13.06.78	D0 PY - 10H00	8 000	$149.10^4$	$91.10^3$
	B1 - 11H40	29 000	$221.10^4$	$188.10^3$
	B2 - 17H15	6 500	$621.10^3$	$58.10^3$

11.07.78	D0 - 10H00	180	$260 \cdot 10^3$	$75 \cdot 10^3$
	B1 - 11H40	270	$289 \cdot 10^2$	$36 \cdot 10^2$
13.09.78	B1 - 10H05	1 200	$44 \cdot 10^4$	$87 \cdot 10^3$
	D0 - 11H20	3 400	$34 \cdot 10^4$	$87 \cdot 10^3$
	B2 - 16H00	700	$40 \cdot 10^4$	$60 \cdot 10^3$
10.10.78	B2 - 13H45	1 000	$26 \cdot 10^4$	$55 \cdot 10^3$
	D0 - 15H03	1 300	$87 \cdot 10^3$	$11 \cdot 10^3$
	B1 - 17H40	1 100	$26 \cdot 10^4$	$41 \cdot 10^3$
25.10.78	B - 17H00	8 000	$69 \cdot 10^4$	$44 \cdot 10^3$
08.11.78	B2 - 12H00	1 300	$26 \cdot 10^4$	$12 \cdot 10^3$
	D0 - 13H15	1 450	$69 \cdot 10^3$	$4 \cdot 10^3$
	B1 - 18H00	600	$26 \cdot 10^3$	$11 \cdot 10^3$
21.11.78	PENLY 12H10	200	$52 \cdot 10^4$	$21 \cdot 10^4$
06.12.78	B2 - 11H25	4 000	$26 \cdot 10^4$	$21 \cdot 10^3$
	D0 - 12H50	3 500	$35 \cdot 10^4$	$36 \cdot 10^3$
	B1 - 16H45	1 530	$35 \cdot 10^4$	$28 \cdot 10^3$
20.12.78	PENLY - 18H15	1 340	$78 \cdot 10^3$	$9 \cdot 10^3$
23.01.79	A -	1 900	$44 \cdot 10^4$	$87 \cdot 10^3$
	B -	5 000	$35 \cdot 10^4$	$47 \cdot 10^3$
	C -	6 000	$41 \cdot 10^4$	$87 \cdot 10^3$



S I T E D E P E N L Y

DENOMBREMENT DES BACTERIES SULFATO-REDUCTRICES

TABLEAU C

DATE	REFERENCE ECHANTILLON	Bactéries sulfato-réductrices N/ml
07.02.78	Point médian	60
	B1 EHM - 12H20	10
23.02.78	D0 - 14H35	8
	B2 EBM - 18H50	2
06.03.78	Point médian	0
04.04.78	B EHM - 06H10	20
	D0 - 09H45	8
18.04.78	B2 - 10H00	0
	D0 - 11H50	0
	B1 - 16H40	0
28.04.78	B - 15H40	4
	D0 - 16H30	200
13.06.78	D0 PY - 10H00	30
	B1 - 11H40	100
	B2 - 17H15	50

11.07.78	D0 - 10H00	6
	B1 - 11H40	6
13.09.78	B1 - 10H05	25
	D0 - 11H20	25
	B2 - 16H00	20
10.10.78	B2 - 13H45	10
	D0 - 15H03	20
	B1 - 17H40	10
25.10.78	B - 17H00	10
08.11.78	B2 - 12H00	10
	D0 - 13H15	6
	B1 - 18H00	8
21.11.78	PENLY - 12H10	200
06.12.78	B2 - 11H25	5
	D0 - 12H50	10
	B1 - 16H45	10
20.12.78	PENLY - 18H15	15
23.01.79	A -	30
	B -	4
	C -	6

RECHERCHE DES VIBRIO HALOPHILES

TABLEAU D

DATE	REFERENCE ECHANTILLON	RESULTAT
07.02.78	Point médian	non décelé
23.02.78	B1 EHM - 12H20	non décelé
	DO - 14H35	non décelé
	B2 EBM - 18H50	non décelé
06.03.78	Point médian	non décelé
04.04.78	B EHM - 06H10	non décelé
	DO - 09H45	non décelé
18.04.78	B2 - 10H00	non décelé
	DO - 11H45	non décelé
	B1 - 16H40	non décelé
28.04.78	B - 15H40	non décelé
	DO - 16H30	non décelé
13.06.78	DO PY - 10H00	V. intermédiaire I, II
	B1 - 16H30	V. intermédiaire I, II
	B2 - 17H15	V. intermédiaire I, II

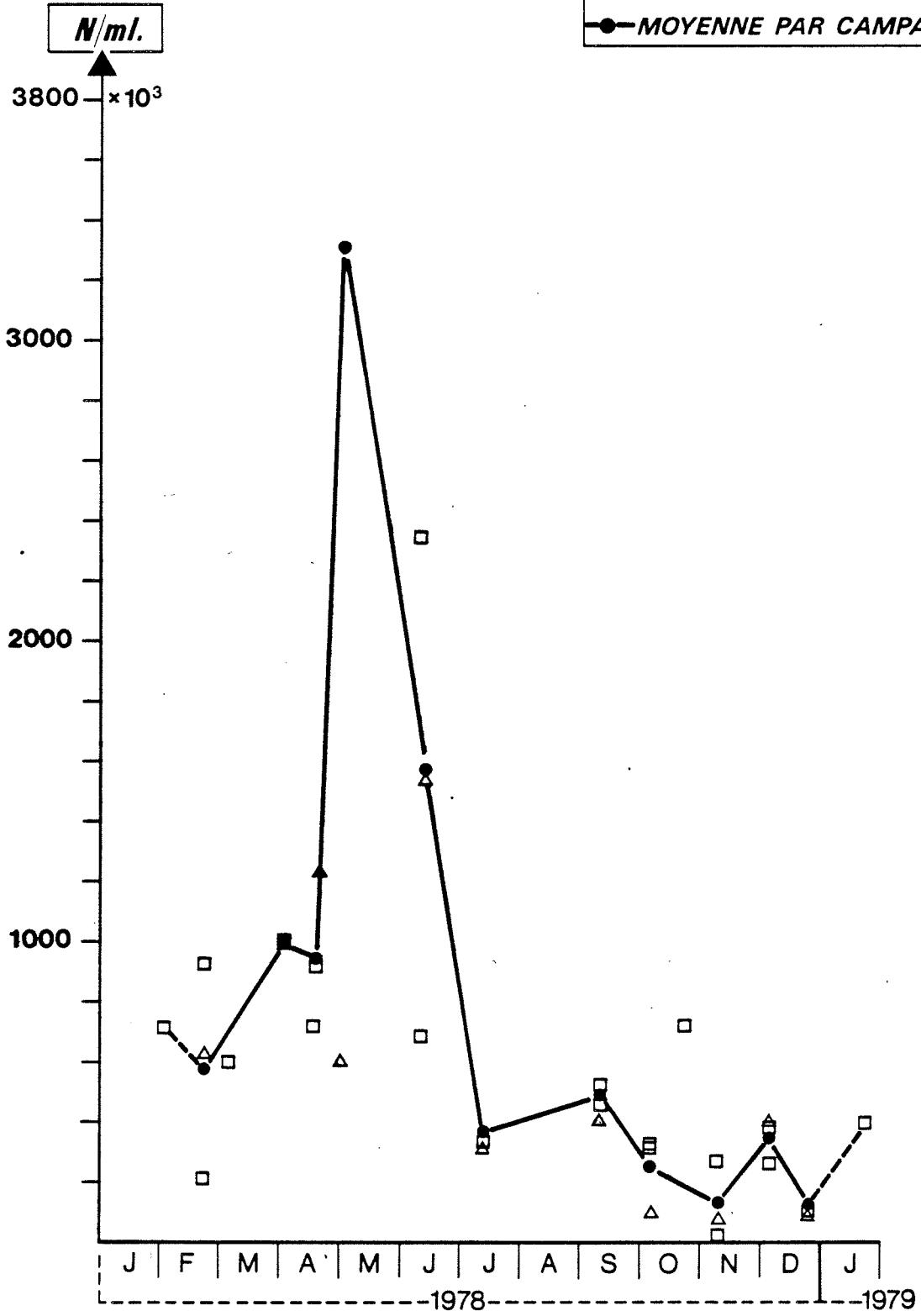
11.07.78	DO - 10H00	non décelé
	B1 - 11H40	non décelé
13.09.78	B1 - 10H05	non décelé
	DO - 11H20	V. intermédiaire I, II
	B2 - 16H00	V. intermédiaire I, II
10.10.78	B2 - 13H45	non décelé
	DO - 15H03	non décelé
	B1 - 17H40	non décelé
25.10.78	B - 17H00	non décelé
08.11.78	B2 - 12H00	V. intermédiaire I, II
	DO - 13H15	non décelé
	B1 - 18H00	non décelé
21.11.78	PENLY - 12H10	V. intermédiaire I, II
06.12.78	B2 - 11H25	non décelé
	DO - 12H50	non décelé
	B1 - 16H45	non décelé
20.12.78	PENLY - 18H15	V. intermédiaire I, II
23.01.79	A -	V. intermédiaire I, II
	B -	non décelé
	C -	non décelé

FIGURES III-1 A III-5

VARIATIONS SAISONNIERES  
DU NOMBRE TOTAL DE GERMES  
PAR EPIFLUORESCENCE

□ 6122

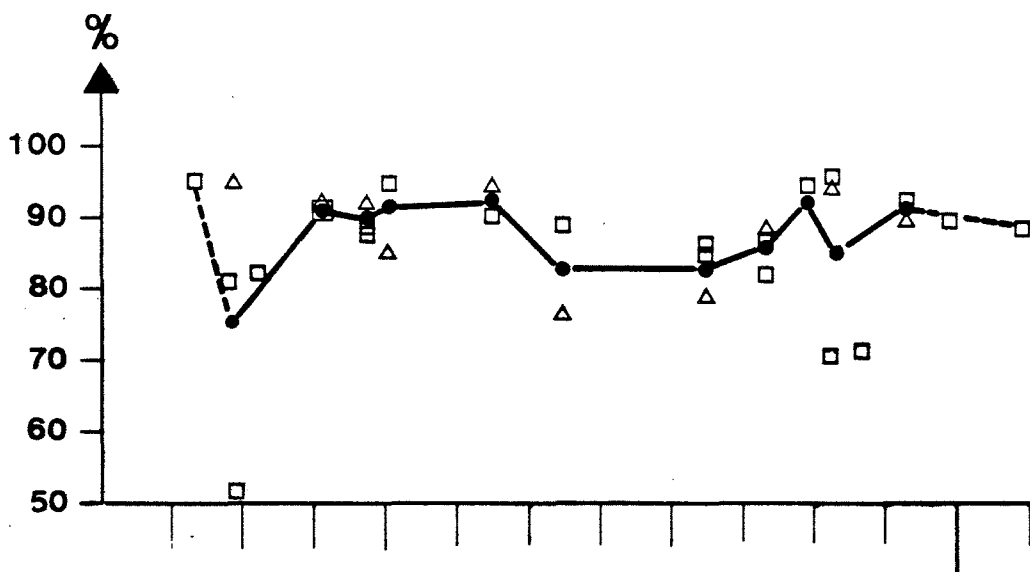
- POINT MEDIAN "B"
- △ POINT "D"
- MOYENNE PAR CAMPAGNE



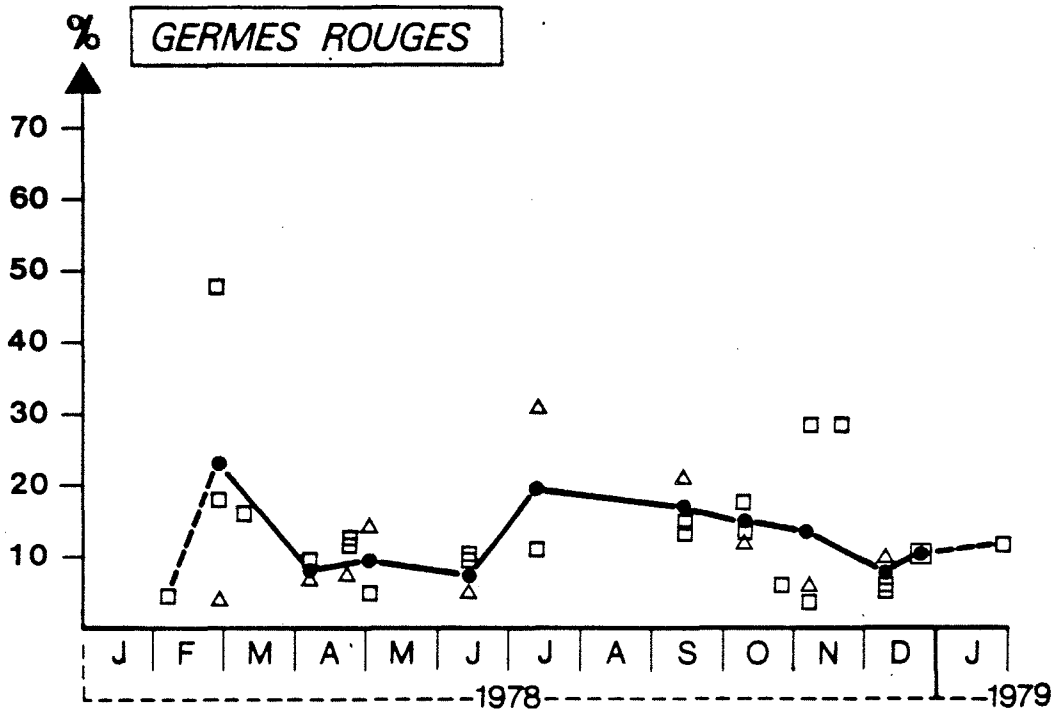
VARIATIONS SAISONNIERES  
DES POURCENTAGES DES GERMES FLUORESCENTS

□ POINT MEDIAN "B"  
△ POINT "D"  
● MOYENNE PAR CAMPAGNE

GERMES VERTS

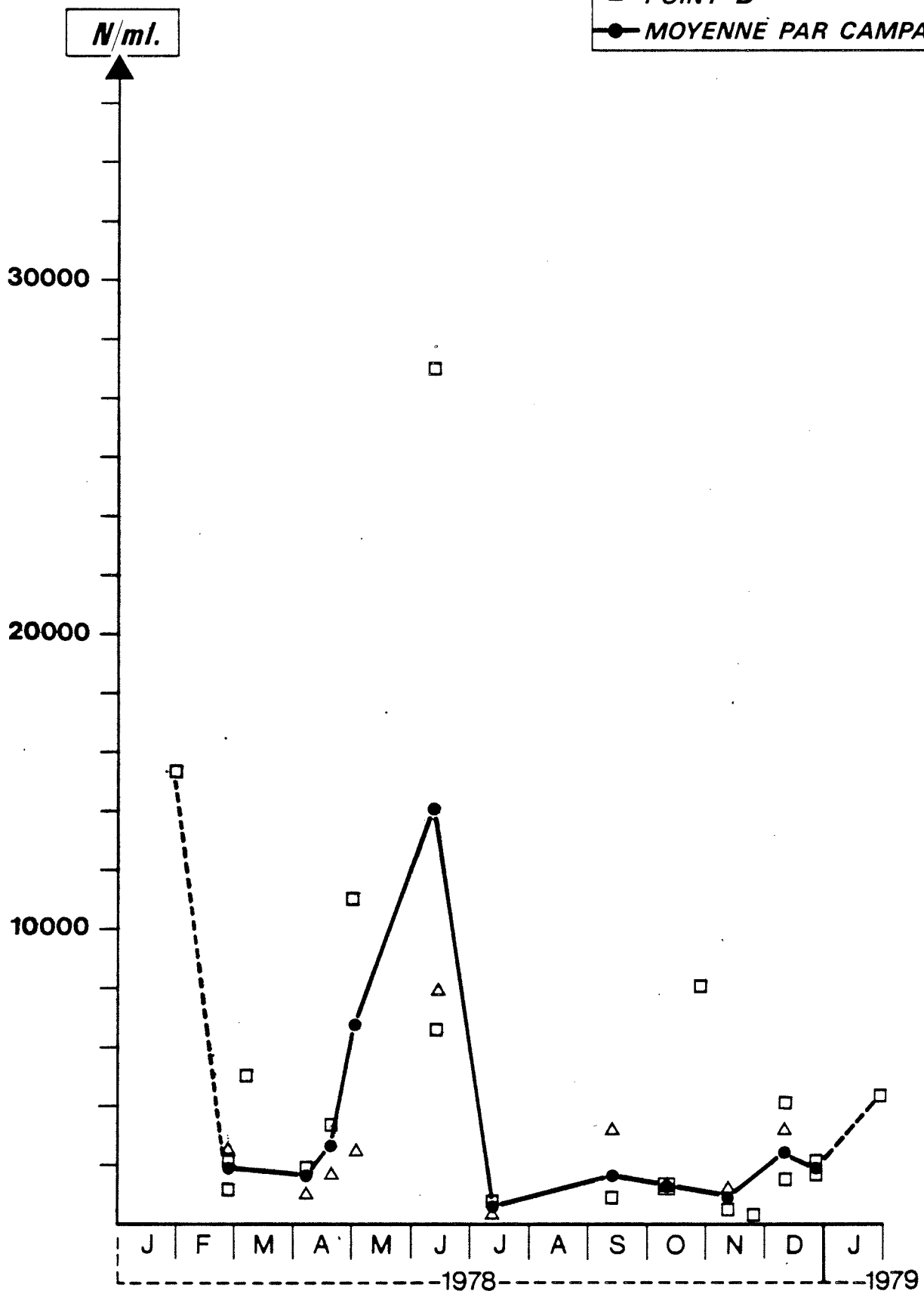


GERMES ROUGES

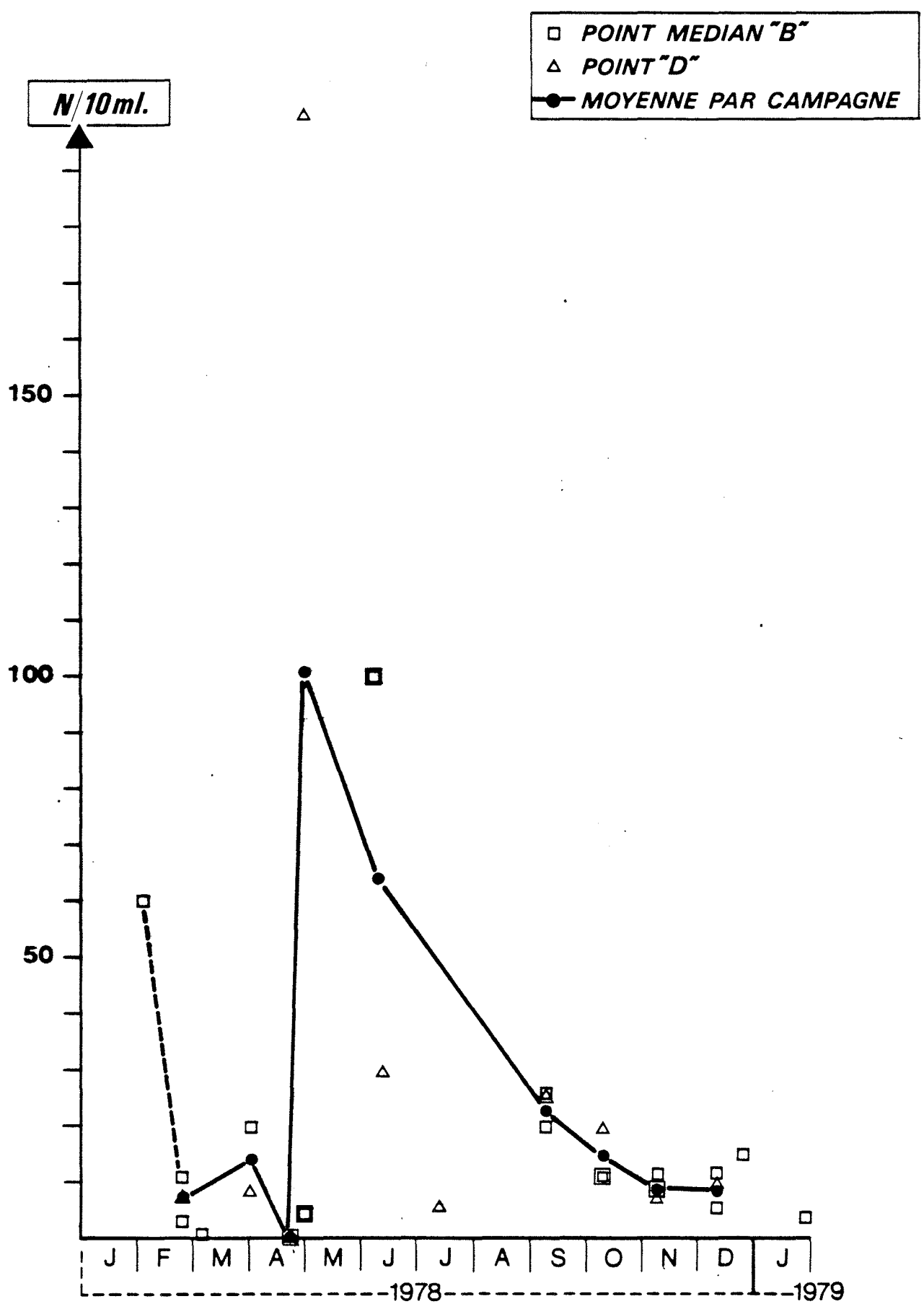


VARIATIONS SAISONNIERES  
DU NOMBRE MOYEN DE GERMES VIABLES  
SUR MILIEU DE ZOBELL

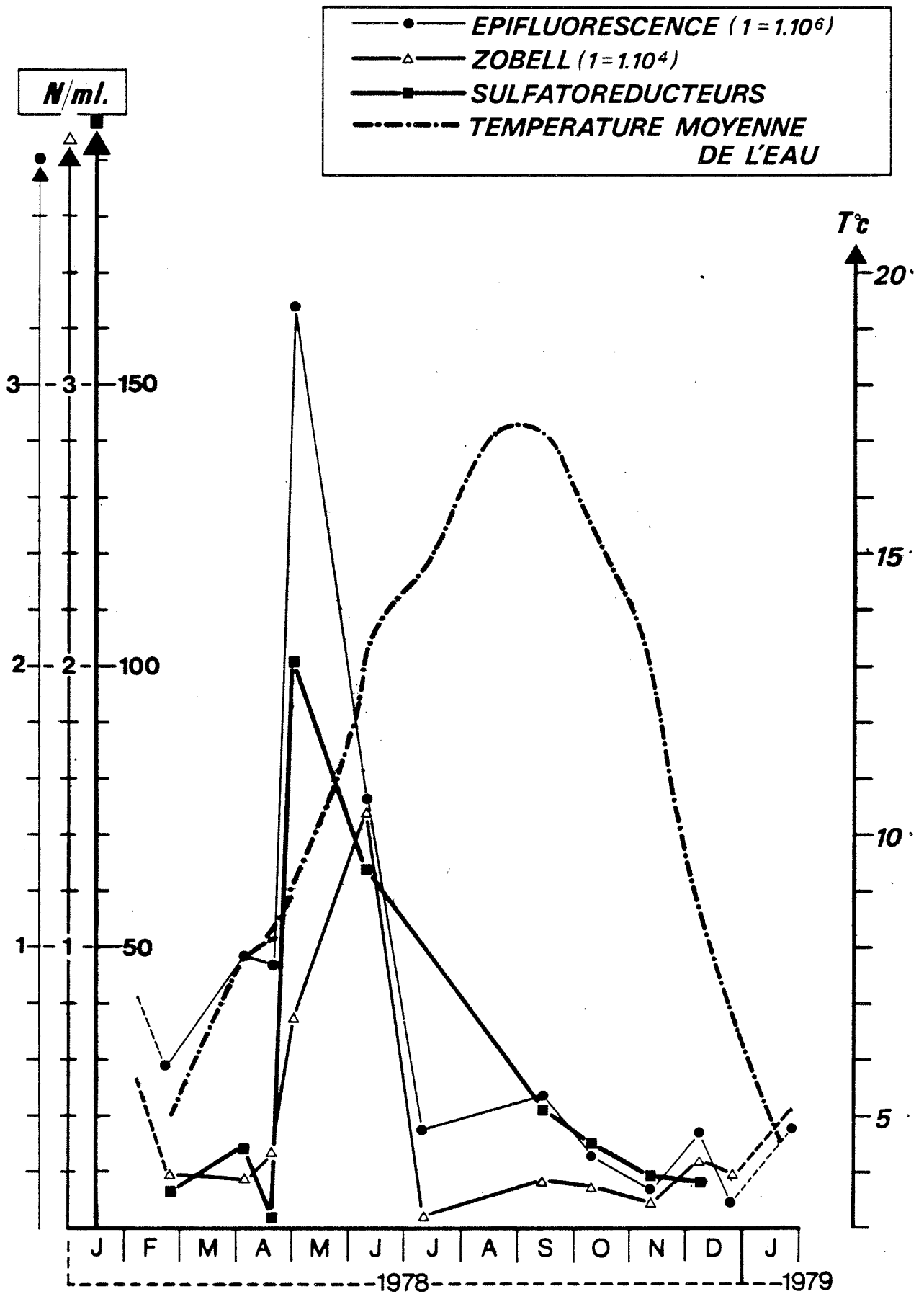
□ POINT MEDIAN "B"  
△ POINT "D"  
● MOYENNE PAR CAMPAGNE



VARIATIONS SAISONNIERES  
DU NOMBRE DE GERMES SULFATOREDUCTEURS



VARIATIONS SAISONNIERES  
DES PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES ET DE LA TEMPERATURE





CHAPITRE IV

PHYTOPLANKTON

PAR M. RYCKAERT  
COLLABORATION TECHNIQUE M. P. CRASSOUS





## I) GENERALITES :

L'étude du phytoplancton, responsable de la production primaire pélagique, premier échelon de la chaîne trophique marine est abordée dans ce travail par trois méthodologies différentes :

### 1°) Evaluation de la biomasse chlorophyllienne (chlorophylle a)

La chlorophylle ou plutôt les chlorophylles contenues dans les cellules phytoplanctoniques sont les pigments responsables de l'utilisation de l'énergie lumineuse pour l'élaboration de la matière organique. Les chlorophylles ne sont sensibles qu'à une certaine gamme de longueurs d'onde et leur minimum d'absorption se situe autour de 520 nm, ce qui correspond également aux radiations les plus pénétrantes dans l'eau de mer. D'autres pigments sont donc nécessaires, bruns par exemple (contenus dans les Diatomées et Dinoflagellés) pour transférer l'énergie reçue aux chlorophylles. Les chlorophylles sont nécessaires pour l'activité autotrophe des organismes phytoplanctoniques mais leur présence n'est pas obligatoirement indicatrice d'une bonne activité. Sous l'action de différents facteurs. La chlorophylle peut se dégrader irréversiblement en donnant des phéopigments inactifs.

### 2°) Dénombrement et détermination des organismes

Les organismes dénombrés sont unicellulaires (solitaires ou en colonies) appartenant à différents groupes de comportement écologique différent. Deux sont dominants dans les eaux marines tempérées :

- Diatomées (ou Bacillariophycées) : les Diatomées sont des algues unicellulaires enfermées dans une sorte de coque siliceuse (frustule). Leur taux de croissance et leur production sont élevés et ces algues constituent la nourriture principale du plancton animal herbivore. De 5 à 200 microns de longueur, autotrophes, elles sont subdivisées en deux groupes selon leur mode de division :

pennées, essentiellement benthiques (fixées sur un substrat), dont le genre le plus représenté est *Navicula*. Certaines espèces sont cependant planctoniques, telles *Asterionella*, *Thalassionema* et quelques *Nitzschia*. Les

taxons benthiques apparaissent dans les échantillons pélagiques après un brassage important des eaux (tempêtes, forts courants de marée), centrées, pour la grande majorité pélagiques (excepté *Paralia sulcata*). Ce sont les principales représentantes des populations planctoniques.

Les Diatomées peuvent présenter de forts développements quasi monospécifiques (eaux brunes) dans certaines conditions mal définies (*Skeletonema costatum*, certains *Coccolithodiscus*).

- Dinoflagellés (ou Dinophycées) : de classe de taille à peu près identique aux Diatomées, flagellés (deux flagelles) autotrophes et/ou hétérotrophes. Ils ont une structure cellulaire plus élaborée que les Diatomées, avec en particulier présence de grains d'amidon et parfois de taches photosensibles. Ils peuvent absorber de la matière organique dissoute ou particulaire. Deux groupes principaux se distinguent, les Dinoflagellés nus (ou Gymnodinidés) principalement représentés par *Gymnodinium* et *Gyrodinium*, et les Dinoflagellés cuirassés, à thèque "bivalve" (*Dinophysis*, *Prorocentrum*) ou segmentées en plaques polygonales (*Peridinium*, *Gonyaulax*,...). Ils deviennent plus abondants en été et en automne et arrivent quelquefois à supplanter les Diatomées.

Les Diatomées et Dinoflagellés ne sont pas les seuls représentants des populations échantillonnées. Dans la classe de taille inférieure à 5 microns ("ultraplancton" de la plupart des auteurs, mais baptisé ici "nanoplancton"), se rencontrent des bactéries difficilement reconnaissables au grossissement employé, et des flagellés chlorophylliens (essentiellement des Cryptophycées) en grand nombre. Egalement communs sont les Silicoflagellés, représentés surtout par un taxon *Dyctyocha speculum*. Quelques Euglènes sont parfois présentes.

En dehors des organismes chlorophylliens sont dénombrés des protozoaires, tels que les Ciliés dont la détermination précise n'est pas effectuée. Leur rôle écologique est assez important. Leur abondance est plus ou moins liée à l'abondance des matières organiques dans le milieu.

La mesure des paramètres 1 et 2 ne peut être faite qu'à un temps donné et ne représente qu'un état transitoire de l'évolution des populations. Une méthode "dynamique" complète les précédentes.

### 3°) Evaluation de la production primaire potentielle

Elle permet d'apprécier les possibilités d'élaboration de matière organique en un temps donné par les populations reconnues selon les méthodes précédentes. Le taux de production est dépendant de la composition spécifique des échantillons, du nombre de cellules autotrophes par unité de volume, de leur volume (de petites cellules ont en général une production plus élevée) et de leur état physiologique, en plus des paramètres physiques comme lumière et température. Le rapport Production/Biomasse chlorophyllienne n'est pas constant sur l'année et varie de 0 à 10. Un rapport élevé indique des populations soumises à un fort taux de renouvellement.

## II) MATERIEL ET METHODES :

### 1°) Prélèvements

La stratégie d'échantillonnage est celle décrite dans le chapitre "HYDROLOGIE".

### 2°) Chlorophylle

Un demi litre d'eau est filtré à travers une membrane filtrante Whatman de 0.5  $\mu\text{m}$  de diamètre de pores. Les filtres sont conservés au congélateur avant analyse au laboratoire. L'extraction se fait après broyage du filtre et addition de 5 ml d'acétone à 90 %. La fluorescence émise est mesurée à l'aide d'un fluorimètre Turner modèle 111. Le calcul du taux de chlorophylle s'effectue selon l'équation de Lorenzen.

### 3°) Enumération et détermination du phytoplancton

Les échantillons sont fixés au lugol acide. Selon la méthode d'Utermöhl, un volume de 10  $\text{cm}^3$  est mis à décanter dans des chambres à sédimentation pendant quelques heures. Le fond de ces cuves est constitué d'une lamelle de verre permettant l'observation des organismes décantés grâce à un microscope à optique inversée. Si les individus d'un ou plusieurs taxons sont suffisamment nombreux (plus de 100), ils sont comptés sur une fraction du fond de cuve, le reste étant dénombré sur la moitié du fond de cuve.

A chaque niveau de prélèvement ne correspond qu'un seul échantillon.

L'incertitude liée à la valeur de ces échantillons uniques est donc assez importante. Des comptages effectués par ailleurs (Paluel, 1er cycle d'études) (Rapport EDF/CNEXO, juin 1976) sur trois sous-échantillons montrent une incertitude de l'ordre de 30 %.

Pour chaque échantillon sont dénombrés tous les organismes déterminables. Des précisions sont apportées sur l'état des cellules : nombre de cellules en division, nombre de cellules mortes (frustules vides ou contenant un cytoplasme très réduit). Ces nombres sont ensuite rapportés au nombre total de cellules de microplankton par le calcul de leur pourcentage. Il n'est pas toujours évident de préciser les limites de choix d'une cellule en division ou d'une cellule "morte". Les Diatomées faiblement siliceuses se dissolvent rapidement après la mort du cytoplasme, par exemple. Le calcul du taux de cellules en division peut être un indice de l'activité cellulaire.

#### 4°) Production primaire

Sur les lieux du prélèvement, des échantillons de 100 ml sont inoculés avec un millilitre de solution de  $\text{NaH}^{14}\text{CO}_3$  dosé à 4 microcuries. Ils sont ensuite incubés à la lumière artificielle et à la température de l'eau de surface. A chaque niveau de prélèvement correspondent deux échantillons incubés dans des flacons à parois transparentes et un échantillon incubé dans un flacon à parois opaques. Après environ 4 heures d'incubation, les échantillons sont filtrés sur membrane Sartorius de 0.45 microns de diamètres de pores.

Au laboratoire, les filtres sont séchés et introduits dans des flacons et additionnés de 10 ml de liquide scintillant (Instagel-Packard). Le comptage de l'activité résiduelle s'effectue à l'aide d'un compteur à scintillation liquide (Intertechnique SL30). Les résultats sont exprimés en  $\text{mgC.m}^{-3}.\text{h}^{-1}$ .

Cette production ne représente que les potentialités productives d'une population autotrophe à une intensité lumineuse qui correspond à une moyenne sur l'année de l'intensité lumineuse naturelle. Cette intensité employée est donc sursaturante en hiver, et sous-saturante en été. De plus, la composition

spectrale de la lumière émise dans l'incubateur se rapproche de celle de la lumière naturelle.

L'idéal est bien entendu d'effectuer en même temps les mesures in situ avec immersion de filières portant les flacons d'échantillons à leur niveau de prélèvement. Mais, si cette technique est applicable en Méditerranée, elle est peu réalisable en mer à marée, en raison des courants qui y règnent, spécialement à proximité des sites éventuels de centrales nucléaires (une des raisons principales du choix des sites).

Cependant, lors d'une mission en baie de Seine ("Baie de Seine" campagne Thalia, mai 1978 - Présentation des résultats. Rapport interne CNEOX/COB/ELGMM, p. 114), des mesures ont permis de comparer des échantillons incubés en lumière artificielle d'une part, et, d'autre part, après immersion à leur profondeur de prélèvement. Les résultats obtenus sont sensiblement identiques dans les deux cas pour les échantillons de surface.

La production primaire est mesurée aux points A et C de la radiale (côte et large) ainsi qu'au point D (hors-zone).

### III) RESULTATS :

Les résultats sont exprimés sous forme de listings (volume "annexes") et sous forme de graphiques en fonction du type de campagnes de prélèvements. Ainsi les figures IV.1 à IV.5 correspondent aux résultats obtenus lors des campagnes dites "lourdes" (en moyenne une par mois). Y sont représentées soit des moyennes sur l'ensemble des prélèvements de chaque campagne, soit les moyennes des prélèvements effectués à des stations particulières. Les campagnes intermédiaires ne concernent que des prélèvements de surface à la station B (médiane de la radiale). Sur les figures IV.6 à IV.9 il n'a donc été tenu compte que de l'ensemble des prélèvements effectués à la station B en surface tant aux campagnes "lourdes" qu'aux campagnes intermédiaires.

Les variations des différents paramètres biologiques quantitatifs et qualitatifs sont examinées simultanément d'un point de vue spatial et d'un point de vue cyclique (essentiellement cycle saisonnier).

A Penly, les variations spatiales verticales (surface-fond), bien que parfois existantes présentent peu de cohérence d'une campagne à l'autre, contrairement à certains paramètres physico-chimiques. Par contre les variations horizontales (côte-large ou radiale-hors-zone) sont plus évidentes, et plus ou moins importantes selon les saisons. Dans ce rapport de 1er Cycle, il ne sera tenu compte que de ces dernières.

De même, le cycle de marée semble avoir une influence irrégulière sur les paramètres biologiques et il n'en sera tenu compte que dans le rapport final concernant les deux années d'études.

#### 1°) Paramètres quantitatifs (figures IV.1 à IV.9)

Ils comprennent le taux de chlorophylle a, le nombre de cellules (microplancton vivant ou mort, nanoplancton et ciliés) et le taux de production primaire. Les graphiques ne prennent en compte que les cellules vivantes (dont les cellules en division) à l'exclusion des cellules mortes, sauf indication contraire.

##### . Variations spatiales (fig. IV.1 à IV.5)

Sur l'ensemble de ces figures, le graphique supérieur représente les variations aux points A (côtier) et C (large) de la radiale, alors que le graphe inférieur concerne les variations au point D (hors-zone). Il ne s'agit donc que des campagnes "lourdes".

Sans entrer dans la description des courbes, il apparaît que la zone côtière est en général plus riche en chlorophylle, microplancton (principal responsable du taux de chlorophylle) et en production primaire. Par contre, le nanoplancton paraît plus abondant au large. Il est possible que cela soit dû à une imprécision au niveau du dénombrement : les échantillons côtiers sont plus riches en matières en suspension qui gênent la reconnaissance des organismes nanoplanctoniques.

La station hors-zone n'apparaît pas franchement semblable à A ou à C, mais les variations observées sont du même ordre que celles relatives aux stations de la radiale.

##### . Variations saisonnières (fig. IV.6 à IV.9)

La partie supérieure de ces figures est une représentation de la moyenne des valeurs obtenues sur l'ensemble des stations de chaque campagne "lourde".



Ces moyennes sont assorties des valeurs minimales et maximales rencontrées à chaque campagne.

Le graphe inférieur représente les variations observées en surface au point B (médián de la radiale), aux campagnes "lourdes" et aux campagnes intermédiaires, soit en général une valeur pour les campagnes intermédiaires et deux valeurs pour les campagnes "lourdes".

-Les études de complément d'avant-projet effectuées en 1977 (cf. Etude écologique d'avant-projet sur le site de Penly - Rapport EDF/CNEXO - nov. 1977, fig. 9 et 10, p. 22-23) avaient montré l'apparition d'une floraison de microplancton en mars, fréquemment observée sur le littoral de la Manche. Une deuxième se développait en juillet-août. La concentration en chlorophylle ne suivait pas ces variations parce que conditionnée par le développement important de colonies de *Phaeocystis* en avril, espèce non dénombrée dans le microplancton.

En 1978, l'ensemble des paramètres quantitatifs relatifs au phytoplancton mesurés pendant les campagnes "lourdes" suivent un accroissement régulier de leurs valeurs jusqu'en juillet (6 à 10  $\mu\text{g}/\text{l}$  chlorophylle et  $10^6$  cell/l) et reviennent à des valeurs hivernales dès le mois de septembre. La prise en compte des campagnes intermédiaires (point B surface), met en évidence des variations moins régulières, en dents de scie avec présence d'autres pics d'abondance, particulièrement à la fin du mois d'août.

Le nanoplancton (fig. IV.4 et IV.8) (*Phaeocystis*) connaît un fort développement en juin, moins important cependant qu'en 1977 et deux mois plus tard. Cette floraison explique la différence observée à cette date entre le taux de chlorophylle et le nombre de cellules de microplancton.

Dans l'ensemble, les variations saisonnières observées à partir des campagnes lourdes seulement, ou en tenant compte également des campagnes intermédiaires, sont sensiblement équivalentes dans les grandes lignes. La biomasse dépasse les valeurs hivernales de mai à septembre ( $>2\mu\text{g}$  pour la chlorophylle et  $>10^5$  cel/litre pour le microplancton). La séquence des variations mises en évidence par les campagnes intermédiaires (dans la limite du nombre des prélèvements) est l'illustration de la rapidité d'évolution des populations phytoplanctoniques.

L'activité et l'état physiologiques de ces populations peuvent se préciser au niveau du microplancton par la proportion de cellules en division (tableau IV.1) et de cellules mortes (tableau IV.2) (fig. IV.10). Les périodes de multiplication

## TABLEAU IV.1

PENLY 1er CYCLE - PHYTOPLANCTONCELLULES MICROPLANCTONIQUES EN DIVISION

Pourcentage du nombre total de cellules  
moyenne-mini-maxi par Points

Camp.	Point A			Point B			Point C			Point D		
	Mini	Moy	Maxi	Mini	Moy	Maxi	Mini	Moy	Maxi	Mini	Moy	Maxi
Ply I'					2,9							
Ply I	0	0,3	1,2	0	0,3	0,9	0	0,4	0,6	0	0,3	0,9
Ply II	0,9	1,2	1,6	0,4	1,3	3,2	0,6	1,4	2,0	0,4	5,7	4,0
Ply III	0,3	2,2	3,8	0,7	2,9	5,6	0,1	2,7	5,9	0,4	1,4	2,4
Ply III'					0,1							
Ply IV	0,2	0,8	1,7	0,5	2,0	3,6	1,1	1,8	2,1	1,8	3,3	4,3
Ply V'					1,0							
Ply V	0	0	0	0	0,2	0,4	0	0,7	2,1	0,4	0,6	0,8
Ply VI	1,6	2,1	2,4	1,0	2,1	3,2	1,9	3,0	4,	1,4	1,8	2,2
Ply VII'					2,6							
Ply VII	1,7	3,1	5,6	1,7	3,5	6,0	2,0	4,4	6,8			
Ply VIII'					7,5							
Ply VIII	0	0,7	1,3	0,3	0,5	0,8	0	0,4	0,8	0	0	0
Ply IX	0,7	1,8	2,6	1,2	1,7	2,0	1,1	2,0	2,3	1,6	1,9	2,2
Ply X'					0,4							
Ply X	0	0,2	0,7	0	0,2	0,7	0	0,2	0,5	0	0,3	0,9
Ply XI'					0							
Ply XI	0,5	1,0	1,8	0	0,7	2,0	0,3	0,6	1,2	0	0	0
Ply XII'					0,4							

TABLEAU IV.2

## PENLY 1er CYCLE - PHYTOPLANCTON

## CELLULES MICROPLANCTON MORTES

(Pourcentage du nombre de cellules vivantes + mortes)  
Moyenne-Mini-Maxi par points

Camp.	Point A			Point B			Point C			Point D		
	Mini	Moy	Maxi	Mini	Moy	Maxi	Mini	Moy	Maxi	Mini	Moy	Maxi
Ply I'					16,19							
Ply I	21,6	28,1	33,7	17,9	23,2	30,0	14,9	21,3	27,4	23,9	28,5	32,4
Ply II	18,5	23,9	26,6	16,0	20,1	24,6	10,0	14,1	19,6	17,9	19,6	21,0
Ply III	2,8	4,9	6,9	3,0		6,8	2,2	5,5	8,9	7,7	10,8	12,8
Ply III'					13,7							
Ply IV	2,3	3,5	5,0	1,2	1,7	2,7	1,5	2,4	2,9	1,8	3,3	4,2
Ply V'					6,2							
Ply V	2,0	2,7	4,2	1,2	2,5	4,7	1,3	2,0	3,6	1,8	2,5	3,2
Ply VI	1,6	3,2	6,2	0,7	2,	3,5	1,5	2,5	3,6	3,2	5,7	8,2
Ply VII'					2,9							
Ply VII	3,3	4,3	5,3	2,1	5,2	8,0	1,0	3,6	5,4	1,8	2,4	3,0
Ply VIII'					1,0							
Ply VIII	6,4	11,5	18,6	7,0	11,7	18,0	10,6	16,1	21,7	13,8	17,3	19,6
Ply IX	7,8	12,3	14,5	7,2	9,0	12,0	8,7	10,1	11,5	5,7	6,3	6,8
Ply X'					17,6							
Ply X	10,2	14,2	19,2	8,64	12,3	17,4	6,7	13,0	21,6	5,2	10,6	19,4
Ply XI'					16,9							
Ply XI	10,5	15,3	20,7	10,3	16,8	25,8	12,7	16,4	19,8	16,7	18,3	20,2
Ply XII'					13,8							

actives correspondent aux périodes où le nombre de cellules mortes est minimal, excepté pour la campagne de juin : peut être la présence de *Phaeocystis* inhibe-t-elle la multiplication cellulaire du microplancton ; il se peut également que la morphologie de l'espèce de diatomées dominant à cette campagne (*Nitzschia delicatissima*) rende difficile la détection de la division.

Les variations de la proportion de cellules mortes sont très régulières et inversement superposables à la proportion de chlorophylle active (tableau IV.3 et fig. IV.11).

Dans ces variations saisonnières, en dehors de la campagne de juin, une autre campagne se distingue, celle de septembre avec chute de la plupart des paramètres actifs. Cela peut être mis en relation soit avec l'hydrologie, soit avec le zooplancton (cf. Discussion p. 101).

Les variations de la productivité primaire suivent celles de la chlorophylle et du nombre de cellules (pas de mesures en juin par suite de colmatage à la filtration par *Phaeocystis*) (fig. IV.1 et IV.2). En juillet, la production primaire atteint des valeurs très élevées (près de  $180 \text{ mgC/m}^5/1$  à la station côtière) sans doute provoquées par une forte activité de la population de *Rhizosolenia delicatula* correspondante. Cependant, il paraît difficile d'expliquer la très faible productivité d'août malgré une population approchant  $5.10^5$  cellules/litre, riche en chlorophylle active et en cellules en division.

Les variations des paramètres quantitatifs sont une représentation des variations des populations phytoplanctoniques, composés d'espèces différentes morphologiquement et écologiquement, qui se succèdent dans le temps.

## 2°) Paramètres qualitatifs

Les différents taxons rencontrés à Penly lors de l'étude de premier cycle sont regroupés (voir liste p.102). Cette liste comprend 91 espèces de diatomées, dont 67 centriques et 24 pennées. Les dinoflagellés sont représentés par 28 espèces et les autres groupes d'algues par 6 taxons.

### . Variations spatiales

En regroupant par point de prélèvement l'ensemble des échantillons récoltés à Penly en 1978, il est possible de dégager des tendances plus ou moins côtières pour certaines espèces. Ainsi, certains taxons apparaissent plutôt

TABLEAU IV.3

PENLY 1er CYCLE - PHYTOPLANCTONPOURCENTAGE DE CHLOROPHYLLE ACTIVE

Moyenne-mini-maxi par points

Camp.	Point A			Point B			Point C			Point D		
	Mini	Moy	Maxi	Mini	Moy	Maxi	Mini	Moy	Maxi	Mini	Moy	Maxi
Ply I'					74,5							
Ply I	50,0	58,8	64,2	49,3	61,4	69,0	59,3	67,5	78,1	40,3	53,4	63,8
Ply II	55,5	61,2	65,6	70,2	74,2	79,5	72,0	79,2	82,9	57,3	59,5	61,8
Ply III	70,5	76,9	82,9	71,9	78,2	81,1	71,9	80,2	86,0	69,2	70,6	71,9
Ply III'					74,							
Ply IV	63,0	67,3	71,6	72,6	78,2	85,8	83,8	85,3	88,1	68,5	78,0	84,4
Ply V'					77,5							
Ply V	66,0	73,4	87,2	70,4	77,1	82,2	70,6	77,7	87,1	75,8	83,3	87,7
Ply VI	84,1	87,4	97,0	83,1	89,9	97,8	82,2	90,8	99,1	76,9	80,4	84,0
Ply VII'					-							
Ply VII	79,3	84,7	89,8	79,4	86,2	92,6	78,3	88,6	95,5	82,5	82,4	85,3
Ply VIII'					83,5							
Ply VIII	42,2	51,3	57,3	38,6	52,4	66,6	42,9	53,5	71,3	40,0	45,6	50,0
Ply IX	65,5	68,3	69,7	70,5	73,1	75,5	67,7	70,7	78,7	70,2	76,2	82,2
Ply X'					-							
Ply X	43,0	55,6	71,5	48,3	56,5	68,7	42,9	61,1	70,7	54,9	65,2	82,2
Ply XI'					-							
Ply XI	43,8	56,4	63,6	52,7	57,3	63,2	55,7	59,9	66,7	51,1	53	56,8
Ply XII'					89,9							

côtiers, comme *Paralia sulcata*, *Thalassionema nitzschioides*, le genre *Thalassiosira* et le genre *Biddulphia*. Le genre *Rhizosolenia* se rencontre principalement au large, à part *Rhizosolenia setigera*, plus souvent observée à la côte. Les autres espèces n'ont que peu de préférences. Il faut noter que l'étroitesse de la bande côtière, étudiée (4 km entre les points extrêmes de la radiale) ne favorise pas l'appréciation d'un gradient côte-large évident. L'espèce la plus évidemment côtière, *Paralia sulcata*, est particulière par son écologie, puisqu'elle se trouve fixée au substrat par un bouchon de mucus. Sa présence dans le plancton côtier s'explique par son arrachement du substrat sous l'action du ressac et du balancement des marées. La répartition des espèces le long de la radiale peut également dépendre de la saison, en fonction des paramètres hydrologiques (température plus froide à la côte en hiver, mais plus chaude en été).

#### Variations saisonnières

Les variations relativement régulières décrites pour les paramètres quantitatifs correspondent à une succession de populations plus ou moins monospécifiques et différentes d'une campagne à l'autre.

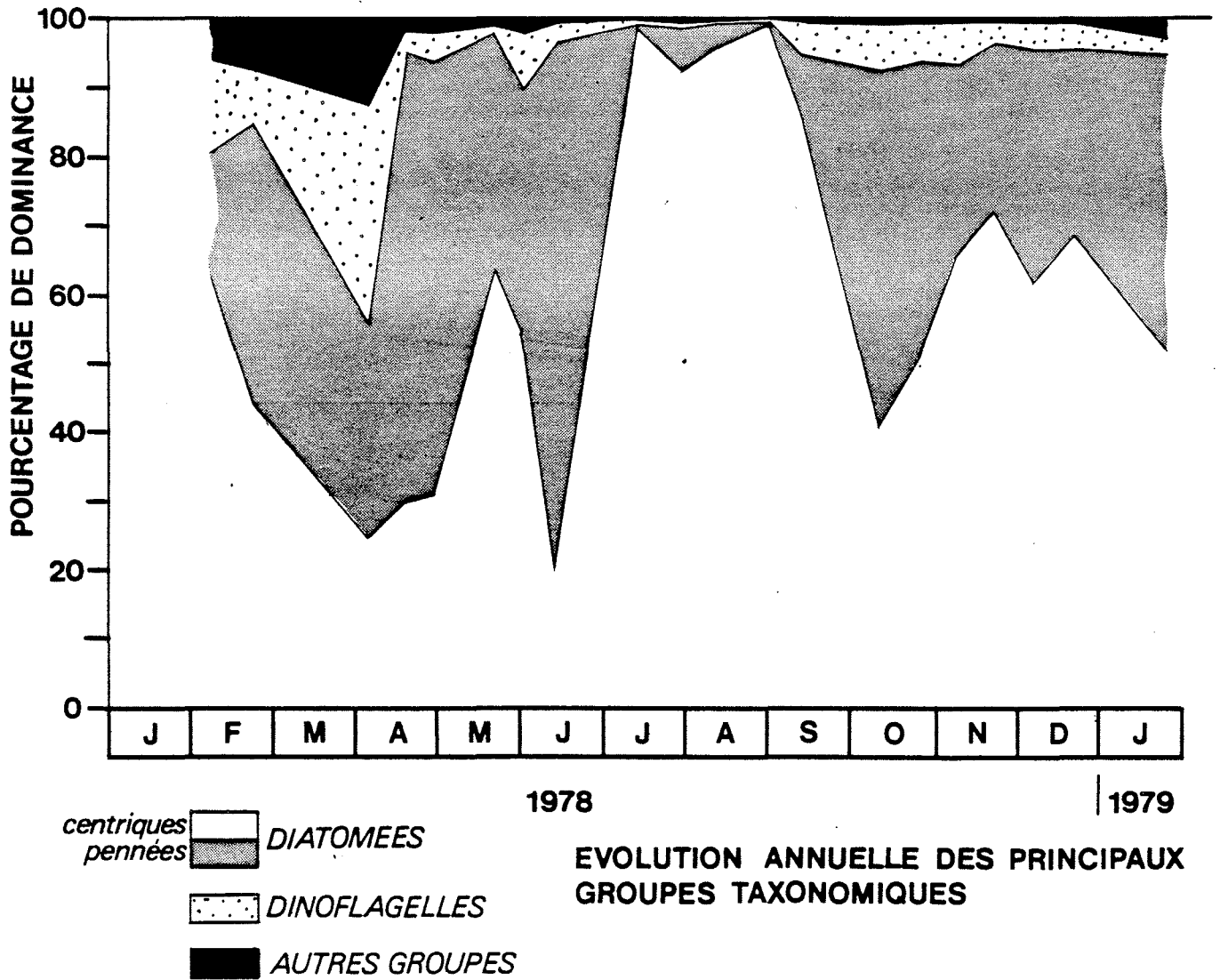
La figure IV.12 représente la succession des différents groupes taxonomiques au cours de l'année 1978 (tableau IV.4), en pourcentage de dominance. Les Diatomées sont subdivisées en pennées et centriques, ce qui est une indication grossière de la nature benthique ou pélagique de ces algues.

Cette figure indique la prédominance des Diatomées tout au long de l'année, rarement inférieures à 80 % et représentant souvent plus de 90 % des populations. Les échantillons de la campagne de début avril, composés seulement de 55 % de Diatomées, comprennent également des *Peridinium* (Dinoflagellé) et *Dictyocha speculum* (Dilicoflagellé).

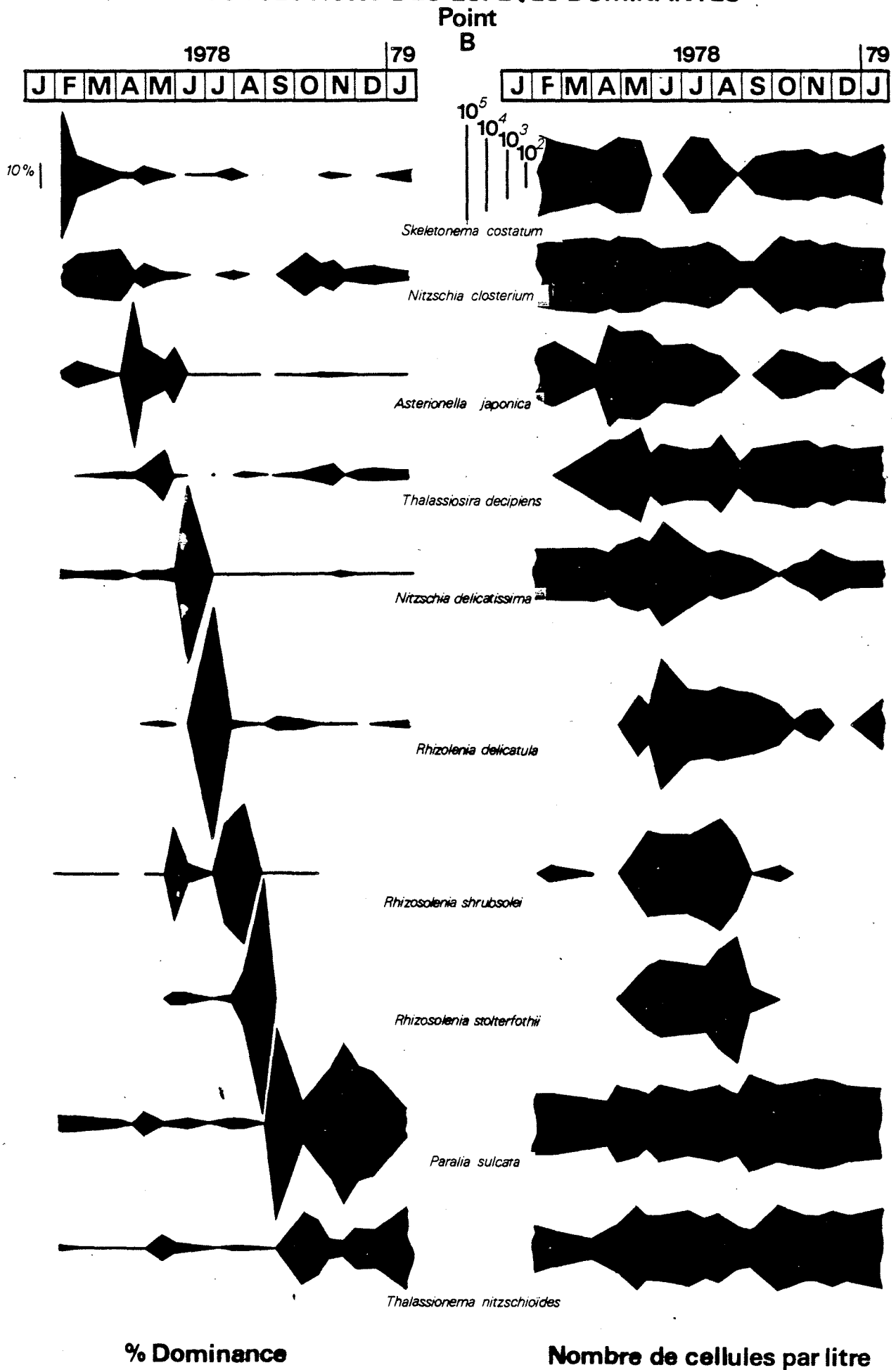
Les Diatomées étant les représentantes presque exclusives du microplancton à Penly, seule leur succession est examinée. La figure IV.13 montre la succession des principaux taxons de Diatomées au cours de l'année du premier cycle d'études (point B) en dominance et abondance. Cette figure est issue du tableau IV.5.

En relation avec les paramètres quantitatifs, la succession des espèces permet de définir trois périodes saisonnières.

### PENLY 1<sup>er</sup> CYCLE \_ PHYTOPLANCTON



# PENLY 1<sup>er</sup> CYCLE - PHYTOPLANKTON SUCCESSIONS DES ESPECES DOMINANTES





PENLY 1er CYCLE - PHYTOPLANCTONEVOLUTION ANNUELLE DES PRINCIPAUX GROUPEs TAXONOMIQUES

(moyenne par campagne) Pourcentage de dominance)

Groupes Campagnes	Diatomées		Dinoflagellés	Autres groupes
	centriques	pennées		
Penly I'	62,5	18	13,5	6
Penly I	44	40,5	8	7,5
Penly II	24,5	31	32	12,5
Penly III	29,5	65,5	3	2
Penly III'	31	63	4,5	1,5
Penly IV	64	34	1	1
Penly V'	54,5	35	8	2,5
Penly V	19,5	77	3	0,5
Penly VI	98,5	0,5	0,5	0,5
Penly VII'	92	6,5	1	0,5
Penly VII	95,5	3,5	0,5	0,5
Penly VIII'	98,5	0,5	0,5	0,5
Penly VIII	85	10	0,8	0,2
Penly IX	40,5	51,5	7	1
Penly X'	50,5	43	6	0,5
Penly X	65,5	28	6	0,5
Penly XI'	71,5	25	3	0,5
Penly XI	61,5	33,5	4,5	0,5
Penly XII'	68,5	26,5	4	1
Penly XII	52	43	2,5	2,5

TABLEAU IV.5

PENLY 1er CYCLE - PHYTOPLANCTON

SUCCESSION DES ESPECES DOMINANTES  
(point B)

	% DE DOMINANCE																			
	7.02.78	23.02.78	4.04.78	18.04.78	28.04.78	20.05.78	31.05.78	13.06.78	11.07.78	27.07.78	10.08.78	29.08.78	13.09.78	10.10.78	24.10.78	8.11.78	21.11.78	6.12.78	20.12.78	23.01.79
<i>Skeletonema costatum</i>	50	16	2,8	1,9	8,3	2,8	0	0	0,4	4,6	0,1	0	0,3	1	1,5	2,1	0,5	1	1,3	5,2
<i>Nitzschia closterium</i>	8,2	16,1	21	4,1	9	2,7	3,4	0,6	0,1	2,3	0,4	0	0,1	16,3	8,2	11,9	3,6	6	7,5	3,1
<i>Asterionella japonica</i>	2,3	9,9	0,2	58,5	21,8	11,6	21,9	0,8	0,1	0,3	0,1	0	0,1	1	1,3	0,4	0,1	0,2	0	0,5
<i>Thalassiosira decipiens</i>	0	0	2,4	3	6,5	19,7	0,5	1,4	0,1	0,7	2,6	0	1,2	2,7	6,2	7,6	1,7	4,3	5,4	3,5
<i>Nitzschia "delicatissima"</i>	3	2,3	3,4	0,3	2,8	2,9	4,7	71,9	0,2	0,3	0,2	0,1	0,2	0	0,1	0,3	1,6	0,5	0,5	0,3
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	0	0	0	0	0	1	0,4	0	92,7	3,4	1	0,9	4,8	3,5	0,6	0,1	0,1	0,3	0	2,1
<i>Rhizosolenia Shrubsolei</i>	0	0,1	0	0	0	0,9	35,3	7,1	0,4	39,9	55,1	0,9	0	0,1	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	0	0	0	0	0	0,2	5	5,3	0,2	2,8	21,6	97	0,1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paralia sulcata</i>	6,8	6	3	0,3	8,8	1,2	2,5	3,9	0,1	3,9	3,2	0,2	76,3	15,6	31,8	45,3	64,6	46,1	42,8	12,4
<i>Thalassiosira nitzschoides</i>	1,8	0,8	0,2	0,1	0,7	10,1	4,4	2,2	0,2	1,4	1,5	0,1	0,3	28,7	21,9	7,6	6,2	16,2	14,8	33,3

TABLEAU IV.5 BIS

PENLY 1er CYCLE - PHYTOPLANCTON

SUCCESSION DES ESPECES DOMINANTES

(Point B)

	NOMBRE DE CELLULES PAR ML																			
	7.02.78	23.02.78	4.02.78	18.04.78	28.04.78	20.05.78	31.05.78	13.06.78	11.07.78	27.07.78	10.08.78	29.08.78	13.09.78	10.10.78	24.10.78	8.11.78	21.11.78	6.12.78	20.12.78	23.01.79
<i>Skeletonema costatum</i>	22	8	1	3	9	8	0	0	13	8	1	0	1	1	1	2	1	1	1	2
<i>Nitzschia closterium</i>	4	7	9	7	10	8	3	1	2	4	2	1	1	14	5	6	3	4	2	2
<i>Asterionella japonica</i>	1	4	1	105	24	34	19	2	3	1	1	0	0	1	1	1	1	1	0	1
<i>Thalassiosira decipiens</i>	0	0	1	5	7	58	1	4	1	1	11	1	2	2	3	4	1	3	2	2
<i>Nitzschia "delicatissima"</i>	2	1	2	1	3	9	4	147	5	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	0	0	0	0	0	3	1	0	2250	6	4	9	2	3	1	1	1	1	0	1
<i>Rhizosolenia shrubsolei</i>	0	1	0	0	0	2	31	15	15	71	225	8	0	1	0	0	0	0	0	0
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	0	0	0	0	0	1	4	11	7	5	88	908	1	0	0	0	0	0	0	0
<i>Paralia sulcata</i>	3	3	2	1	10	4	2	8	3	7	14	2	71	13	18	24	49	29	11	7
<i>Thalassiosira nitzschoides</i>	1	1	1	1	1	30	4	3	8	3	6	1	1	24	12	4	5	11	4	14

En considérant l'abondance des cellules (nombre par unité de volume), certains taxons sont régulièrement représentés tout au long de l'année (*Nitzschia closterium*, *Paralia sulcata* et *Thalassionema nitzschioides* par exemple), d'autres n'apparaissent qu'à un moment de l'année, comme la plupart des espèces du genre *Rhizosolenia* en été. En tenant compte également du pourcentage de dominance et des paramètres quantitatifs, il est possible de définir trois périodes saisonnières :

- fin de la période hivernale précédente, avec un taux de chlorophylle proche de  $1 \text{ mg/m}^3$ . Dans cette période sont comprises les campagnes allant jusqu'au 4 avril inclus. Les espèces dominantes sont, successivement, *Skeletonema costatum* (50 % en février) et *Nitzschia closterium* (16 % en mars et 21 % le 4 avril).

- la période printanière débute par la prolifération d'*Asterionella japonica* (58 % puis 27 %), accompagnée ensuite de *Thalassiosira decipiens* (20 %), avant le développement important de *Phaeocystis* en juin. Cette Haptophycée se rencontre avec une Diatomée de petite taille, *Nitzschia "delicatissima"* (70 %). Lorsqu'elles se présentent, les poussées de *Phaeocystis* suivent et précèdent souvent des floraisons de Diatomées, en marquant la transition entre la période printanière et estivale.

- La période estivale est caractérisée par la succession d'espèces du même genre, *Rhizosolenia*. Les principales espèces de ce genre sont successivement, *Rh. delicatula* (plus de 90 % de la campagne de juillet), *Rh. shrubsolei* (40 % puis 55 %), puis *Rh. stolterfothii* (97 % en août).

- La période automne-hiver débute brusquement en septembre avec *Paralia sulcata* (76 %) et *Thalassionema nitzschioides*. Ces deux espèces, avec *Nitzschia closterium* retrouvée, dominent toute cette période de septembre 1978 à janvier 1979.

La comparaison avec les études de complément d'avant-projet de 1977 fait apparaître des différences dans la succession des espèces d'une année sur l'autre. En effet, en 1977, le bloom printanier était provoqué essentiellement par *Chaetoceros* (peu abondant en 1978), et la succession des espèces de *Rhizosolenia* était *Rh. shrubsolei*, puis *Rh. delicatula* et *Rh. setigera*. En 1978 cette dernière espèce de *Rhizosolenia* est présente tout au long de l'année, mais jamais très abondante. L'absence de prélèvements en automne-hiver 1977 ne permet pas de parfaire la comparaison.

IV) DISCUSSION :

Les variations des populations phytoplanctoniques sont dépendantes du milieu dans lequel elles évoluent. L'accroissement plus lent de la température avec des valeurs plus faibles aux mêmes époques en 1978 qu'en 1977, explique peut-être le développement lent et régulier du phytoplancton en 1978. Cette même année, la végétation terrestre a également subi un retard d'environ deux mois dans son développement. Cette évolution particulière du plancton se retrouve au niveau de la consommation des sels nutritifs qui présentent aussi des variations régulières, avec une décroissance des valeurs jusqu'en juin-juillet (cf. chapitre II, particulièrement nitrates et silicates).

Parmi les relations qui peuvent exister entre les paramètres physico-chimiques et les paramètres biologiques liés à la production primaire, notons celles concernant la concentration en oxygène dissous (pourcentage de saturation). Ce paramètre paraît suivre les variations de la chlorophylle active, ainsi que celles de la proportion de cellules en division (excepté au mois de juin). L'activité des cellules autotrophes, représentée par ces deux derniers facteurs, est productrice d'oxygène libéré dans le milieu. L'anomalie de juin, en ce qui concerne la proportion faible de cellules en division malgré les valeurs élevées d'oxygène dissous, est expliquée par la présence de *Phaeocystis*. La petite taille de ces cellules (autour de 5 microns) ne permet pas d'évaluer leurs divisions cellulaires.

En conclusion, si des différences pluri-annuelles se dessinent dans la succession des espèces et la séquence des variations des paramètres quantitatifs (cf. comparaison entre 1977 et 1978), il est possible de rapprocher le milieu biologique étudié à Penly de celui étudié sur les autres sites de la Manche et du sud de la Mer du Nord. Les taxons rencontrés sont, pour la plupart, néritiques ou tycho-pélagiques, avec principalement le genre *Rhizosolenia* l'été et *Paralia sulcata* - *Thalassionema nitzschioïdes* (milieu brassé) en automne-hiver. Les espèces printanières sont rarement identiques d'une année à l'autre et leur apparition dépend, entre autres, d'une certaine proportion entre l'ensemble des paramètres physico-chimiques, y compris l'intensité lumineuse et la photopériode.

Dans ces conditions, il paraît difficile de caractériser le site de Penly en ce qui concerne la production primaire pélagique, par rapport aux autres sites, dans la limite restreinte de la durée de l'étude.

BACCILLARIOPHYCEAECENTRALES

## Cellules centriques indéterminées

<i>Actinopterychus</i> sp.	(Ehrenberg)
<i>Actinopterychus senarius</i>	(Ehrenberg)
<i>Aulacodiscus argus</i>	(Ehrenberg) A. Schmidt
<i>Biddulphia alternans</i>	(Bailey) Van Heurk
<i>Biddulphia aurita</i>	(Lyngbye) de Brebisson
<i>Biddulphia granulata</i>	Roper
<i>Biddulphia mobiliensis</i>	(Bailey) Grunow ex-Van Heurk
<i>Biddulphia regia</i>	(Schultz) Ostenfeld
<i>Biddulphia rhombus</i>	(Ehrenberg) Wm. Smith
<i>Biddulphia sinensis</i>	Greville
<i>Cerataulina pelagica</i>	(Cleve) Hendey
<i>Chaetoceros</i> sp.	Ehrenberg
<i>Chaetoceros affine</i>	Lauder
<i>Chaetoceros compressum</i>	Lauder
<i>Chaetoceros crinitum</i>	Schütt
<i>Chaetoceros curvisetum</i>	Cleve
<i>Chaetoceros diadema</i>	(Ehrenberg) Gran
<i>Chaetoceros debile</i>	Cleve
<i>Chaetoceros decipiens</i>	Cleve
<i>Chaetoceros densum</i>	Cleve
<i>Chaetoceros didymum</i>	Ehrenberg
<i>Chaetoceros eibeni</i>	(Grunow) Meunier ex-Van Heurk
<i>Chaetoceros gracile</i>	Schütt
<i>Chaetoceros ingolfianum</i>	Ostenfeld
<i>Chaetoceros protuberans</i>	Lauder
<i>Chaetoceros rigidum</i>	Ehrenberg
<i>Chaetoceros sociale</i>	Lauder

<i>Chaetoceros subtile</i>	Cleve
<i>Chaetoceros teres</i>	Cleve
<i>Chaetoceros</i> sp1	
<i>Chaetoceros</i> sp2	
<i>Coscinodiscus</i> sp.	Ehrenberg
<i>Coscinodiscus eccentricum</i>	Ehrenberg
<i>Coscinodiscus radiatum</i>	Ehrenberg
<i>Coscinodiscus stellare</i>	Roper
<i>Coscinosira</i> polychorda	Gran
<i>Ditylum brightwellii</i>	(T. West) Gran ex-Van Heurck
<i>Eucampia zodiacum</i>	Ehrenberg
<i>Guinardia flaccida</i>	(Castracane) Peragallo
<i>Lauderia boreale</i>	Gran
<i>Leptocylindrus danicum</i>	Cleve
<i>Leptocylindrus minimum</i>	Gran
<i>Melosira</i> sp.	Agardh
<i>Melosira juergensii</i>	Agardh
<i>Melosira nummuloides</i>	Agardh
<i>Paralia sulcata</i>	(Ehrenberg) Cleve
<i>Podosira stelliger</i>	(Bailey) Mann
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	Cleve
<i>Rhizosolenia faeorense</i>	Ostenfeld
<i>Rhizosolenia fragillissima</i>	Bergon
<i>Rhizosolenia pungens</i>	Cleve
<i>Rhizosolenia setigera</i>	Brightwell
<i>Rhizosolenia stolterfothii</i>	H. Peragallo
<i>Rhizosolenia shrubsolei</i>	Cleve
<i>Rhizosolenia styliforme</i>	Brightwell
<i>Shroderella delicatula</i>	(Peragallo) Pavillard
<i>Skeletonema costatum</i>	Greville
<i>Streptotheca tamense</i>	Shrubsole
<i>Thalassiosira</i> sp.	Cleve
<i>Thalassiosira condensata</i>	Cleve
<i>Thalassiosira decipiens</i>	(Gran ex-Van Heurck) Jorgensen
<i>Thalassiosira gravida</i>	Cleve
<i>Thalassiosira levanderi</i>	Goor
<i>Thalassiosira nordenskioldii</i>	Cleve
<i>Thalassiosira rotula</i>	Meunier

*Thalassiosira subtile*

(Ostenfeld) Gran

*Thalassiosira* sp<sup>3</sup>PENNALES

## Cellules pennées indéterminées

<i>Achnantes</i> sp.	Bory
<i>Asterionella formosa</i>	Hassall
<i>Asterionella japonica</i>	Cleve et Muller ex-Gran
<i>Diploneis</i> sp.	Ehrenberg
<i>Fragilaria</i> sp.	Lyngbye
<i>Grammatophora oceanica</i>	Ehrenberg
<i>Gyrosigma</i> sp.	Hassall
<i>Licmophora</i> sp.	Agardh
<i>Navicula</i> sp.	Bory
<i>Navicula pelagica</i>	Cleve
<i>Nitzschia</i> sp.	Hassall
<i>Nitzschia closterium</i>	(Ehrenberg) Wm. Smith
<i>Nitzschia "delicatissima"</i>	Cleve
<i>Nitzschia seriata</i>	Cleve
<i>Nitzschia</i> sp1	
<i>Pinnularia</i> sp.	Ehrenberg
<i>Plagiogramma</i> sp.	Greville
<i>Pleurosigma</i> sp.	Wm. Smith
<i>Raphoneis</i> sp.	Ehrenberg
<i>Raphoneis amphiceros</i>	Ehrenberg
<i>Raphoneis surirella</i>	(Ehrenberg) Grunow ex-Van Heurk
<i>Stauroneis membranacea</i>	(Hustedt) Cleve
<i>Synedra</i> sp.	Ehrenberg
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	Hustedt



DINOPHYCEAE

Dinoflagellés indéterminés

*Dinoflagellé* sp2*Dinoflagellé* sp3*Dinophysis* sp.*Dinophysis acuminata**Exuviella**Gymnodinium* sp.*Gymnodinium lohmanni**Gymnodinium splendens**Gyrodinium* sp.*Gyrodinium aureolum**Heterocapsa triquetra**Minuscula bipes**Noctiluca* sp.*Oxytoxum marina**Peridinium**Peridinium breve**Peridinium claudicans**Peridinium depressum**Peridinium granii**Peridinium pellucidum**Peridinium punctulatum**Peridinium roseum**Peridinium trochoideum**Prorocentrum gracile**Prorocentrum micans**Stylodinium* sp.*Torodinium robustum*

Ehrenberg

Clarapède in Lachmann

Cienkowski

Stein

Paulsen

Lebour

Køfoed Swezy

Hulburt

(Ehrenberg) Stein

Lebour

Suriray

Dujardin

Ehrenberg

Paulsen

Paulsen

Bailey

Ostenfeld

(Bergh) Schütt

Paulsen

Paulsen

(Stein) Lemmermann

Ehrenberg

Kofoid in Swezy

SILICOFLAGELLATEAE*Dictyocha speculum*

(Ehrenberg) Haeckel

CHLOROPHICEAE

Chlorophycée indéterminée

*Scenedesmus* sp.

(Turp) Brebisson

*Scenedesmus quadricauda*

Meyen

EUGLENOPHYCEAE

Euglènes indéterminés

HAPTOPHYCEAE (NANOPLANCTON)*Phaeocystis* sp.

(Hariot) Lagerheim

Cellules indéterminées

Cilies (Tintinnides, etc...)

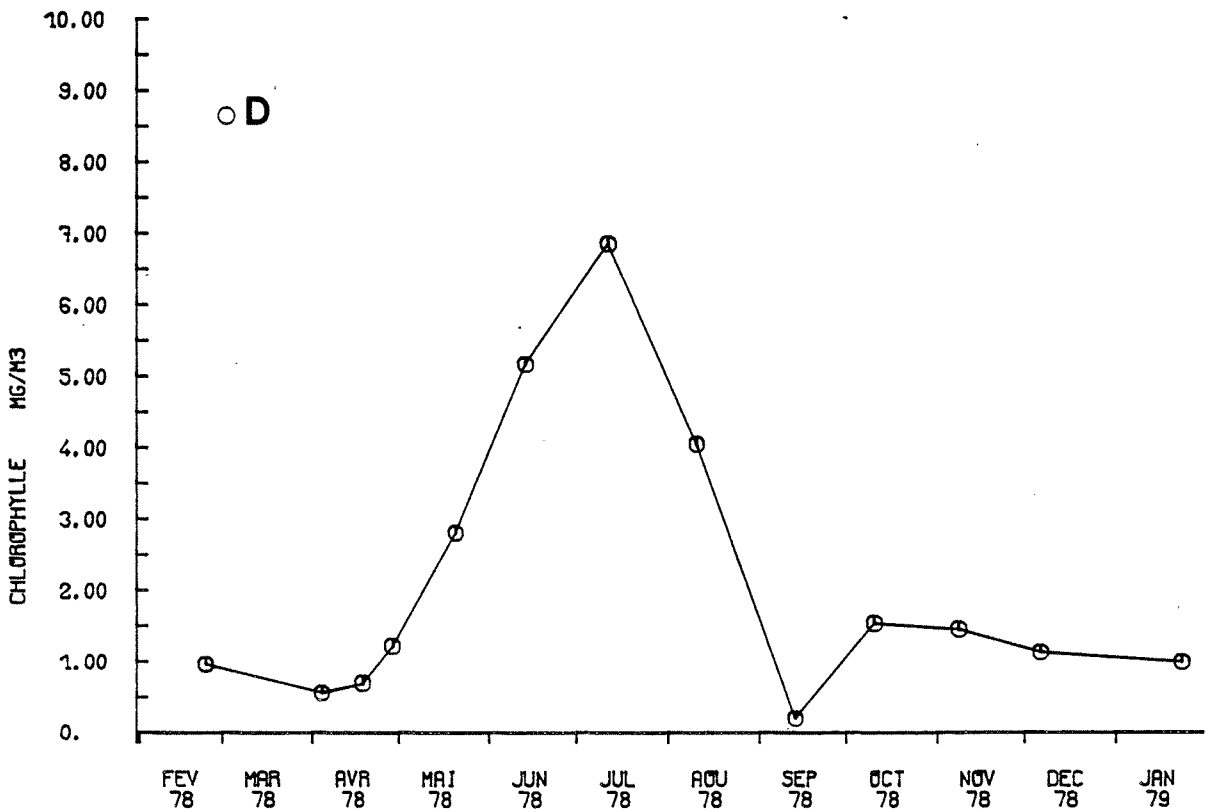
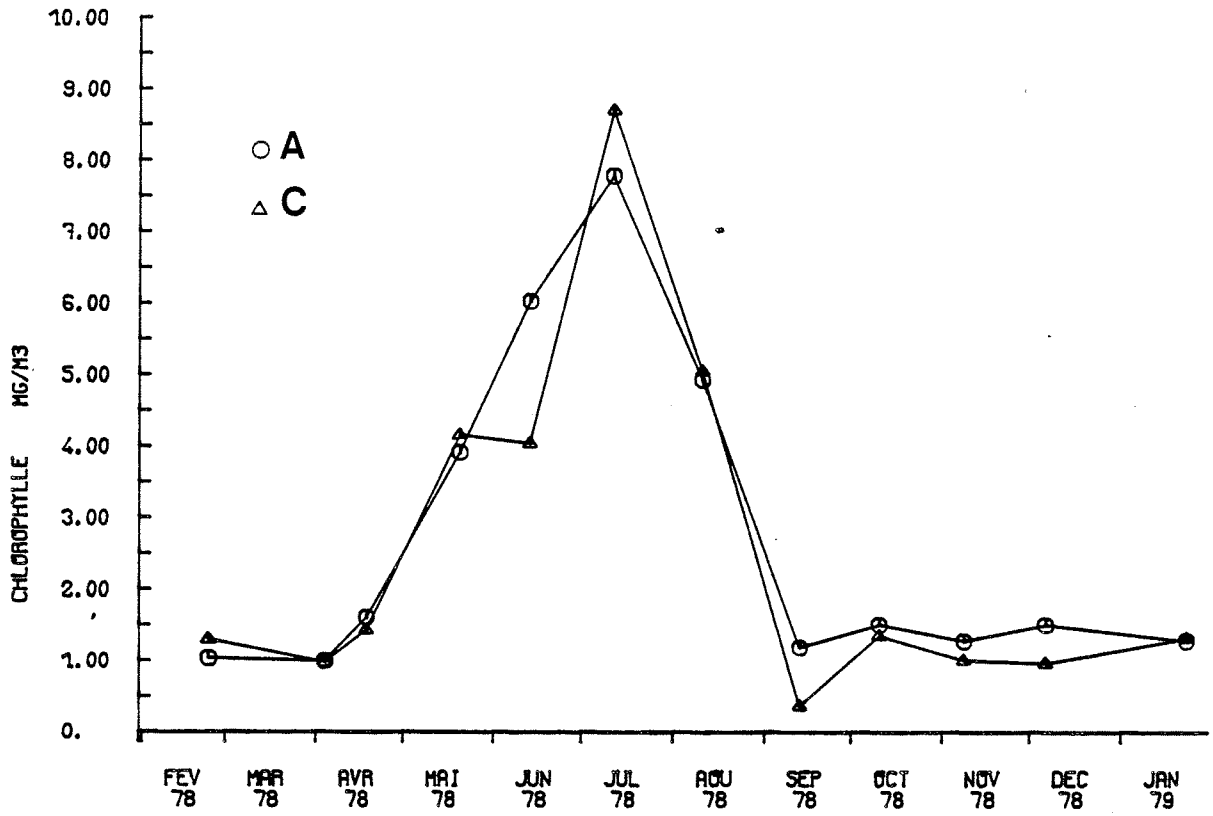
Nanoplancton (Cryptophycées, etc...)

FIGURES IV-1 A IV-13

**PENLY 1<sup>er</sup> CYCLE - PHYTOPLANKTON  
VARIATIONS SAISONNIERES**

*Fig. IV 1 ..*

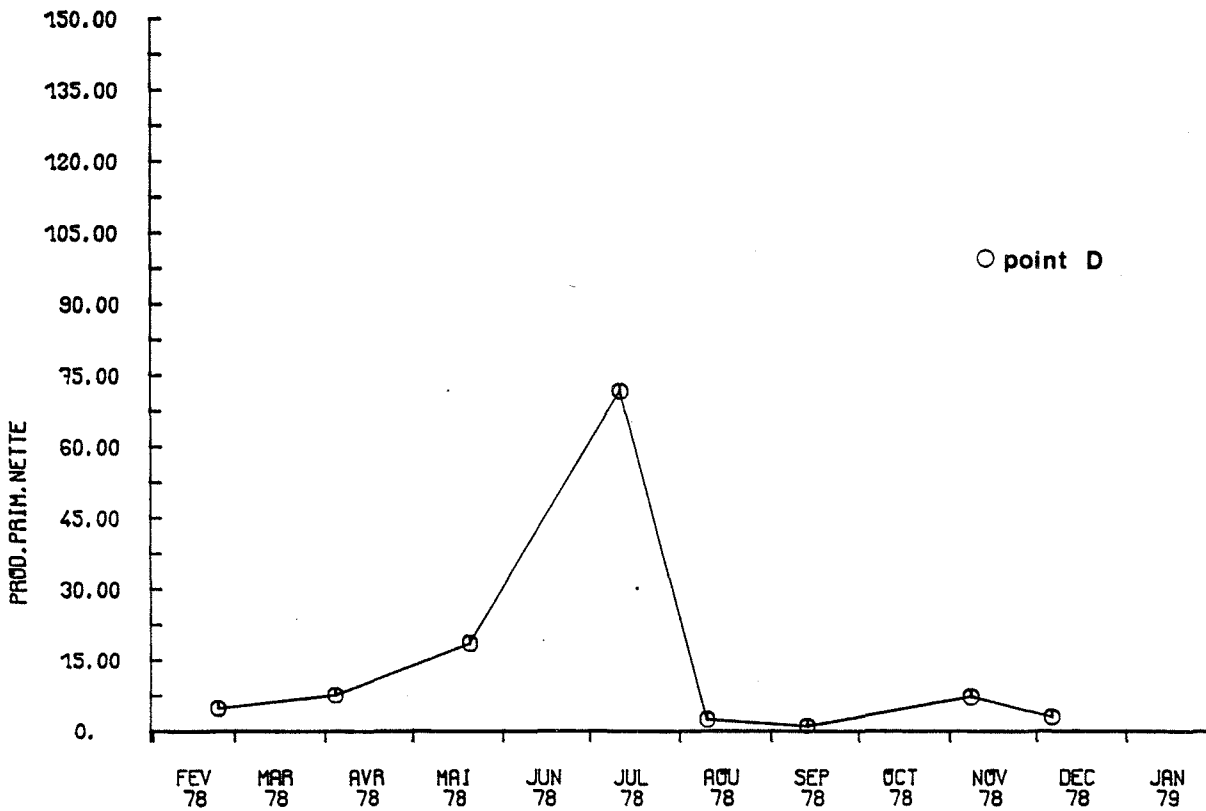
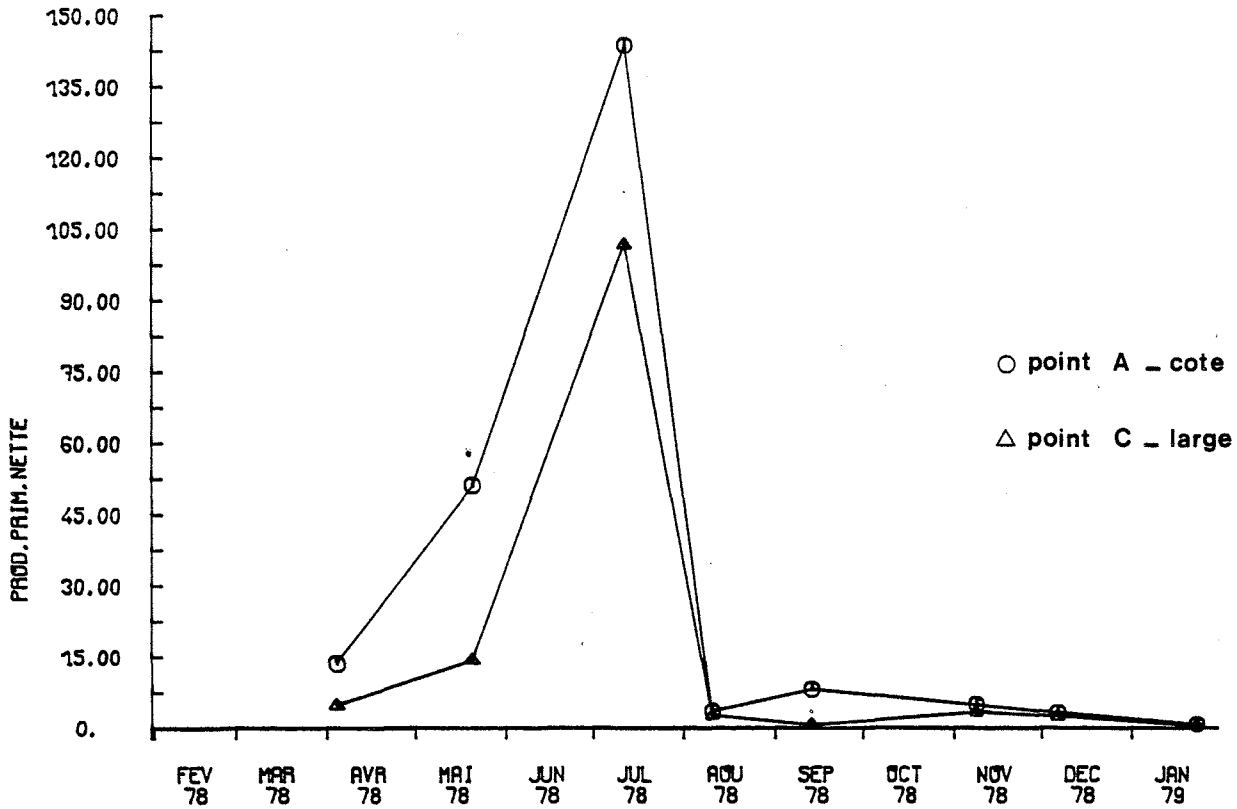
Chlorophylle a , aux points A,C et D - moyenne .



**PENLY 1<sup>er</sup> CYCLE . PHYTOPLANCTON  
VARIATIONS SAISONNIERES**

Fig. IV 2

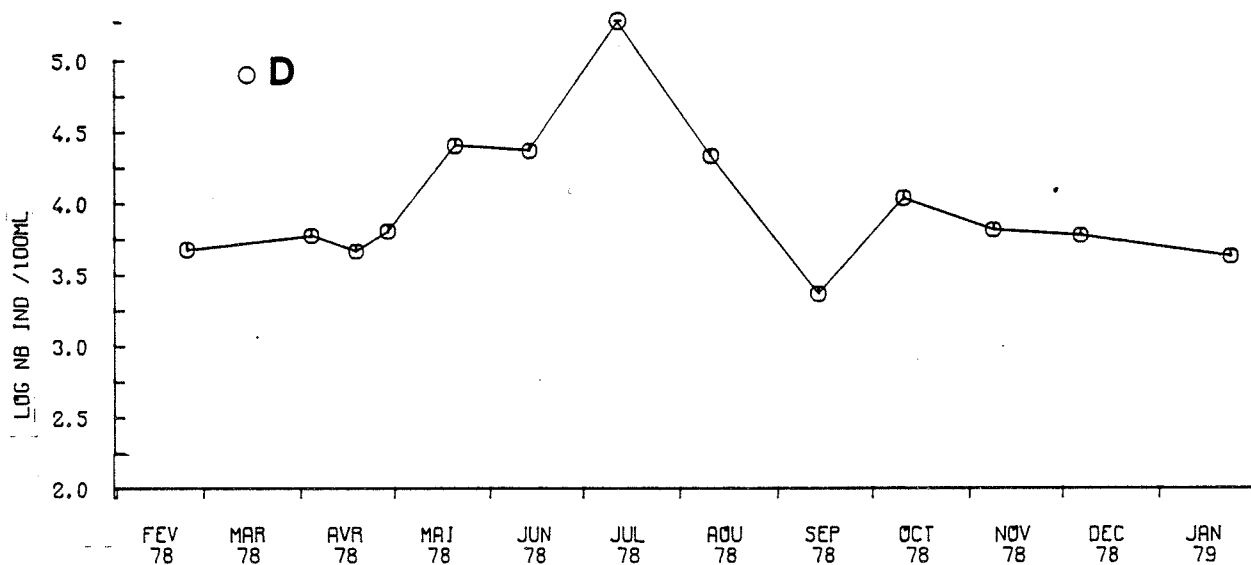
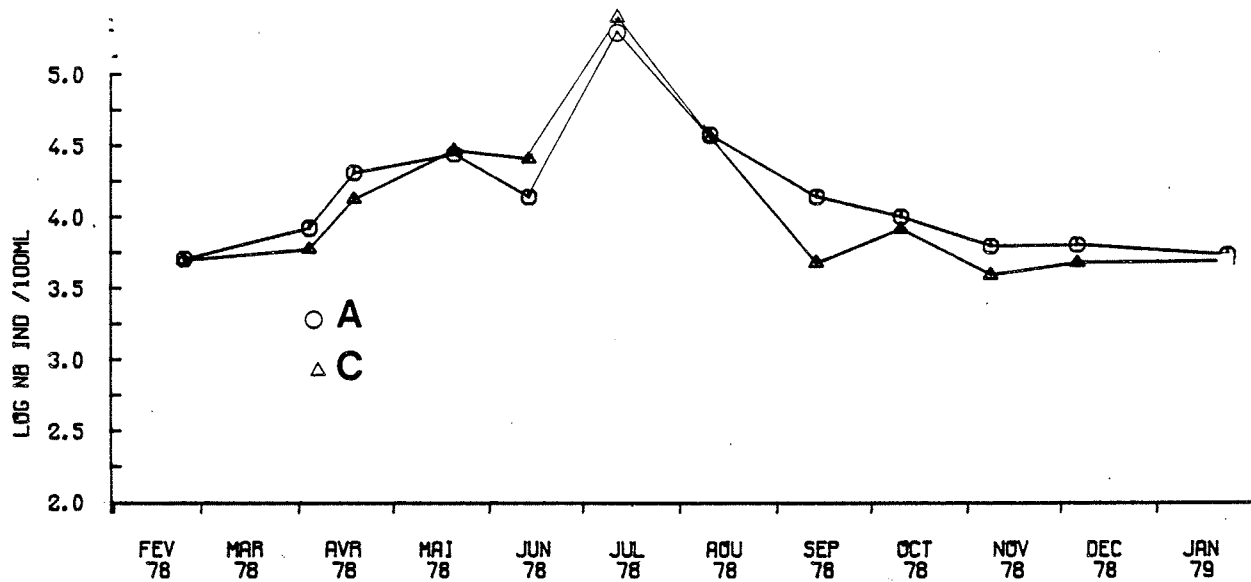
**Production Primaire Potentielle**      **mg C/m<sup>3</sup>/h . moyenne.**



# PENLY 1<sup>er</sup> CYCLE - PHYTOPLANCTON VARIATIONS SAISONNIERES

*Fig. IV3*

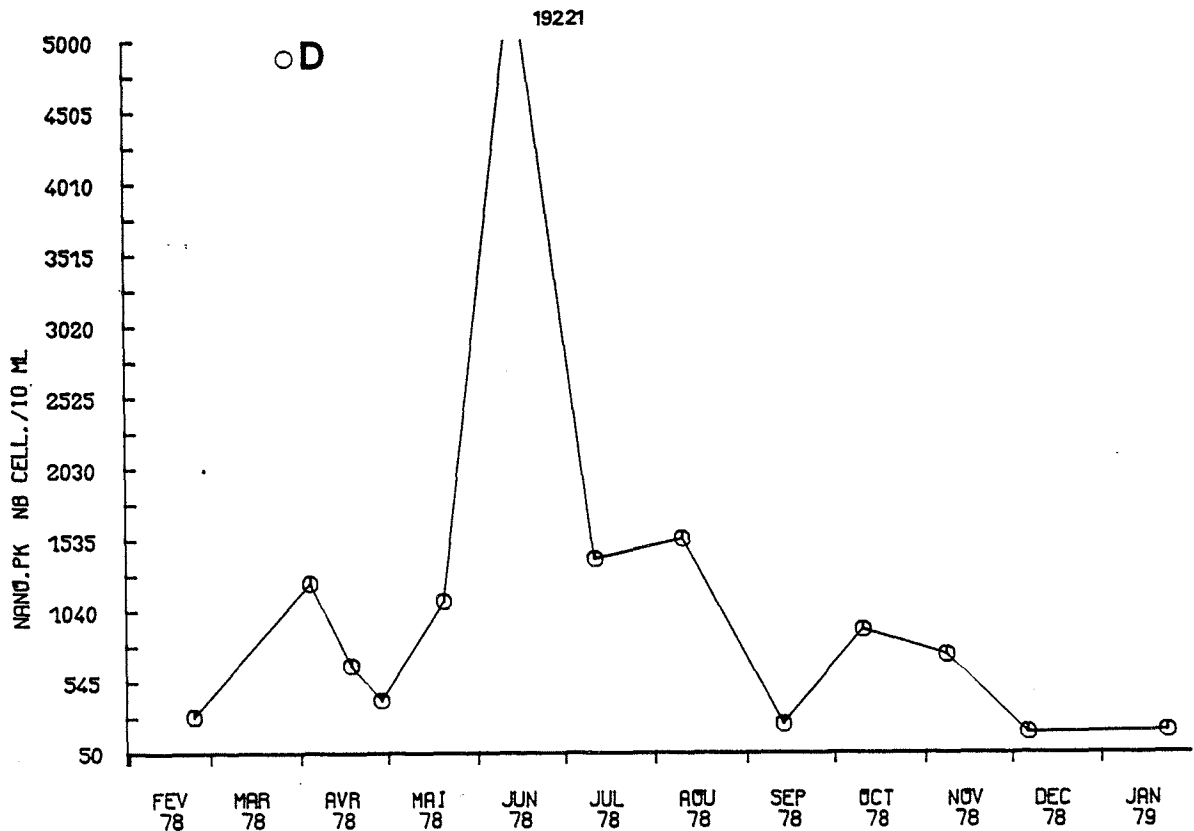
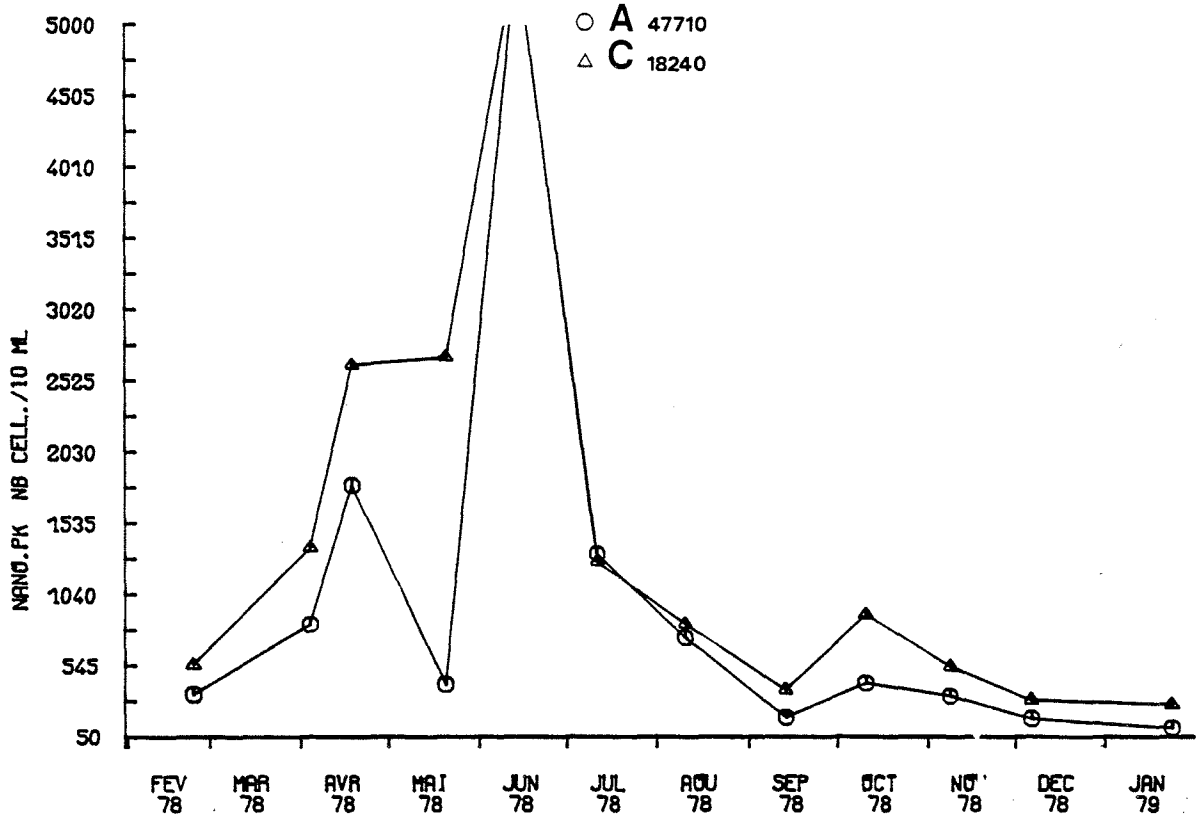
**Microplancton aux points A, C et D - moyenne.  
(cellules vivantes)**



# PENLY 1<sup>er</sup> CYCLE - PHYTOPLANCTON VARIATIONS SAISONNIERES

Fig. IV 4

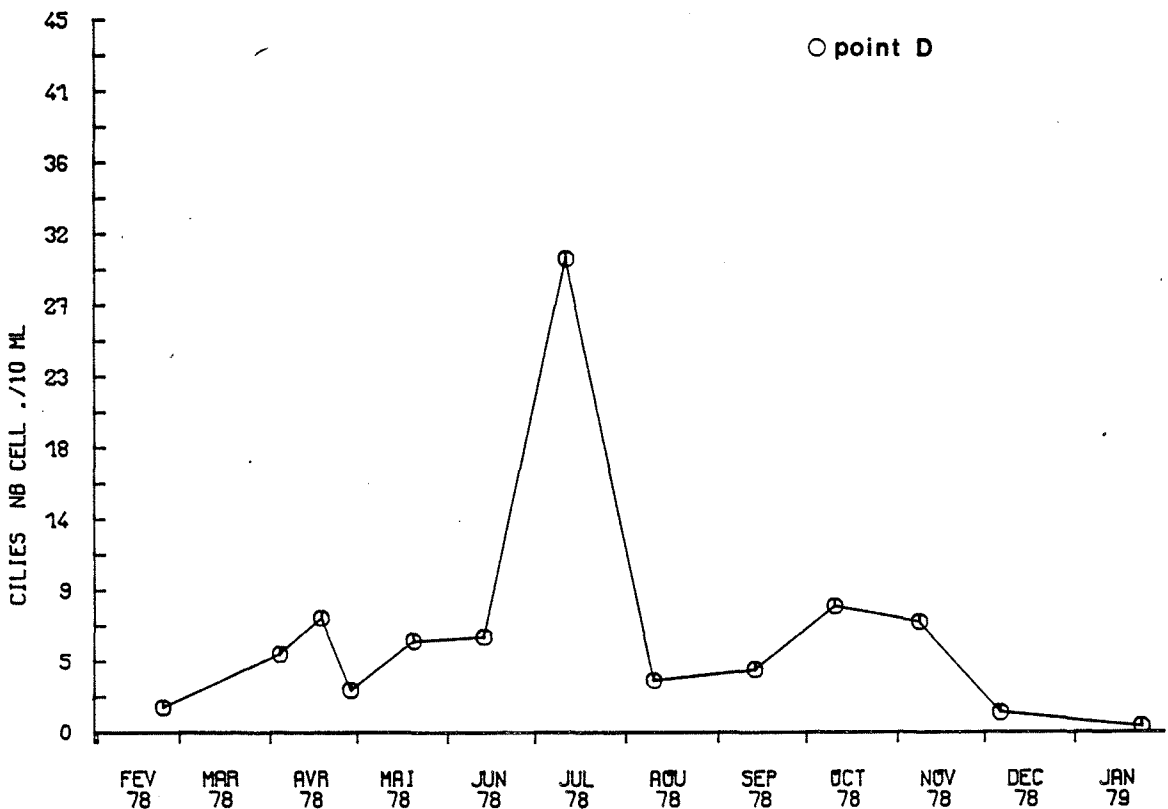
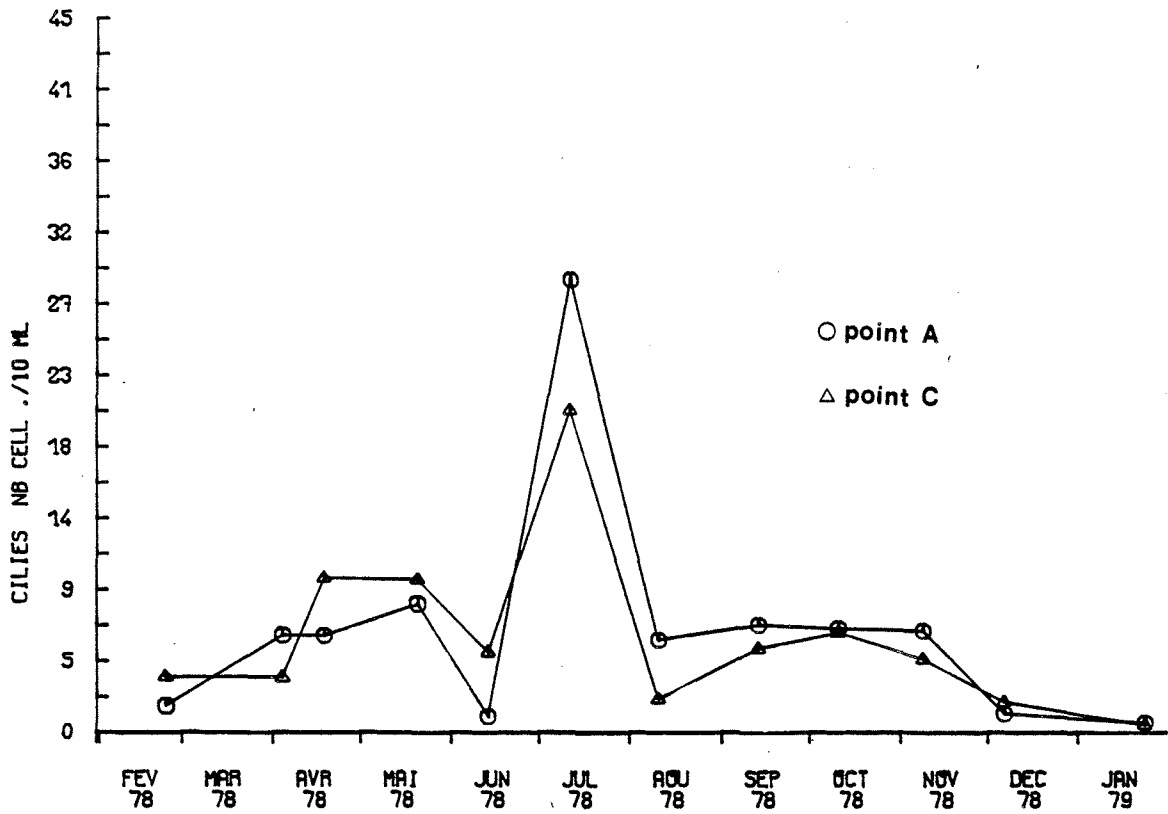
Nanoplancton aux points A, C et D - moyenne .



**PENLY 1<sup>er</sup> CYCLE - PHYTOPLANCTON  
VARIATIONS SAISONNIERES**

*Fig. IV 5*

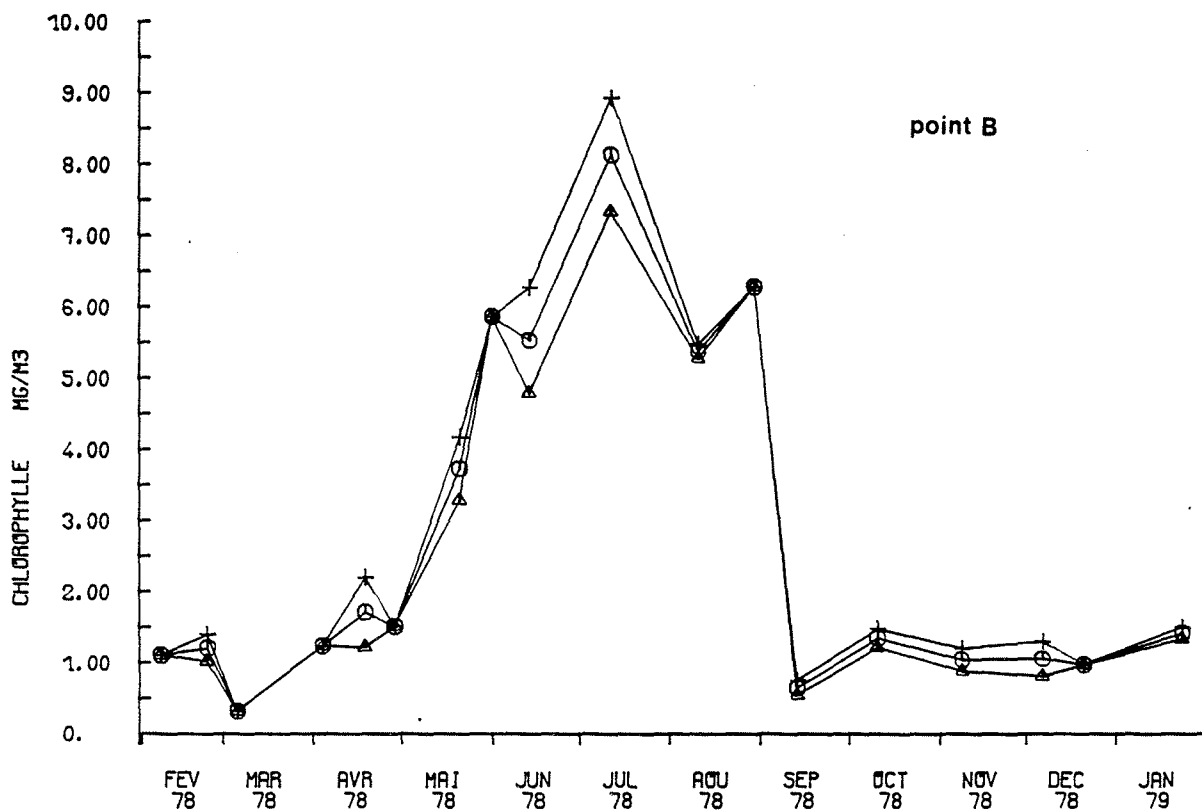
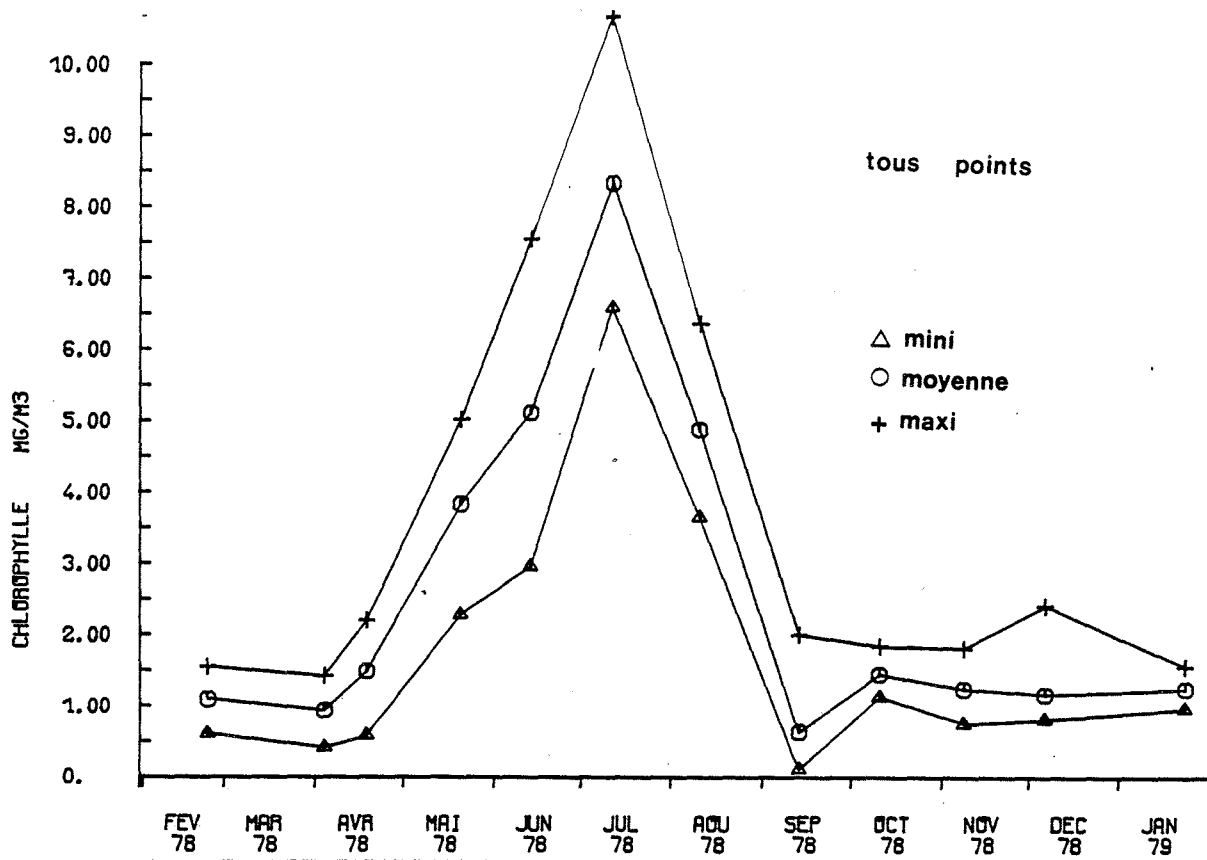
Ciliés - Points A, C et D (moyenne)





**PENLY 1<sup>er</sup> CYCLE - PHYTOPLANCTON  
VARIATIONS SAISONNIERES**

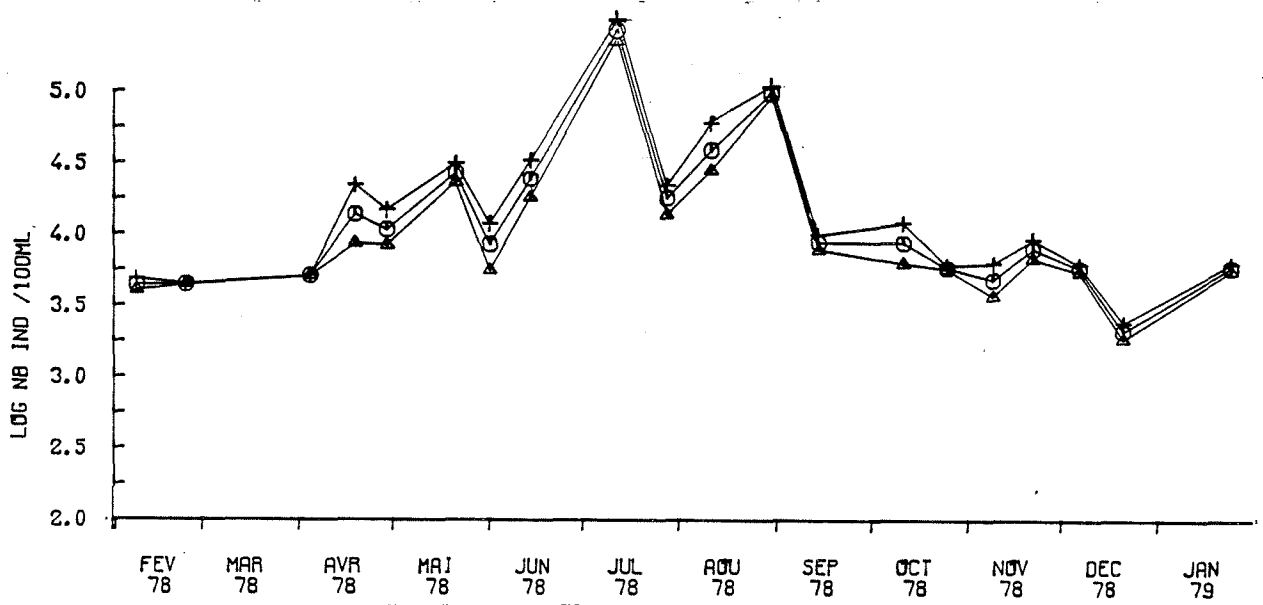
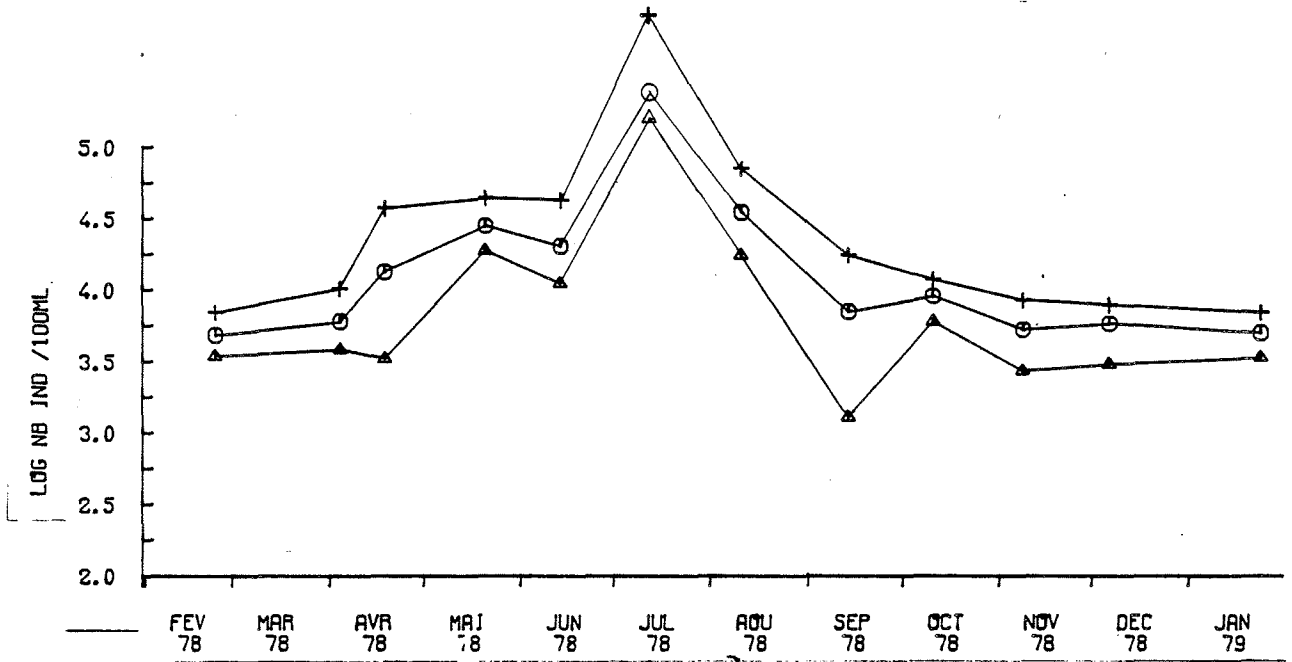
**Chlorophylle a mg/m<sup>3</sup>**



**PENLY 1<sup>er</sup> CYCLE - PHYTOPLANKTON  
VARIATIONS SAISONNIERES**

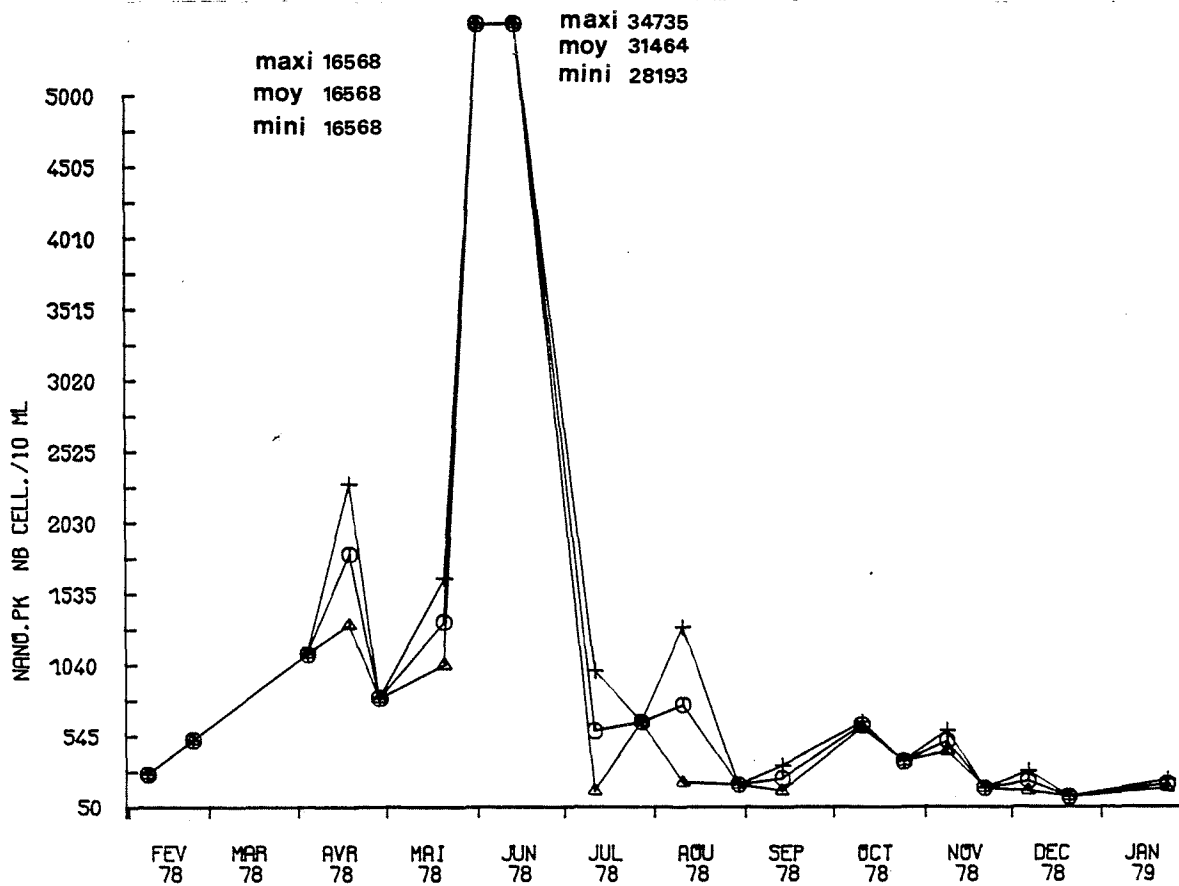
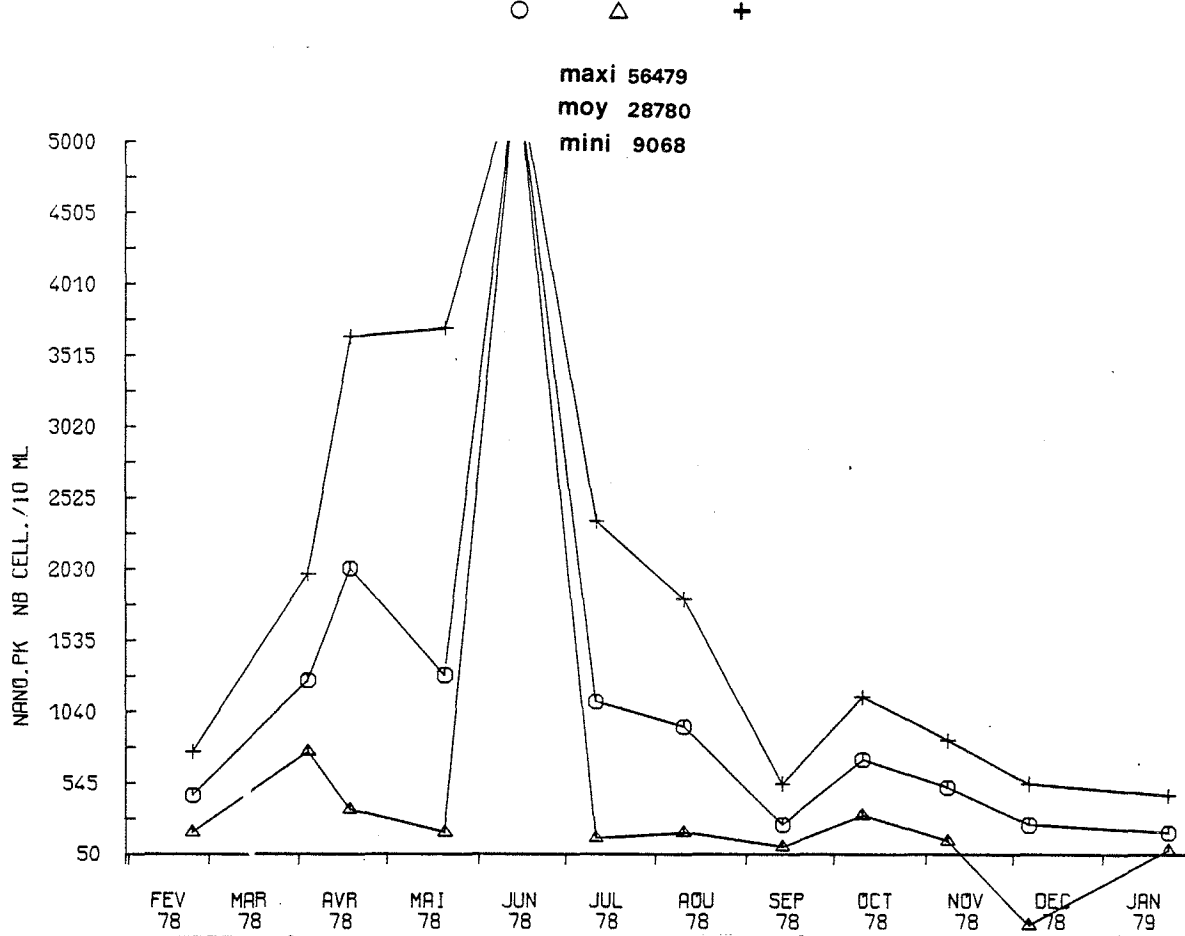
*Fig. IV 7*

Microplancton . Tous points (moy . mini . maxi) et point B .  
(cellules vivantes)      ○      △      +



**PENLY 1<sup>er</sup> CYCLE - PHYTOPLANCTON  
VARIATIONS SAISONNIERES**

Nanoplancton . Tous points (moy. mini . maxi) et point B .

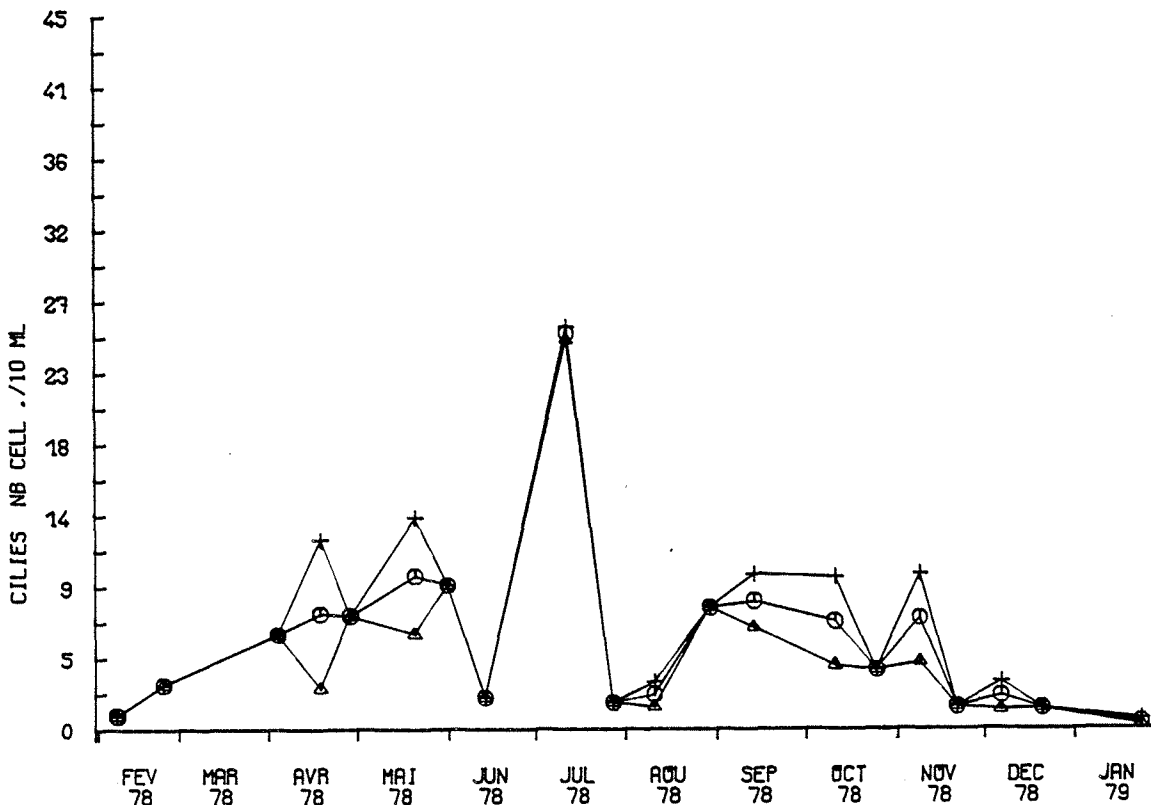
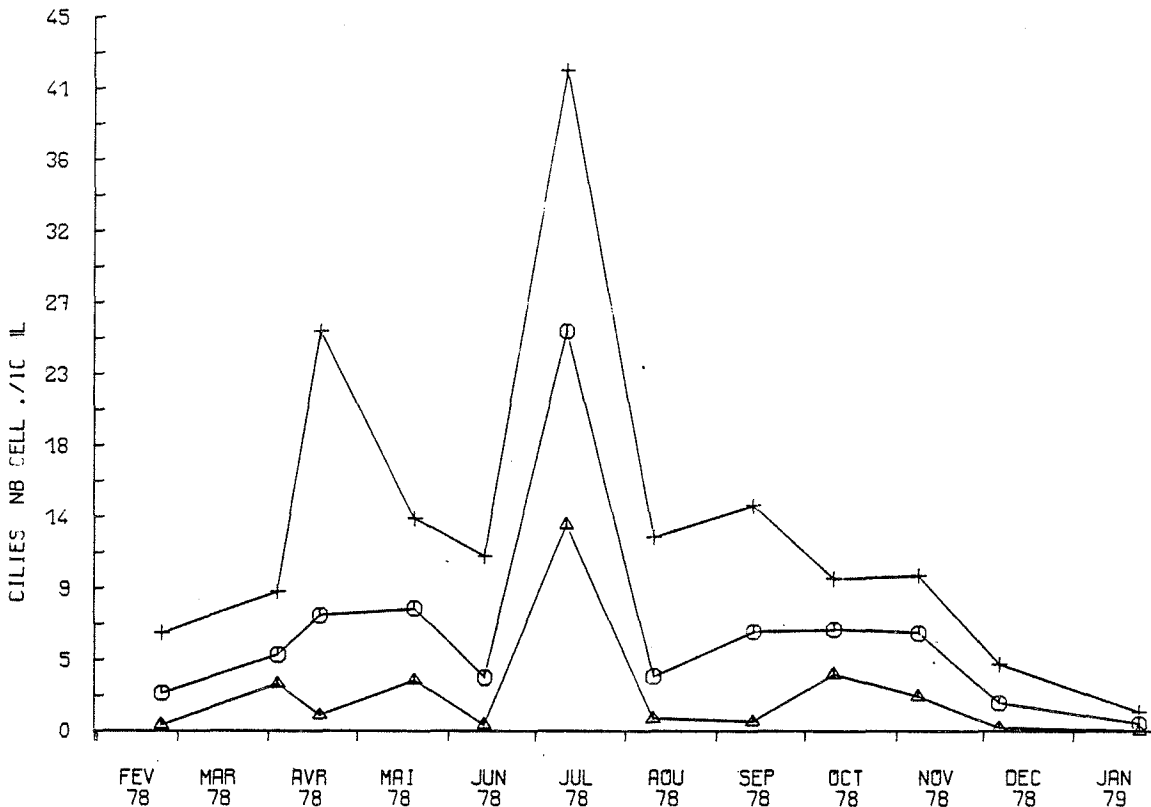


**PENLY 1<sup>er</sup> CYCLE . PHYTOPLANCTON  
VARIATIONS SAISONNIERES**

*Fig. IV9*

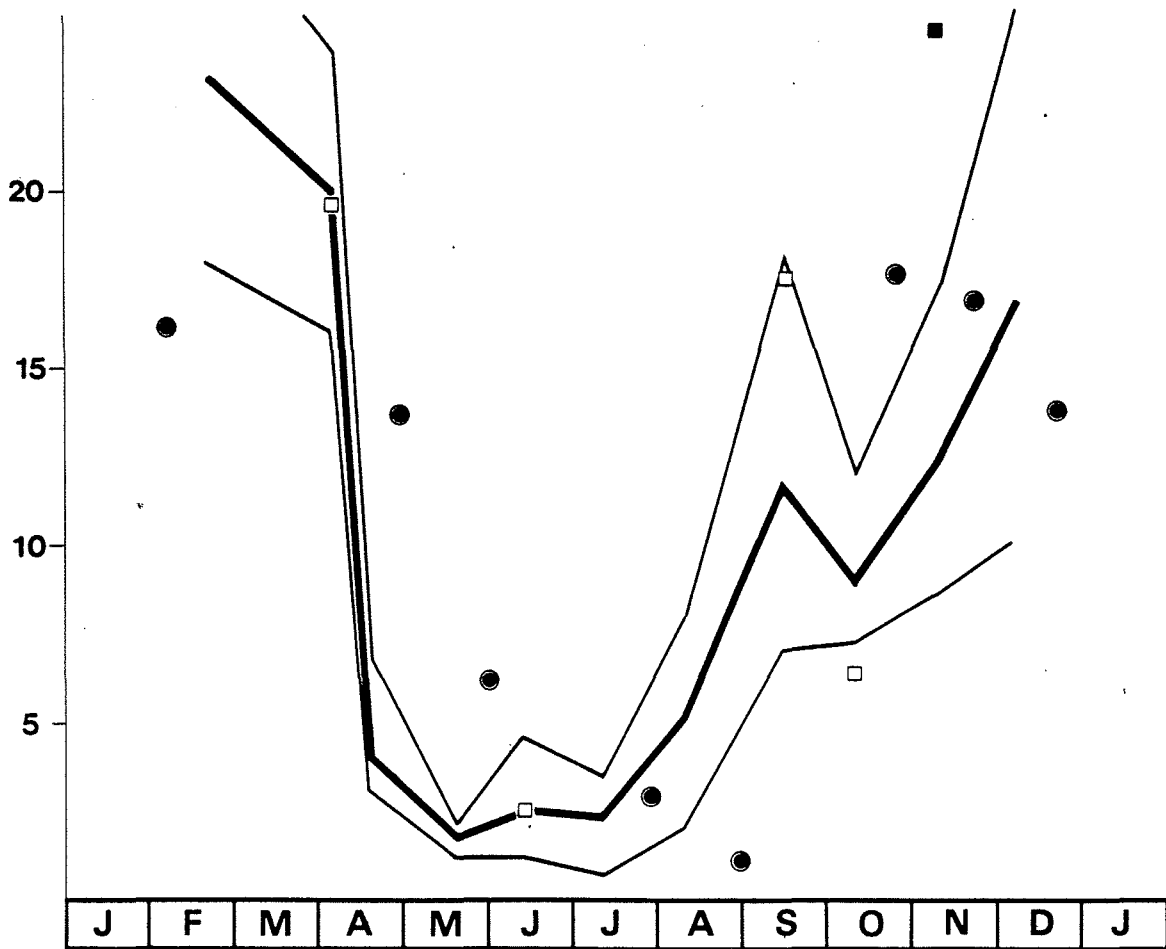
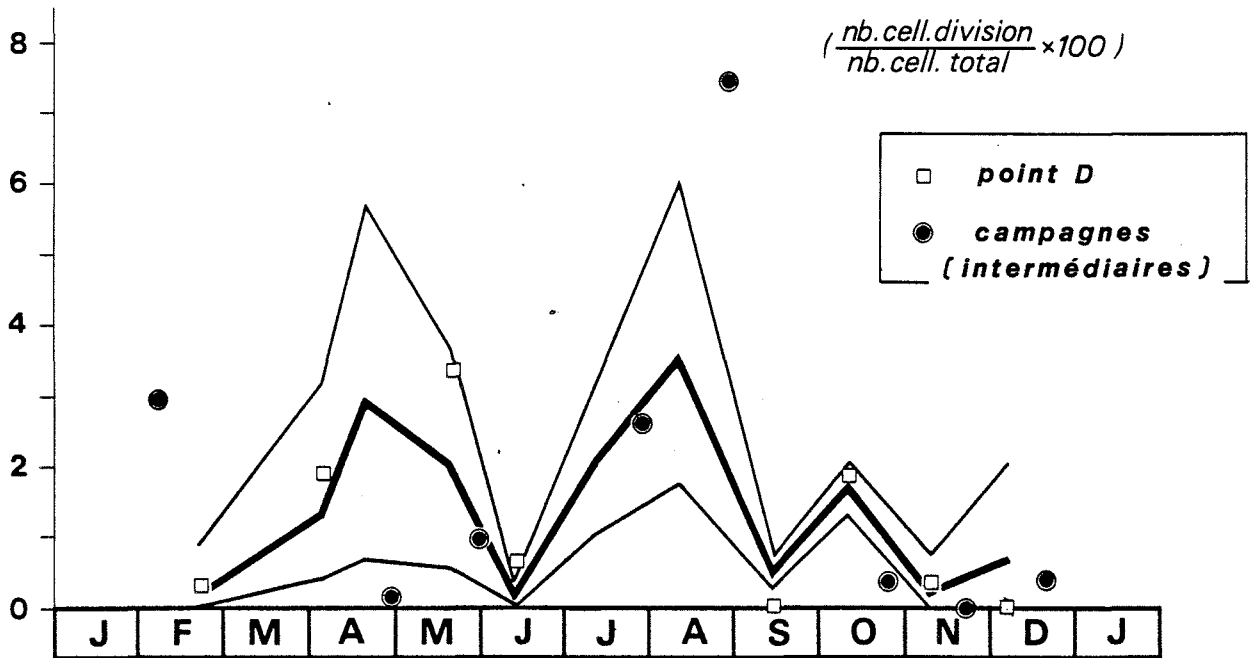
**Ciliés . Tous points ( moy . mini . maxi ) et point B**

○ △ +



# PENLY 1<sup>er</sup> CYCLE - PHYTOPLANCTON POINT B

## EVOLUTION ANNUELLE DU TAUX DE CELLULES EN DIVISION

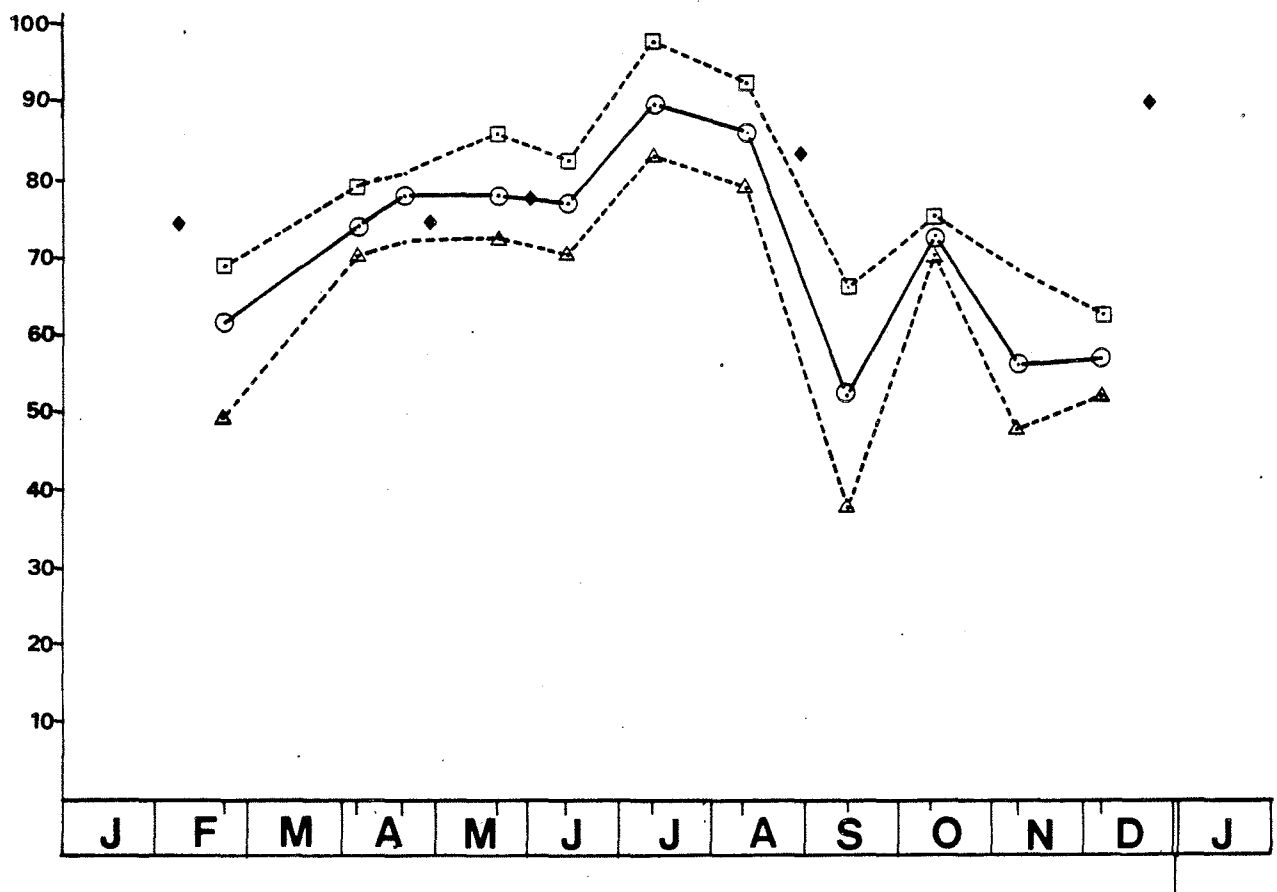


## EVOLUTION ANNUELLE DU TAUX DE CELLULES MORTES



# PENLY 1<sup>er</sup> CYCLE . PHYTOPLANCTON

Pourcentage de chlorophylle a active *Fig. IV 11*  
moyenne , mini , maxi point B .



- maximum
- moyenne
- △ minimum
- ◆ sorties intermédiaires

A N N E X E  
D U C H A P I T R E I V

NOTICE D'EMPLOI DES BORDEREAUX DE DONNEES CI-APRES

---

Stations de mesures : 301 : A (Côtier)  
401 : B (Médian)                    le dernier chiffre  
501 : C (Large)                    indique le numéro du  
601 : D (Hors-Zone)                repliquat

Code groupe                    1 : Diatomées  
                                      2 : Dinoflagellés  
                                      3 : Silicoflagellés  
                                      6 : Chlorophycées  
                                      8 : Euglenophycées



NOTICE D'EMPLOI DES BORDEREAUX DE DONNEES CI-APRES

---

Stations de marées : 3 : A (Côtier)  
4 : B (Médian)  
5 : C (Large)  
6 : D (Hors-zone)

Paramètres : J : Jour  
M : Mois  
HM : Heure T.U.  
IMM : Immersion (m)  
NIV : Niveau (par 5 m)  
TEMP : Température (°C)  
SAL : Salinité (‰)  
SIGT : Densité  
OX : Oxygène (mg/l)  
%O<sub>2</sub> : % Saturation Oxygène  
ATMD : Azote total minéral dissous (µatg/l)  
NO<sub>3</sub> : Nitrates (µatg/l)  
NO<sub>2</sub> : Nitrites (µatg/l)  
NH<sub>4</sub> : Ammoniaque (µatg/l)  
PO<sub>4</sub> : Phosphate (µatg/l)  
SiOH : Silicate (µatg/l)  
MES : Matières en suspension (mg/l)  
CHLO : Chlorophylle (mg/l)  
PHAE : Phaeopigment (mg/l)  
MIK : Microplancton (cellules/l)  
NAK : Nanoplancton (cellules/l)  
CIL : Ciliés (cellules/l)  
CMO : Cellules mortes (cellules/l)  
CDI : Cellules en division (cellules/l)  
PPB<sub>1</sub> : Production primaire brute (mg/C/m<sup>3</sup>/h)  
PPB<sub>2</sub> : Production primaire brute (mg/C/m<sup>3</sup>/h)  
PPN : Production primaire au noir (mg/C/m<sup>3</sup>/h)  
COFF : Coefficient de marée  
SECC : Disque de Secchi (m)

La lettre "D" qui suit certaines données indique une valeur douteuse.

MAIRICE DE CORRELATION

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY

LAPS DE TEMPS : 2/78 1/79

POINTS DE MESURE : 4 3 5 6

NIVEAUX : SURFACE 10M 5M 15M

	TEMP	SAL	OX	%OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	1.00																	
SAL	.24	1.00																
OX	-.54	-.25	1.00															
%OX	.20	-.07	.71	1.00														
NO3	-.78	-.46	.40	-.21	1.00													
ATMD	-.78	-.48	.38	-.24	1.00	1.00												
PO4	-.58	-.35	.22	-.24	.64	.66	1.00											
MES	-.09	-.09	-.05	-.19	.09	.16	.14	1.00										
CHLO	.41	-.04	.20	.67	-.50	-.52	-.43	-.19	1.00									
PHAE	.23	.03	-.02	.19	-.26	-.24	-.23	.35	.46	1.00								
PPNT	.19	-.25	.12	.42	-.18	-.19	-.20	.05	.82	.40	1.00							
MIPK	.30	-.02	.04	.30	-.37	-.39	-.30	-.15	.80	.18	.91	1.00						
NAPK	.15	-.08	.16	.33	-.21	-.21	-.17	-.30	.34	.50	.24	-.04	1.00					
CDIV	.30	.01	.04	.29	-.37	-.39	-.27	-.19	.75	.12	.87	.91	-.09	1.00				
CMOR	.22	-.01	-.00	.19	-.26	-.26	-.13	-.03	.57	.15	.71	.77	-.14	.71	1.00			
CIL	.33	-.11	-.09	.19	-.25	-.26	-.26	-.15	.57	.13	.75	.79	-.12	.66	.74	1.00		
COFF	-.15	-.03	.04	-.07	.12	.11	.28	.16	.09	.07	.10	.11	-.24	.10	.20	.03	1.00	
SECC	.04	.10	.12	.31	-.04	-.09	-.19	-.57	.13	-.26	-.08	.19	-.11	.22	.09	.24	-.14	1.00

NOMBRE D'OBSERVATIONS

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY

LAPS DE TEMPS : 2/78 1/79

POINTS DE MESURE : 4 3 5 6

NIVEAUX : SURFACE 10M 5M 15M

	TEMP	SAL	OX	%OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	211																	
SAL	210	232																
OX	194	209	209															
%OX	194	194	194	194														
NO3	207	227	207	192	227													
ATMD	202	220	205	191	220	220												
PO4	206	225	205	190	223	216	227											
MES	187	207	188	173	203	197	202	208										
CHLO	201	220	201	188	216	212	216	199	222									
PHAE	201	220	201	188	216	212	216	199	222	222								
PPNT	54	62	54	49	62	62	60	59	59	62								
MIPK	205	225	203	189	221	216	222	202	217	217	62	226						
NAPK	203	223	201	187	219	214	221	200	215	215	60	224	224					
CDIV	205	225	203	189	221	216	222	202	217	217	62	226	224	226				
CMOR	205	225	203	189	221	216	222	202	217	217	62	226	224	226	226			
CIL	205	225	203	189	221	216	222	202	217	217	62	226	224	226	226	226		
COFF	211	232	209	194	227	220	227	208	222	222	62	226	224	226	226	226	234	
SECC	158	175	156	143	174	167	172	152	168	168	53	171	169	171	171	171	176	176

MATRICE DE CORRELATION

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
 LAPS DE TEMPS : 2/78 2/78  
 POINTS DE MESURE : 4 3 5 6  
 NIVEAUX : SURFACE 10M 5M 15M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	1.00																	
SAL	(-.60)	1.00																
OX	.24	-.33	1.00															
%.OX	(.57)	.06	(.93)	1.00														
NO3	.33	-.47	.25	.08	1.00													
ATMD	-.10	-.44	.25	.04	(.98)	1.00												
PO4	-.15	-.08	-.02	-.27	-.21	-.09	1.00											
MES	-.17	-.35	-.02	-.26	-.10	.12	.34	1.00										
CHLO	-.10	.10	-.04	-.09	.23	.17	.34	-.17	1.00									
PHAE	-.16	.20	-.15	-.12	.13	.26	.43	.40	(.51)	1.00								
PPNT	(.97)	(.92)	-.20	(.64)	.50	.44	-.40	.91	(.54)	-.12	1.00							
MIPK	-.29	.11	(.54)	(.78)	-.27	-.19	(.72)	.29	.07	.24	.16	1.00						
NAPK	-.46	.39	-.41	-.47	-.12	-.13	-.42	-.40	.23	-.24	(.92)	.05	1.00					
CDIV	(.58)	(.65)	-.34	-.32	-.01	-.49	.05	.20	-.11	-.44	-.10	.24	-.15	1.00				
CMOR	-.28	.17	-.14	-.14	-.46	-.25	.45	.67	-.36	.20	-.43	(.51)	-.26	.01	1.00			
CIL	-.32	.41	-.25	-.31	-.25	-.26	-.25	-.34	.21	-.29	(.77)	.12	(.81)	-.08	-.12	1.00		
COFF	(.79)	(.80)	.21	.31	.43	.21	-.11	-.07	.04	-.19	.00	-.13	-.37	(.72)	-.34	-.37	1.00	
SECC	-.25	(.53)	-.35	-.22	-.32	-.45	-.37	(.67)	.27	-.27	(.94)	.03	(.84)	-.11	-.41	(.75)	-.26	1.00

NOMBRE D'OBSERVATIONS

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
 LAPS DE TEMPS : 2/78 2/78  
 POINTS DE MESURE : 4 3 5 6  
 NIVEAUX : SURFACE 10M 5M 15M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	18																	
SAL	18	20																
OX	17	19	19															
%.OX	17	17	17	17														
NO3	18	20	19	17	20													
ATMD	17	19	19	17	19	19												
PO4	15	17	16	14	17	16	17											
MES	17	19	18	16	19	18	16	19										
CHLO	15	17	16	14	17	16	14	16	17									
PHAE	15	17	16	14	17	16	14	16	17	17								
PPNT	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5	6							
MIPK	15	17	16	14	17	16	16	16	15	15	6	17						
NAPK	15	17	16	14	17	16	16	16	15	15	6	17	17					
CDIV	15	17	16	14	17	16	16	16	15	15	6	17	17	17				
CMOR	15	17	16	14	17	16	16	16	15	15	6	17	17	17	17			
CIL	15	17	16	14	17	16	16	16	15	15	6	17	17	17	17	17		
COFF	18	20	19	17	20	19	17	19	17	17	6	17	17	17	17	17	20	
SECC	15	17	16	14	17	16	14	16	15	15	6	15	15	15	15	15	17	17



MATRICE DE CORRELATION  
\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
LAPS DE TEMPS : 5/78 5/78  
POINTS DE MESURE : 3 4 5 6  
NIVEAUX : SURFACE 5M 15M 10M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	1.00																	
SAL	-.43	1.00																
OX	-.18	.66	1.00															
%.OX	.00	.71	.98	1.00														
NO3	.15	-.20	-.25	-.47	1.00													
ATMD	.09	-.28	-.33	-.57	.99	1.00												
PO4	-.66	-.19	-.39	-.32	.07	.13	1.00											
MES	-.22	-.71	-.57	-.67	.21	.30	.22	1.00										
CHLO	.53	-.10	.39	.50	-.10	.04	-.62	.07	1.00									
PHAE	.22	-.75	-.61	-.65	.09	.20	.03	.83	.31	1.00								
PPNT	.28	-.81	-.42	-.70	-.01	.08	.07	.94	.68	.98	1.00							
MIPK	-.69	.02	.66	.53	.21	.28	.26	.19	-.12	-.22	.42	1.00						
NAPK	.90	.71	.42	.69	-.08	-.17	-.71	-.38	.62	.06	-.57	-.58	1.00					
CDIV	-.49	-.46	.48	.31	-.29	-.48	.18	-.32	-.55	-.34	-.32	.14	-.19	1.00				
CMOR	-.13	-.37	.12	.48	.12	.22	.20	.45	.12	.25	.43	.31	-.23	-.30	1.00			
CIL	.20	-.02	-.56	-.78	.14	.19	-.09	.21	.38	.15	.18	-.10	.15	-.29	.05	1.00		
COFF	-.84	-.08	.10	.28	.14	.33	.58	.21	-.33	-.17	-.10	.51	-.91	-.01	.09	.08	1.00	
SECC	-.48	.83	.88	.92	-.03	-.12	-.05	.52	-.16	-.66	-.65	.28	-.10	.47	-.30	.01	.25	1.00

NUMBRE D'OBSERVATIONS  
\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
LAPS DE TEMPS : 5/78 5/78  
POINTS DE MESURE : 3 4 5 6  
NIVEAUX : SURFACE 5M 15M 10M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	15																	
SAL	14	21																
OX	8	12	12															
%.OX	8	8	8	8														
NO3	14	21	12	8	21													
ATMD	12	17	10	7	17	17												
PO4	15	21	12	8	21	17	22											
MES	15	21	12	8	21	17	22	22										
CHLO	15	19	10	8	19	16	20	20	20									
PHAE	15	19	10	8	19	16	20	20	20	20								
PPNT	7	10	6	4	10	10	10	10	9	9	10							
MIPK	13	18	9	6	18	16	19	19	18	18	10	19						
NAPK	13	18	9	6	18	16	19	19	18	18	10	19	19					
CDIV	13	18	9	6	18	16	19	19	18	18	10	19	19	19				
CMOR	13	18	9	6	18	16	19	19	18	18	10	19	19	19	19			
CIL	13	18	9	6	18	16	19	19	18	18	10	19	19	19	19	19		
COFF	15	21	12	8	21	17	22	22	20	20	10	19	19	19	19	19	22	
SECC	15	21	12	8	21	17	22	22	20	20	10	19	19	19	19	19	22	22

MATRICE DE CORRELATION

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY

LAPS DE TEMPS : 6/78 6/78

POINTS DE MESURE : 3 4 5 6

NIVEAUX : SURFACE 5M 10M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLU	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	1.00																	
SAL	<u>-.89</u>	1.00																
OX	<u>-.87</u>	<u>.93</u>	1.00															
%.OX	<u>-.86</u>	<u>.92</u>	<u>1.00</u>	1.00														
NO3	<u>-.58</u>	.49	.43	.42	1.00													
ATMD	-.50	.37	.32	.30	<u>.99</u>	1.00												
PO4	.26	-.26	-.28	-.28	.27	.30	1.00											
MES	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.00										
CHLU	.23	-.31	-.48	-.49	.23	.29	.07	.00	1.00									
PHAE	.43	-.50	<u>-.59</u>	<u>-.59</u>	.02	.09	.17	.00	<u>.82</u>	1.00								
PPNT	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.00							
MIPK	-.45	<u>.54</u>	<u>.58</u>	<u>.59</u>	.11	.02	-.28	.00	-.30	-.36	.00	1.00						
NAPK	<u>.60</u>	<u>-.56</u>	<u>-.71</u>	<u>-.71</u>	-.09	-.01	.22	.00	.60	<u>.57</u>	.00	-.31	1.00					
CDIV	-.31	.45	<u>.58</u>	<u>.59</u>	.16	.09	-.18	.00	-.47	-.24	.00	.40	<u>-.52</u>	1.00				
CMOR	-.35	.39	.31	.31	.05	.02	-.35	.00	.10	-.05	.00	.36	-.28	.14	1.00			
CIL	-.43	.50	<u>.68</u>	<u>.69</u>	.32	.24	.01	.00	-.49	-.32	.00	.27	<u>-.54</u>	<u>.69</u>	.22	1.00		
COFF	-.26	.09	.20	.20	.44	.49	.24	.00	-.13	.06	.00	-.23	-.21	.36	-.11	<u>.53</u>	1.00	
SECC	<u>-.51</u>	<u>.63</u>	<u>.79</u>	<u>.80</u>	.28	.17	.05	.00	<u>-.64</u>	-.48	.00	.43	<u>-.65</u>	<u>.79</u>	.15	<u>.88</u>	.39	1.00

NOMBRE D'OBSERVATIONS

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY

LAPS DE TEMPS : 6/78 6/78

POINTS DE MESURE : 3 4 5 6

NIVEAUX : SURFACE 5M 10M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLU	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	19																	
SAL	19	19																
OX	19	19	19															
%.OX	19	19	19	19														
NO3	19	19	19	19	19													
ATMD	19	19	19	19	19	19												
PO4	19	19	19	19	19	19	19											
MES	0	0	0	0	0	0	0	0										
CHLU	19	19	19	19	19	19	19	0	19									
PHAE	19	19	19	19	19	19	19	0	19	19								
PPNT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
MIPK	19	19	19	19	19	19	19	0	19	19	0	19						
NAPK	19	19	19	19	19	19	19	0	19	19	0	19	19					
CDIV	19	19	19	19	19	19	19	0	19	19	0	19	19	19				
CMOR	19	19	19	19	19	19	19	0	19	19	0	19	19	19	19			
CIL	19	19	19	19	19	19	19	0	19	19	0	19	19	19	19	19		
COFF	19	19	19	19	19	19	19	0	19	19	0	19	19	19	19	19	19	
SECC	19	19	19	19	19	19	19	0	19	19	0	19	19	19	19	19	19	19

MATRICE DE CORRELATION

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
 LAPS DE TEMPS : 7/78 7/78  
 POINTS DE MESURE : 3 4 5 6  
 NIVEAUX : SURFACE 5M 10M 20M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	1.00																	
SAL	-.49	1.00																
OX	-.15	.64	1.00															
%.OX	-.08	.60	1.00	1.00														
NO3	.43	-.52	-.52	-.49	1.00													
ATMD	.45	-.49	-.56	-.53	1.00	1.00												
PO4	.43	-.33	-.50	-.52	.38	.26	1.00											
MES	.36	-.50	-.35	-.34	.53	.55	.13	1.00										
CHLO	-.14	.08	.13	.12	-.41	-.41	-.28	.07	1.00									
PHAE	-.06	-.06	-.09	-.09	-.10	-.12	.40	-.16	-.44	1.00								
PPNT	.17	-.71	-.46	-.46	-.28	-.21	.11	-.14	.46	-.36	1.00							
MIPK	-.73	.37	.01	.00	.55	-.46	-.54	-.11	.46	.03	.43	1.00						
NAPK	-.21	.22	.07	.06	-.00	.08	-.00	-.15	-.23	-.05	-.32	.12	1.00					
CDIV	-.48	.44	.30	.29	-.51	-.42	-.43	-.18	.42	-.20	.37	.63	.38	1.00				
CMOR	-.46	.34	.03	.02	-.10	.08	.00	-.27	-.59	.21	-.48	-.02	.49	.08	1.00			
CIL	-.54	.07	-.01	.01	-.22	-.02	-.19	-.19	-.46	.39	-.69	.30	.28	-.05	.57	1.00		
COFF	-.25	.31	-.51	-.52	-.27	.33	-.35	.59	.28	.21	.00	.74	.14	.45	.32	.51	1.00	
SECC	-.33	.86	.79	.77	-.53	-.53	-.38	-.49	-.02	-.10	-.72	.18	.22	.37	.40	.07	.08	1.00

NOMBRE D'OBSERVATIONS

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
 LAPS DE TEMPS : 7/78 7/78  
 POINTS DE MESURE : 3 4 5 6  
 NIVEAUX : SURFACE 5M 10M 20M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	20																	
SAL	20	20																
OX	19	19	19															
%.OX	19	19	19	19														
NO3	20	20	19	19	20													
ATMD	19	19	19	19	19	19												
PO4	20	20	19	19	20	19	20											
MES	19	19	19	19	19	19	19	19										
CHLO	19	19	19	19	19	19	19	19	19									
PHAE	19	19	19	19	19	19	19	19	19	19								
PPNT	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5							
MIPK	20	20	19	19	20	19	20	19	19	19	5	20						
NAPK	20	20	19	19	20	19	20	19	19	19	5	20	20					
CDIV	20	20	19	19	20	19	20	19	19	19	5	20	20	20				
CMOR	20	20	19	19	20	19	20	19	19	19	5	20	20	20	20			
CIL	20	20	19	19	20	19	20	19	19	19	5	20	20	20	20	20		
COFF	20	20	19	19	20	19	20	19	19	19	5	20	20	20	20	20	20	
SECC	20	20	19	19	20	19	20	19	19	19	5	20	20	20	20	20	20	20

MATRICE DE CORRELATION

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
 LAPS DE TEMPS : 8/78 8/78  
 POINTS DE MESURE : 3 4 5 6  
 NIVEAUX : SURFACE 5M 10M 20M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	1.00																	
SAL	-.08	1.00																
OX	-.25	.19	1.00															
%.OX	-.19	.28	1.00	1.00														
NO3	-.18	-.25	-.48	-.51	1.00													
ATMD	-.06	-.42	-.59	-.60	-.92	1.00												
PO4	.48	-.24	-.31	-.24	.11	.37	1.00											
MES	-.40	-.43	-.20	-.32	.27	.36	.01	1.00										
CHLO	.35	.19	.62	.63	-.63	-.74	-.35	-.24	1.00									
PHAE	.22	-.04	.25	.39	-.19	-.20	-.16	-.14	.16	1.00								
PPNT	.32	-.57	-.62	-.61	-.18	.21	.10	.84	-.46	.60	1.00							
MIPK	.70	.01	.21	.16	-.33	-.39	-.08	-.29	.58	-.14	-.34	1.00						
NAPK	-.61	.14	.28	.27	.29	.09	-.35	.05	-.11	.21	-.55	-.54	1.00					
CDIV	.66	.22	.59	.64	-.38	-.48	-.13	-.66	.63	.24	-.34	.74	-.32	1.00				
CMOR	-.14	-.27	.28	.29	-.44	-.34	.06	-.02	.06	-.33	.05	.27	-.16	.02	1.00			
CIL	.20	-.45	.23	.20	-.10	-.14	-.23	-.04	.33	.27	-.22	.41	-.05	.48	.24	1.00		
COFF	-.77	-.18	-.50	-.59	.26	.34	.07	.62	-.50	-.40	-.33	-.63	.30	-.91	.20	-.34	1.00	
SECC	-.06	.34	.06	.01	.34	-.05	-.53	-.47	.28	.21	-.63	.24	.50	.39	-.48	.23	-.39	1.00

NOMBRE D'OBSERVATIONS

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
 LAPS DE TEMPS : 8/78 8/78  
 POINTS DE MESURE : 3 4 5 6  
 NIVEAUX : SURFACE 5M 10M 20M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	15																	
SAL	15	20																
OX	14	19	19															
%.OX	14	14	14	14														
NO3	15	20	19	14	20													
ATMD	15	20	19	14	20	20												
PO4	15	20	19	14	20	20	20											
MES	15	20	19	14	20	20	20	20										
CHLO	15	20	19	14	20	20	20	20	20									
PHAE	15	20	19	14	20	20	20	20	20	20								
PPNT	6	7	7	6	7	7	7	7	7	7	7							
MIPK	15	20	19	14	20	20	20	20	20	20	7	20						
NAPK	15	20	19	14	20	20	20	20	20	20	7	20	20					
CDIV	15	20	19	14	20	20	20	20	20	20	7	20	20	20				
CMOR	15	20	19	14	20	20	20	20	20	20	7	20	20	20	20			
CIL	15	20	19	14	20	20	20	20	20	20	7	20	20	20	20	20		
COFF	15	20	19	14	20	20	20	20	20	20	7	20	20	20	20	20	20	
SECC	11	14	13	10	14	14	14	14	14	14	7	14	14	14	14	14	14	14



MAIRICE DE CORRELATION

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY

LAPS DE TEMPS : 9/78 9/78

POINTS DE MESURE : 3 4 5 6

NIVEAUX : SURFACE 10M 20M 5M

TEMP	SAL	OX	%OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC	
TEMP	1.00																	
SAL	-.17	1.00																
OX	.18	.10	1.00															
%OX	.43	.08	.94	1.00														
NO3	.08	-.39	-.35	-.38	1.00													
ATMD	.20	-.57	-.37	-.37	.98	1.00												
PO4	.09	-.15	-.08	-.08	-.10	.03	1.00											
MES	.21	-.70	-.11	-.10	.31	.53	.31	1.00										
CHLO	.13	-.71	-.18	-.19	.28	.50	.31	.94	1.00									
PHAE	.22	-.57	-.16	-.15	.18	.40	.38	.95	.94	1.00								
PPNT	-.78	-.89	-.05	-.93	.72	.83	.17	.99	.92	.99	1.00							
MIPK	.02	-.72	-.23	-.25	.53	.67	.06	.68	.80	.62	.84	1.00						
NAPK	.18	.53	-.05	-.05	-.00	-.15	-.05	-.41	-.49	-.38	-.49	-.59	1.00					
CDIV	-.19	-.58	.05	-.04	.25	.37	.25	.83	.74	.73	.91	.61	-.32	1.00				
CMOR	-.05	-.57	.03	.00	.49	.56	.07	.68	.73	.63	.93	.80	-.49	.74	1.00			
CIL	-.39	-.40	-.20	-.26	.07	.12	-.09	.05	.23	.01	.49	.56	-.33	.18	.30	1.00		
COFF	-.11	-.06	-.53	-.51	.12	.18	.08	-.01	.24	.13	-.95	.42	-.24	-.16	.06	.29	1.00	
SECC	-.00	.72	.08	.12	-.33	-.47	-.03	-.57	-.70	-.53	-.91	-.88	.77	-.51	-.72	-.56	-.30	1.00

NOMBRE D'OBSERVATIONS

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY

LAPS DE TEMPS : 9/78 9/78

POINTS DE MESURE : 3 4 5 6

NIVEAUX : SURFACE 10M 20M 5M

TEMP	SAL	OX	%OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	17																
SAL	17	21															
OX	15	18	18														
%OX	15	15	15	15													
NO3	16	20	17	14	20												
ATMD	16	20	17	14	20	20											
PO4	16	20	17	14	19	19	20										
MES	17	20	18	15	19	19	19	20									
CHLO	17	21	18	15	20	20	20	20	21								
PHAE	17	21	18	15	20	20	20	20	21	21							
PPNT	6	9	6	4	9	9	8	8	9	9	9						
MIPK	17	21	18	15	20	20	20	20	21	21	9	21					
NAPK	15	19	16	13	18	18	19	18	19	19	7	19	19				
CDIV	17	21	18	15	20	20	20	20	21	21	9	21	19	21			
CMOR	17	21	18	15	20	20	20	20	21	21	9	21	19	21	21		
CIL	17	21	18	15	20	20	20	20	21	21	9	21	19	21	21	21	
COFF	17	21	18	15	20	20	20	20	21	21	9	21	19	21	21	21	21
SECC	17	21	18	15	20	20	20	20	21	21	9	21	19	21	21	21	21

MATRICE DE CORRELATION

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
 LAPS DE TEMPS : 10/78 10/78  
 POINTS DE MESURE : 3 4 5 6  
 NIVEAUX : SURFACE 10M 15M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	1.00																	
SAL	.46	1.00																
OX	.31	.32	1.00															
%.OX	.60	.57	.94	1.00														
NO3	.64	.50	.36	.52	1.00													
ATMD	.73	.76	.41	.60	.98	1.00												
PO4	.25	.52	.31	.43	.02	.20	1.00											
MES	.56	.65	.41	.58	.40	.52	.81	1.00										
CHLO	.11	.09	.49	.37	.33	.27	.47	.40	1.00									
PHAE	.33	.23	.36	.41	.12	.01	.71	.69	.45	1.00								
PPNT	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	.00	1.00							
MIPK	.20	.17	.13	.05	.10	.08	.37	.26	.47	.16	.00	1.00						
NAPK	.78	.60	.47	.68	.62	.67	.45	.71	.04	.44	.00	.18	1.00					
CDIV	.49	.12	.13	.15	.23	.06	.34	.04	.02	.33	.00	.51	.23	1.00				
CMOR	.39	.33	.25	.36	.01	.08	.52	.50	.12	.27	.00	.28	.60	.26	1.00			
CIL	.47	.16	.36	.41	.36	.27	.04	.04	.34	.18	.00	.72	.22	.54	.27	1.00		
COFF	.70	.19	.00	.00	.37	.00	.15	.11	.00	.00	.00	.45	.31	.57	.12	.36	1.00	
SECC	.64	.76	.14	.40	.59	.68	.60	.79	.40	.28	.00	.25	.70	.04	.35	.15	.14	1.00

NOMBRE D'OBSERVATIONS

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
 LAPS DE TEMPS : 10/78 10/78  
 POINTS DE MESURE : 3 4 5 6  
 NIVEAUX : SURFACE 10M 15M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	15																	
SAL	15	15																
OX	14	14	14															
%.OX	14	14	14	14														
NO3	15	15	14	14	15													
ATMD	14	14	14	14	14	14												
PO4	15	15	14	14	15	14	15											
MES	15	15	14	14	15	14	15	15										
CHLO	14	14	14	14	14	14	14	14	14									
PHAE	14	14	14	14	14	14	14	14	14	14								
PPNT	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0							
MIPK	15	15	14	14	15	14	15	15	14	14	0	15						
NAPK	15	15	14	14	15	14	15	15	14	14	0	15	15					
CDIV	15	15	14	14	15	14	15	15	14	14	0	15	15	15				
CMOR	15	15	14	14	15	14	15	15	14	14	0	15	15	15	15			
CIL	15	15	14	14	15	14	15	15	14	14	0	15	15	15	15	15		
COFF	15	15	14	14	15	14	15	15	14	14	0	15	15	15	15	15	15	
SECC	15	15	14	14	15	14	15	15	14	14	0	15	15	15	15	15	15	15

MATRICE DE CORRELATION

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
 LAPS DE TEMPS : 11/78 11/78  
 POINTS DE MESURE : 3 4 5 6  
 NIVEAUX : SURFACE 5M 10M 20M

	TEMP	SAL	OX	Z.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	1.00																	
SAL	.67	1.00																
OX	.05	.05	1.00															
Z.OX	.35	.32	.95	1.00														
NO3	-.74	-.26	.26	.19	1.00													
ATMD	-.81	-.35	.20	.08	.99	1.00												
PO4	-.13	-.16	-.46	-.51	.13	.16	1.00											
MES	-.74	-.62	-.05	-.28	-.05	.14	.16	1.00										
CHLO	-.25	-.42	.03	-.06	.31	.33	.06	-.03	1.00									
PHAE	-.36	-.27	-.35	-.44	-.12	-.01	.11	.31	.26	1.00								
PPNT	-.08	-.39	-.04	-.07	-.28	-.26	-.18	-.01	.66	.18	1.00							
MIPK	-.53	-.69	.11	-.08	.33	.37	-.03	.23	.44	.01	.70	1.00						
NAPK	.50	.29	.14	.23	-.40	-.44	-.15	-.43	.37	-.13	.25	-.16	1.00					
CDIV	.11	-.14	-.15	-.16	-.07	-.07	.17	-.09	.19	-.08	.28	.22	-.05	1.00				
CMOR	-.61	-.42	-.07	-.22	.50	.55	.45	.36	-.07	.35	.22	.37	-.53	-.07	1.00			
CIL	.21	-.31	-.17	-.26	-.36	-.36	.14	.01	.49	.03	.30	.44	.46	.16	-.11	1.00		
COFF	.87	.37	-.14	.04	.80	.83	-.04	-.09	-.11	-.00	.00	-.37	.24	.11	-.44	.31	1.00	
SECC	.57	.82	.23	.39	-.21	-.29	-.16	-.67	-.29	-.56	-.61	-.49	.48	.01	-.57	.20	.18	1.00

NOMBRE D'OBSERVATIONS

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
 LAPS DE TEMPS : 11/78 11/78  
 POINTS DE MESURE : 3 4 5 6  
 NIVEAUX : SURFACE 5M 10M 20M

	TEMP	SAL	OX	Z.OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	22																	
SAL	22	22																
OX	21	21	21															
Z.OX	21	21	21	21														
NO3	22	22	21	21	22													
ATMD	22	22	21	21	22	22												
PO4	22	22	21	21	22	22	22											
MES	21	21	21	21	21	21	21	21										
CHLO	21	21	21	21	21	21	21	21	21									
PHAE	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21								
PPNT	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9							
MIPK	22	22	21	21	22	22	22	21	21	21	21	9	22					
NAPK	22	22	21	21	22	22	22	21	21	21	9	22	22					
CDIV	22	22	21	21	22	22	22	21	21	21	9	22	22	22				
CMOR	22	22	21	21	22	22	22	21	21	21	9	22	22	22	22			
CIL	22	22	21	21	22	22	22	21	21	21	9	22	22	22	22	22		
COFF	22	22	21	21	22	22	22	21	21	21	9	22	22	22	22	22	22	
SECC	16	16	15	15	16	16	16	15	15	15	9	16	16	16	16	16	16	16

MATRICE DE CORRELATION

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY

LAPS DE TEMPS : 12/78 12/78

POINTS DE MESURE : 3 4 5 6

NIVEAUX : SURFACE 10M 5M 15M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMU	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC	NO2	NH4	SI0H	
TEMP	1.00																					
SAL	.86	1.00																				
OX	.18	.04	1.00																			
%.OX	.25	.09	1.00	1.00																		
NO3	-.18	-.38	.25	.26	1.00																	
ATMU	-.29	-.47	.24	.24	.99	1.00																
PO4	.00	.05	-.03	-.02	-.02	-.03	1.00															
MES	-.44	-.46	.33	.30	.46	.51	-.46	1.00														
CHLO	-.16	-.19	-.18	-.40	.23	.26	-.16	.49	1.00													
PHAE	.13	.23	-.07	-.24	.05	.06	-.28	.47	.73	1.00												
PPNT	-.18	-.31	.30	.19	.35	.40	-.24	.52	.22	.75	1.00											
MIPK	.18	.28	.40	.38	-.23	-.23	-.28	.37	.41	.61	.37	1.00										
NAPK	.11	.26	.36	.36	-.30	-.32	.55	-.41	-.24	-.24	-.42	.01	1.00									
CDIV	-.26	-.08	.08	.05	-.14	-.10	.08	.01	.40	.34	.04	.29	.12	1.00								
CMOR	.44	.26	.33	.35	.05	.01	-.39	.37	.47	.61	.28	.69	-.23	-.09	1.00							
CIL	-.09	.14	.10	.09	-.38	-.37	.44	-.43	-.19	-.28	.82	.08	.77	.15	-.25	1.00						
COFF	.29	.65	-.13	-.16	.58	.59	.07	-.24	-.01	.39	-.24	.51	.43	.25	.11	.39	1.00					
SECC	.94	.75	-.28	.18	-.02	-.13	.93	.77	-.34	-.42	-.36	.68	.75	-.25	-.41	.36	.39	1.00				
NO2	-.16	-.19	-.07	-.05	.32	.33	.69	-.11	-.06	-.17	.36	-.34	.05	-.13	-.32	.19	-.32	.60	1.00			
NH4	-.90	-.79	-.06	-.12	.23	.34	-.23	.61	.34	.13	.34	-.01	-.25	.32	-.21	-.10	-.27	.85	-.01	1.00		
SI0H	-.34	-.46	-.01	-.02	.85	.86	.09	.42	.29	.02	.24	-.13	-.27	-.07	-.03	-.31	-.45	.06	.29	.33	1.00	

NOMBRE D'OBSERVATIONS

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY

LAPS DE TEMPS : 12/78 12/78

POINTS DE MESURE : 3 4 5 6

NIVEAUX : SURFACE 10M 5M 15M

	TEMP	SAL	OX	%.OX	NO3	ATMU	PO4	MES	CHLO	PHAE	PPNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC	NO2	NH4	SI0H	
TEMP	21																					
SAL	21	21																				
OX	20	20	20																			
%.OX	20	20	20	20																		
NO3	21	21	20	20	21																	
ATMU	21	21	20	20	21	21																
PO4	21	21	20	20	21	21	21															
MES	21	21	20	20	21	21	21	21														
CHLO	20	20	19	19	20	20	20	20	20													
PHAE	20	20	19	19	20	20	20	20	20	20												
PPNT	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7											
MIPK	21	21	20	20	21	21	21	21	20	20	7	21										
NAPK	21	21	20	20	21	21	21	21	20	20	7	21	21									
CDIV	21	21	20	20	21	21	21	21	20	20	7	21	21	21								
CMOR	21	21	20	20	21	21	21	21	20	20	7	21	21	21	21							
CIL	21	21	20	20	21	21	21	21	20	20	7	21	21	21	21	21						
COFF	21	21	20	20	21	21	21	21	20	20	7	21	21	21	21	21	21					
SECC	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	5	11	11	11	11	11	11	11				
NO2	21	21	20	20	21	21	21	21	20	20	7	21	21	21	21	21	21	11	11	21		
NH4	21	21	20	20	21	21	21	21	20	20	7	21	21	21	21	21	21	11	11	21	21	
SI0H	21	21	20	20	21	21	21	21	20	20	7	21	21	21	21	21	21	11	11	21	21	21

MATRICE DE CORRELATION

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
 LAPS DE TEMPS : 1/79 1/79  
 POINTS DE MESURE : 3 4 5 6  
 NIVEAUX : SURFACE 5M 10M 15M

	TEMP	SAL	OX	%OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PFNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	1.00																	
SAL	-.00	1.00																
OX	-.02	-.36	1.00															
%OX	<u>-.54</u>	-.16	<u>.82</u>	1.00														
NO3	-.24	-.05	-.38	-.45	1.00													
ATMD	-.33	-.12	-.37	<u>-.51</u>	<u>.99</u>	1.00												
PO4	.09	<u>-.59</u>	.13	.08	.33	.34	1.00											
MES	<u>-.59</u>	-.35	-.05	-.48	.38	.49	-.04	1.00										
CHLO	.06	.04	-.12	-.03	.19	.17	-.20	.15	1.00									
PHAE	-.46	-.47	-.02	-.35	.44	.50	.13	.47	.12	1.00								
PFNT	****	-.50	****	****	<u>-.98</u>	<u>-.87</u>	.13	.14	.13	.33	1.00							
MIPK	-.22	.05	.21	.07	-.08	-.05	<u>-.54</u>	.24	.25	.28	<u>-.85</u>	1.00						
NAPK	.47	.33	-.30	.11	.06	-.03	.02	<u>-.53</u>	.04	-.26	-.40	-.02	1.00					
CDIV	-.27	-.04	.06	-.10	.01	.06	-.24	.37	<u>.54</u>	.25	<u>.98</u>	.49	-.31	1.00				
CMOR	-.10	<u>-.68</u>	.40	.18	-.11	-.03	-.01	<u>.51</u>	-.04	<u>.61</u>	.20	.43	-.34	.19	1.00			
CIL	-.15	-.14	.27	.10	-.44	-.38	-.26	.15	-.13	-.09	<u>-.88</u>	.48	-.23	.06	.30	1.00		
COFF	.02	.33	<u>-.55</u>	-.43	-.02	-.02	<u>-.59</u>	<u>.21</u>	<u>.71</u>	.02	.00	.34	-.03	.46	-.10	.12	1.00	
SECC	<u>.94</u>	<u>.64</u>	-.49	.46	.35	.10	-.24	<u>-.94</u>	<u>.23</u>	<u>-.82</u>	****	-.18	<u>.62</u>	<u>-.62</u>	<u>-.83</u>	-.28	.08	1.00

NOMBRE D'OBSERVATIONS

\*\*\*\*\*

POINT D'APPUI : PENLY  
 LAPS DE TEMPS : 1/79 1/79  
 POINTS DE MESURE : 3 4 5 6  
 NIVEAUX : SURFACE 5M 10M 15M

	TEMP	SAL	OX	%OX	NO3	ATMD	PO4	MES	CHLO	PHAE	PFNT	MIPK	NAPK	CDIV	CMOR	CIL	COFF	SECC
TEMP	16																	
SAL	16	18																
OX	15	16	16															
%OX	15	15	15	15														
NO3	14	16	15	14	16													
ATMD	14	16	15	14	16	16												
PO4	15	17	16	15	16	16	17											
MES	15	17	16	15	16	16	17	17										
CHLO	15	17	16	15	16	16	17	17	17									
PHAE	15	17	16	15	16	16	17	17	17	17								
PFNT	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3							
MIPK	15	17	16	15	16	16	17	17	17	17	17	3	17					
NAPK	15	17	16	15	16	16	17	17	17	17	17	3	17	17				
CDIV	15	17	16	15	16	16	17	17	17	17	17	3	17	17	17			
CMOR	15	17	16	15	16	16	17	17	17	17	17	3	17	17	17			
CIL	15	17	16	15	16	16	17	17	17	17	17	3	17	17	17	17		
COFF	16	18	16	15	16	16	17	17	17	17	17	3	17	17	17	17	18	
SECC	7	9	8	7	9	9	9	9	9	9	2	9	9	9	9	9	9	9



CHAPITRE V

ZOOPLANCTON

PAR G. LE FEVRE - LEHOËRFF  
COLLABORATION TECHNIQUE A. DERRIEN







## INTRODUCTION :

De mars à août 1977, une étude d'avant-projet du site de Penly (rapport CNEXO pour EDF, 1977) avait permis de dresser une première liste faunistique du plancton et de connaître les effectifs des principales espèces mais essentiellement pendant la période estivale. Les variations quantitatives saisonnières ont été décrites plus précisément au cours de l'année 1978 grâce aux prélèvements bimensuels. Les périodes de reproduction et la répartition géographique des principales espèces ont été mieux cernées. La première année de projet est surtout consacrée à une étude descriptive tandis que la deuxième année permettra de synthétiser les résultats concernant l'écosystème pélagique.

## A) METHODOLOGIE :

### I Stratégie d'échantillonnage :

La stratégie d'échantillonnage tient compte des caractéristiques hydrologiques du site :

- mer à marée,
- courants.

Pour apprécier un éventuel gradient côte-large du plancton, nous avons échantillonné en 3 stations réparties sur une radiale au droit du site et aux étales de courant de haute et basse mer (renverses), conditions choisies comme étant supposées les plus stables pour permettre des comparaisons entre points géographiques (A, B, C).

Le port de référence est Dieppe. Les étales de courants (ou renverses) ont lieu 15' après les pleine et basse mers.

De plus, un point (D) situé hors zone d'influence de la tache thermique prévue, servira de station de référence en vue du suivi.

Afin d'apprécier la variabilité de l'échantillonnage et la distribution des organismes dans le milieu, nous avons procédé à des prélèvements répétitifs (5 replicats) au point D (hors tache) et au point médian de la radiale (B) à l'étales de haute mer.

Les campagnes ont été prévues avec une périodicité mensuelle. De plus, le point B a été étudié au cours de missions complémentaires entre deux campagnes lourdes (périodicité 15 jours au point B) afin de préciser les variations saisonnières du zooplancton et le taux de renouvellement des principales espèces. Au cours de ces missions intermédiaires un double échantillonnage a été effectué, tant pour la biomasse que pour les déterminations et comptages.

## II/ Récolte des échantillons :

Dans tous les cas, nous avons utilisé des filets WP2 (surface d'ouverture  $1/4\text{m}^2$ ) de vide de maille 200  $\mu$  pour l'étude quantitative du zooplancton et un filet WP2 modifié avec une maille de 80  $\mu$  pour l'étude des stades juvéniles de quelques espèces.

Les filets sont équipés de flux-mètres (ou "flow meter") TSURUMI donnant une bonne précision dans l'estimation du volume d'eau filtrée. Les traits de pêche sont effectués verticalement du fond à la surface. Les échantillons destinés au comptage sont formolés à 5 % tandis que ceux destinés à la mesure des biomasses sont filtrés et congelés à bord.

## III/ Dépouillement des échantillons de zooplancton au Laboratoire :

### 1 - Fractionnement :

Les échantillons formolés, destinés au comptage, sont divisés par la méthode de la "boîte de MOTODA" (MOTODA, 1959) et les fractions à compter réparties dans des "cuves de DOLLFUS" sont observées à la loupe binoculaire. Le comptage se fait selon la méthode préconisée par Serge FRONTIER, modifiée et simplifiée afin d'en réduire la durée.

### Principe de la méthode de FRONTIER :

Selon cet auteur (FRONTIER, 1972) on peut avoir une bonne estimation de l'abondance d'une espèce dans le milieu, si on a compté au moins 100 individus de cette espèce dans l'échantillon. On en déduit, par conséquent, que la fraction  $1/n$  comptée (correspondant à un volume d'eau filtrée  $V$  quelconque mais connu) sera d'autant plus petite que l'espèce est plus abondante. Si on voulait appliquer scrupuleusement cette méthode, il faudrait, pour les espèces très rares, regarder en totalité des échantillons très grands (volume d'eau filtrée très grand).

En fait, il faut trouver un compromis entre une évaluation extrêmement précise de l'abondance de toutes les espèces et une évaluation très grossière de quelques espèces seulement.

La méthode adoptée est la suivante :

- pour quelques espèces (4 ou 5), la fraction comptée  $1/n$  est très petite (estimée rapidement pour chaque échantillon), ce qui permet de compter au moins 100 individus de ces espèces.
- on effectue ensuite le comptage d'une fraction  $\frac{x}{n}$  pour les autres espèces de l'échantillon ( $x$  étant souvent égal à 4, 5 ou 6).
- enfin, un examen rapide, à l'oeil nu, de la partie non comptée permet de repérer les espèces de grande taille et rares (alevins, Mysidacés, Chaetognathes, etc.), mais pouvant représenter une biomasse importante.

La méthode adoptée donne une bonne idée de l'ensemble de l'échantillon.

Elle permet :

- . de ne pas compter un trop grand nombre d'individus pour les espèces très abondantes,
- . de compter un nombre suffisant d'individus pour les espèces moins abondantes.
- . de ne pas négliger les espèces de grande taille et rares.

On perd peu d'information : uniquement celle qu'aurait apporté l'examen au binoculaire d'espèces petites et rares. Cependant même pour ces espèces il arrive qu'elles peuvent être repérées, si pour une mission le nombre d'échantillons est assez élevé et, surtout, la finesse de l'observation dépend de la qualité de l'observateur.

## 2 - Difficultés relatives aux comptages et détermination :

Certains individus sont déterminés au niveau de l'espèce, d'autres au niveau du genre, d'autres enfin de façon moins approfondie (familles, groupes, classes) selon l'importance relative des différents taxons.

Il n'est pas possible, au cours d'un comptage, de déterminer rapidement deux familles de Copépodes, les Pseudocalanidés et les Paracalanidés comprenant plusieurs espèces d'écologie différente. La méthode utilisée dans ce cas est la suivante :

- comptage de l'ensemble des deux familles (total),
- prélèvement de 30 à 40 individus observés au microscope, avec détermination de la proportion de chaque espèce, de leur sex-ratio et du degré de maturité des femelles.
- on extrapole les résultats à l'ensemble de l'échantillon.

#### IV/ Mesure de la biomasse :

##### 1 - Mesure du poids sec :

Les échantillons sont congelés immédiatement à bord après avoir été filtrés sur des soies (maille 100  $\mu$ ) préalablement lavées, séchées et pesées.

Au laboratoire, les soies sont à nouveau séchées et repesées. La biomasse zooplanctonique pour chaque échantillon (ou poids sec du zooplancton total) est exprimée en  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

##### 2 - Dosage du carbone et de l'azote organique :

Sur chaque échantillon, nous avons dosé le carbone et l'azote organique. La matière organique séchée est séparée du filtre et disposée dans des creusets dans lesquels elle est rendue homogène par broyage au mortier. Une fraction de ce broyage est prélevée pour l'analyse et pesée à l'électro-balance CAHN.

L'auto-analyseur du carbone et de l'azote (185 B Carbon-Hydrogen-Nitrogen Analyser "Hewlett Packard") utilise le principe de la chromatographie en phase gazeuse. La fraction de l'échantillon à analyser est brûlée en présence d'un oxydant (Dioxyde de Manganèse) mis en excès. Un courant d'Hélium entraîne les gaz libérés au cours de la combustion ( $\text{CO}_2$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ).

L'appareil produit un spectre dont les aires, inscrites sous les pics, sont proportionnelles aux quantités de carbone et d'azote dosées et les intègre lui-même. Il est donc nécessaire d'étalonner l'appareil avant tout dosage avec un produit organique connu (Cyclohexanone 2-4 dinitro-phénylhydrazone).

## B) RESULTATS PRINCIPAUX DU PREMIER CYCLE D'ETUDE (1978) :

### I/ Biomasse du zooplancton - carbone et azote organique : (cf. Tableau en annexe)

#### 1) Moyenne sur le site (fig. V 1a et V 1b) :

De février à la fin avril, la biomasse moyenne sur le site reste inférieure à  $40 \text{ mg/m}^3$ . Au mois de mai la biomasse atteint sa valeur maximale annuelle avec  $128 \text{ mg/m}^3$ . Après une diminution au mois de juin, elle atteint un deuxième maximum au mois d'août ( $111 \text{ mg/m}^3$ ). Les valeurs en fin de cycle, de septembre 1978 à janvier 1979 sont très comparables aux valeurs de février à avril 1978 (inférieures à  $40 \text{ mg/m}^3$ ). On remarque que les valeurs de 1978 sont très légèrement supérieures à celles obtenues pour 1977 où le maximum annuel atteignait  $82 \text{ mg/m}^3$  et où les poids secs variaient de 18 à  $12 \text{ mg/m}^3$  d'avril à juin 1977. Cette différence est peut-être due dans une certaine mesure à la position différente des stations, les stations de l'année 1977 étant en moyenne plus côtières que celles de 1978 (rapport avant-projet Penly, 1977).

Le rapport C/N varie dans la gamme des valeurs 3.6 - 5.6 qui est proche des résultats de 1977 sans rapport avec les saisons.

#### 2) Valeurs aux différents points, A, B, C, D (fig. V 2ab et V 3) :

On remarque que en moyenne, les biomasses sont plus élevées aux stations large et médiane de la radiale qu'à la côte. De plus, les valeurs à la station D (hors tache) sont souvent très fortes et même plus fortes parfois que les stations B et C. D'une façon générale, la station côtière A diffère de toutes les autres stations et la biomasse y est très faible. L'examen du zooplancton et la composition faunistique des échantillons recueillis peuvent peut-être expliquer en partie cette différence entre stations mais les caractéristiques particulières de la station côtière A pose un problème qui sera discuté plus loin.

## II/ Composition faunistique du zooplancton :

### 1/ Liste faunistique :

La liste faunistique (cf. liste p. 89) du zooplancton établie en 1977 (Rapport d'Avant projet Penly novembre 1977) qui comportait 56 taxons répertoriés a été complétée à 103 taxons pour plusieurs raisons. L'étude de projet a permis de couvrir douze mois d'étude et donc de recenser aussi bien les espèces hivernales que les espèces estivales. De plus le nombre de prélèvements effectués par mission est beaucoup plus élevé pour l'année 1978 ce qui permet d'avoir une meilleure chance de répertorier les espèces rares. Enfin, le mode de prélèvements au cours de l'avant projet était mauvais et mal adapté à l'échantillonnage du zooplancton puisque les sorties étaient effectuées à bord d'un zodiac, déconseillé pour les prélèvements de plancton. La remontée lente et irrégulière du filet, faite à la main provoque un "refoulement" à l'entrée et la fuite des organismes les plus vagiles (exemple : deux espèces de mysidacés récoltées en 1977, 9 en 1978, 5 espèces de méduses en 1977, 14 en 1978).

### 2./ Pourcentage de dominance : (fig. V 4) :

Tous les groupes ne sont pas représentés dans le schéma de la fig. V 4 où ont été sélectionnés quelques groupes dominants de crustacés : Copépodes, Cladocères, Larves de Porcellanes, Cirripèdes et Crabes (brachyours). Le groupe des Annelides n'a pas été figuré, il représente cependant de février à avril et en septembre 6 % du zooplancton pour l'ensemble des espèces.

## III/ Diversité du plancton (fig. V 5) :

Le plancton de Penly présente une diversité spécifique sensiblement égale à celle observée à Paluel. L'indice de diversité de Shannon (Shannon 1948) a été calculé sur l'ensemble du zooplancton total et également pour le total des Copépodes. On remarque que l'indice varie de 1,6 à 3,0 pour le plancton total et de 0,6 à 2,4 pour les Copépodes, la période de plus faible diversité se situe au début de la période printanière dominée par le développement et la multiplication de deux ou trois espèces, les Copépodes *Temora longicornis*, *Pseudocalanus minutus* et les cirripèdes. En été et en automne, l'augmentation de la diversité est irrégulière. Elle correspond à une situation normalement

observée en Manche occidentale : augmentation de la diversité en fin de cycle (automne) correspondant à une maturité de l'écosystème. Cette situation est très différente de celle observée à Gravelines au Sud de la Mer du Nord, très peu distante géographiquement, à l'échelle de la Manche. En effet, la diversité à Gravelines montre des fluctuations de grande amplitude aussi bien à l'automne qu'au printemps, fluctuations indiquant une très forte instabilité du milieu. Ce qui est en accord avec les résultats hydrologiques. A Penly au contraire, l'augmentation de la maturité de l'écosystème pélagique entre le printemps et l'automne est à relier à une plus forte stabilité des conditions hydrologiques.

#### IV/ Variations saisonnières quantitatives des différentes espèces :

##### 1) zooplancton total (fig. V.7.1)

Le maximum annuel est observé en mai (82 970 individus/10m<sup>3</sup>) deux autres maxima sont notés en avril (60 310/10m<sup>3</sup>) et en août (61 860/10m<sup>3</sup>). C'est en février 78 et en janvier 79 que l'on note les minima d'abondance (1 599 et 1 374 i./10m<sup>3</sup> valeurs très comparables). Beaucoup d'organismes zooplanctoniques côtiers étant herbivores leur développement est conditionné par la quantité de phytoplancton disponible et l'augmentation de la température qui accélère les processus métaboliques. On remarque à Penly que, début mars, il se produit une diminution de densité de nombreuses espèces zooplanctoniques. Cette chute d'effectif est sans doute en relation avec le minimum thermique et le minimum de phytoplancton observés fin février. au contraire de mars à juillet-août, le phytoplancton croît (maximum de chlorophylle les 11 juillet et 29 août) et la température augmente (maximum thermique 29 août) ce qui favorise le développement des herbivores printaniers (*Temora* en mai) ou estivaux (*Acartia* en août).

##### 2) Les Copépodes :

La variation saisonnière du zooplancton total dépend en grande partie d'un groupe de crustacés holoplanctoniques particulièrement bien représentés dans toutes les mers : les Copépodes. Les périodes où leur dominance est atténuée sont les phases d'émissions de larves (Annélides, Cirripèdes). A Penly par exemple en mars, avril et septembre.

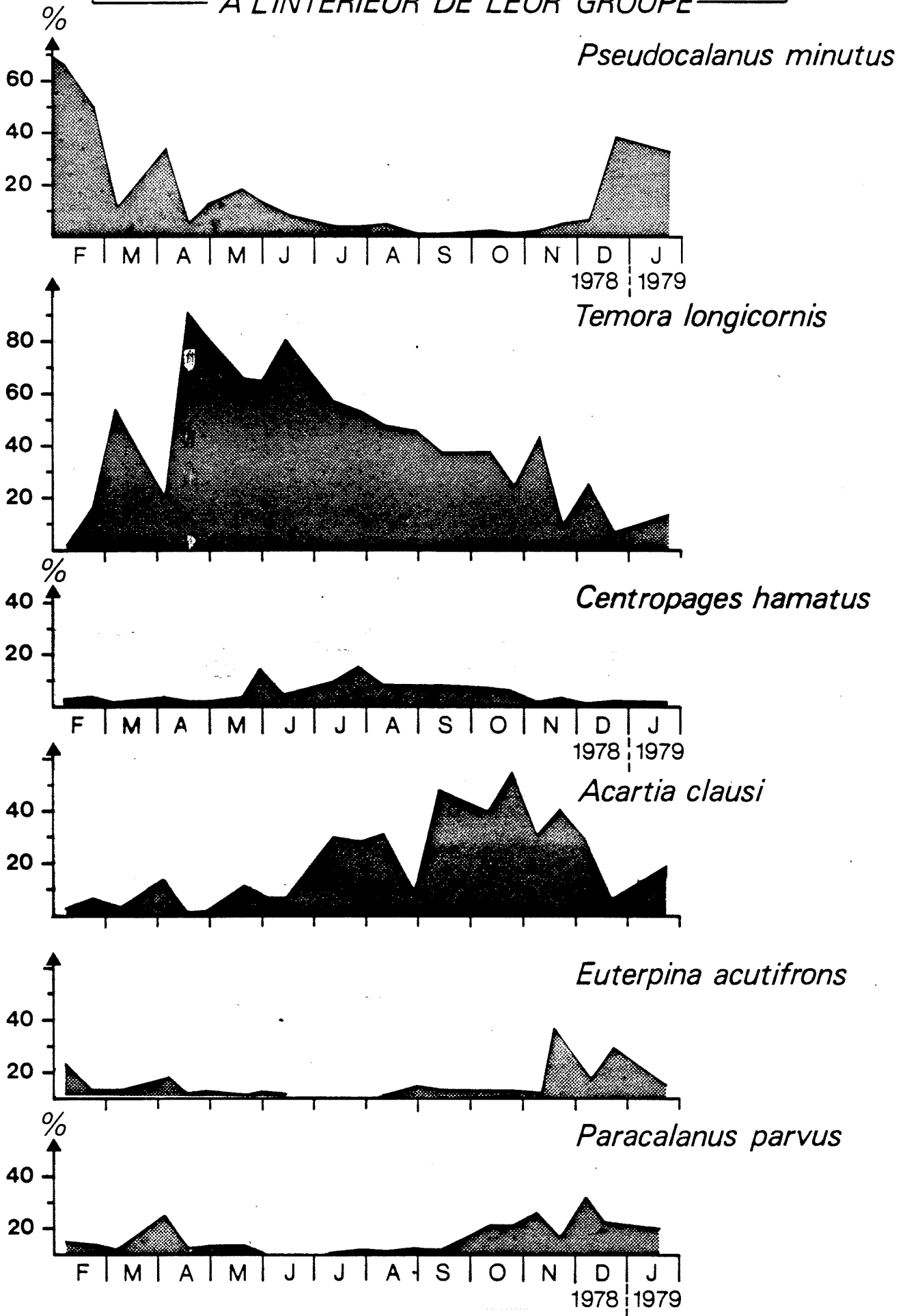
## 2.1. Rappels de quelques généralités :

Les Copépodes constituent le groupe principal de plancton permanent, ou holoplancton. L'holoplancton est constitué d'organismes dont tout le cycle biologique se déroule sous forme planctonique. L'holoplancton constamment soumis aux conditions hydrologiques et aux pollutions diverses va "intégrer" les changements qui peuvent se produire dans l'environnement tout au long du cycle annuel. Dans le cas où les organismes se multiplient à un rythme rapide (par exemple certains Copépodes présentent cinq générations par an), des modifications se manifestent dans le métabolisme et la physiologie des individus.

Il n'est pas toujours facile de déceler les effets nocifs de certains facteurs sur les organismes. Ils peuvent être masqués. La production secondaire d'une région peut diminuer sous l'effet d'une pollution quelconque et il est possible de ne pas pouvoir la déceler. En effet, ce que l'on mesure habituellement c'est la biomasse présente à un instant donné sur une zone donnée, mais il est difficile de calculer la production annuelle qui dépend de la dynamique de toutes les espèces et fait intervenir le nombre de générations par an des populations autochtones (d'ailleurs difficiles à distinguer des populations produites ailleurs et véhiculées par les masses d'eau). La dynamique de l'ensemble de l'écosystème va dépendre du nombre de générations de chaque espèce et de sa fertilité par unité de temps (l'année par exemple). La fertilité pourra être évaluée par le nombre d'oeufs pondus et d'embryons produits par chaque femelle. La dynamique de chaque espèce dépendra aussi de la durée de vie de l'espèce et du pouvoir de prédation de chaque espèce sur les autres. La dynamique de trois Copépodes *Temora longicornis*, *Centropages hamatus* et *Acartia clausi* a été étudiée sur le site de Penly et on a tenté de mettre en relation la reproduction de ces espèces et les facteurs du milieu (voir plus loin paragraphe VI.2).



POURCENTAGE DE DOMINANCE  
DES PRINCIPALES ESPECES DE COPEPODES  
A L'INTERIEUR DE LEUR GROUPE



b<sub>2</sub> - Les différentes espèces :

La succession de dominance des principales espèces de Copépodes est très semblable (fig.V<sub>6</sub>) à celle que l'on peut observer à Paluel depuis 1975. On a représenté sur la fig. V<sub>6</sub> le pourcentage de chaque espèce de Copépodes par rapport au total des Copépodes; les 6 espèces retenues sont également étudiées sur les sites de Gravelines, Paluel et Flamanville (rapports CNEXO pour EDF, 1976-1977-1978-1979). Comme pour le site de Paluel très proche, *Pseudocalanus* est le copépode qui domine en décembre, janvier et février, époque froide où il peut atteindre 60 % du total des Copépodes. A Paluel, il représentait 60 % en mars 75 et 70 % en février 77. *Temora longicornis* est le Copépode dominant au printemps en Manche orientale, il représente 90 % des Copépodes en avril et 80 % en juin. A Paluel, il représentait 95 % des Copépodes en mai 1975 et 80 % en avril 1977. *Centropages hamatus* n'est jamais très abondant par rapport aux autres espèces, il ne dépasse guère 15 % des Copépodes en juillet (Paluel 30 % en juin 75, 15 % en août 77). *Acartia* domine en fin d'été et atteint jusque 60 % des Copépodes en octobre à Penly.

Enfin les espèces *Euterpina acutifrons* et *Paracalanus parvus* ne représentent chacune que 20 % des Copépodes mais dominant cependant en novembre et décembre.

Pour la même année 1978 on a comparé les abondances des différentes espèces sur les trois sites Gravelines, Paluel et Penly aux périodes de maxima annuels (fig. V.7-1-2-3) :

		GRAVELINES (N/10m <sup>3</sup> )	PENLY (N/10m <sup>3</sup> )	PALUEL (N/10m <sup>3</sup> )
<i>Temora longicornis</i>	mai 78	128 300	48 080	41 042
<i>Pseudocalanus minutus</i>	mai 78	10 820	13 150	3 133
<i>Centropages hamatus</i>	août 78	9 987	4 332	7 328
<i>Acartia clausi</i>	août 78	12 330	17 840	14 069
<i>Euterpina acutifrons</i>	août 78	2 588	1 419	13 318
<i>Paracalanus parvus</i>	octobre 78	2 615	1 946	671

A une époque donnée on remarque que, tantôt le site de Penly est comparable à Paluel, tantôt plus proche de celui de Gravelines.

Deux autres espèces sont intéressantes à étudier à Penly, ce sont *Isias clavipes* et *Acartia discandata*.

*Isias clavipes* est une espèce essentiellement estivale (fig. v 7. 4). Elle atteint son maximum en août (9 511 individus/10m<sup>3</sup>) à Penly. Cette espèce se développe bien dans une gamme de températures et de salinités assez précises : en Manche, les observations montrent que l'espèce prolifère surtout dans les eaux des estuaires (salinités 33,5 à 34‰ surtout) et en été (17 à 19 °C). Cette espèce avait été bien étudiée en Rivière de Morlaix (G. Le Fèvre Lehoërff, 1972), puis à Gravelines et à Paluel (G. Le Fèvre-Lehoërff (Rapports CNEOX/EDF Gravelines 1976, Paluel 1977)).

*Acartia discandata* est une espèce des eaux saumâtres. Sa période de développement maximum se situe en avril-mai.

On constate donc qu'à Penly, au cours de l'année 1978, deux périodes ont été favorables au développement et à la multiplication des Copépodes : le mois de mai et le mois d'août. Au mois de mai ont été favorisées les espèces herbivores printanières dont l'optimum thermique de développement est bas. C'est le cas des Copépodes "cryophiles" : *Temora longicornis*, *Pseudocalanus minutus*. Au mois d'août ont été favorisées les espèces herbivores "thermophile" (*Acartia clausi*, *Euterpina acutifrons*, *Isias clavipes*).

Une étude plus approfondie de la dynamique de populations de trois Copépodes a été entreprise sur les différents sites de la Manche (Gravelines, Paluel, Flamanville). Les résultats obtenus pour le site de Penly au cours de l'année 1978 sont exposés plus loin (paragraphe II<sub>6</sub>).

### 3) Les Cladocères et les Appendiculaires :

Les Cladocères constituent un groupe de crustacés holoplanctoniques dont les représentants colonisent principalement les eaux douces (Daphnies) et saumâtres et estuaires (*Podon*, *Evadne*) ou eaux très côtières plus ou moins stratifiées, riches en phytoplancton. Ce sont des herbivores Euryhalins *Evadne*, présent à Penly en 1977 n'a pas été retrouvé en 1978 alors que *Podon*, autre espèce de Cladocère, est bien représenté en 1978, en mai et en août tandis qu'il était présent en juillet 77.

Les Appendiculaires (espèce *Oikopleura dioica*, figure V.7.7), comme les Cladocères, ont un cycle qui dépend beaucoup de celui du phytoplancton, aussi le maximum d'*Oikopleura dioica* a été noté en 1977 au mois de juillet 1977 ( $3000/10m^3$ ) et en mai-juin 1978 ( $2083/10m^3$ ) et août 1978 ( $1695/10m^3$ ). Le développement de cette espèce est également très lié à la quantité de matière en suspension (souvent les eaux turbides sont riches en chlorophylle) et également aux fortes températures (voir paragraphe VII les corrélations calculées avec ces facteurs) bien mises en évidence sur les sites de Paluel, Gravelines (1977) et en Baie de Seine (rapport CNEOX, 1979).

4) Les Mysidacés, les Chaetognathes, Cténaïres (fig. V 7.8 à 11) :

Les deux Mysidacés les plus abondantes sont *Mesopodopsis slabberi* et *Schistomysis spiritus*. La première espèce est euryhaline et sa présence est liée aux apports d'eau douce. *Schistomysis ornata* est également présente à Penly.

Les carnivores *Pleurobrachia* cténaïres sont présents presque toute l'année et surtout quand leurs proies (Copépodes par exemple) sont abondantes (avril juin et août) avec des effectifs ne dépassant guère 10 individus par  $10m^3$ .

Les Chaetognathes sont également des carnivores qui se nourrissent aux dépens des herbivores précédemment étudiés. Ces carnivores sont particulièrement nombreux à l'automne et au début de l'hiver. L'effectif atteint en novembre jusqu'à 500 individus par  $10m^3$  ce qui est considérable compte tenu du pouvoir de prédation de ces organismes.

5) Les larves du plancton (fig V 7.12 à 32) et méroplancton :

Ce sont les larves d'annélides polychètes, les larves de crustacés (Cirripèdes, Porcellanes, Crabes) les larves de Bryozoaires, les jeunes gastéropodes, les oeufs et larves de poissons enfin les phases pélagiques des hydrozoaires.

5.1 - Les Annelides fig. V 7.12 à 7.20 :

Les larves d'annélides sont abondantes principalement en deux saisons : mars et avril d'une part, septembre octobre d'autre part. On distingue :

- 1) Les larves dont le développement est précoce dans l'année (période février-mai) sont celles des Spionidés *Polydora ciliata*, *Scolecopsis*

*ciliata* et *Scolecopsis fuliginosa* (V.7.14, 7.15, 7.16) les *Nephtys* et *Phyllodoce* (V.7.19, 7.20). Les *Polydora ciliata* sont des Annélides qui colonisent l'estran (Annélides vivant dans des tubes) et forment des colonies très denses dans les dalles calcaires ( $300\ 000/m^2$  d'après Loïc Antoine, rapport CNEXO Penly 1976). Les larves sont particulièrement abondantes en avril (200 à  $300/10m^3$ ).

- 2) Les larves qui présentent deux périodes d'abondance annuelle avril et septembre sont les Aphroditidés (7.18) et les Spionidés genre *Spio* sp. (7.17). Les taxons n'étant pas déterminés au niveau spécifique, on ne peut conclure s'il s'agit de deux périodes de reproduction d'une même espèce ou s'il s'agit de deux espèces différentes du même genre ou de la même famille.
- 3) Enfin les larves de l'Annélide de sable *Lanice conchilega* sont abondantes une grande partie de l'année (fig. V 7.13) avec trois périodes privilégiées avril, juin et septembre.

## 5.2 - Les Crustacés :

Les Cirripèdes recensés sur l'estran sont, d'après les résultats d'étude d'avant projet (Loïc Antoine, 1976), *Balanus balanoides* et *Elminius modestus*. *Balanus crenatus* serait également présente sur le site aux bas niveaux. Les comptages des larves ont été effectués sans distinction d'espèces. Le maximum d'abondance des "nauplii" se note en avril avec  $10\ 000\ nauplii/10m^3$ , les "cypris", stade pélagique plus âgé qui précède la fixation atteignent une densité de  $5\ 900/10m^3$  (V 7.21, 7.22). Après la période de pauvreté fin mai, deux périodes productives en larves se situent en juillet puis en septembre. Ces différentes périodes correspondent certainement aux différentes espèces.

L'espèce qui émet ses larves le plus précocement au printemps est *Balanus balanoides* (températures entre  $7^\circ$  et  $8^\circ$ ).

Les larves du mois de juillet correspondent très vraisemblablement aux larves de *Balanus crenatus* qui, d'après Barnes, (1966) émet ses larves à cette époque. Les larves d'*Elminius modestus* sont responsables des pics d'abondance en août et en septembre ( $800/10m^3$ ). Au cours de l'avant projet en 1977, les deux périodes de plus grande abondance ont été notées en mars et en juillet. L'espacement entre les missions n'a pas permis de mieux comparer les deux années. Cependant, les résultats

sont relativement cohérents pour les périodes d'émissions de larves mais les abondances trouvées les deux années sont assez différentes (*nauplii* : 1183 en mars, 126 en avril 1977).

Les larves de Porcellanes (fig. 7.24) sont abondantes entre le mois de juin et le mois de septembre avec un maximum le 10 août (344/10m<sup>3</sup>).

Les larves de crabes :

Les jeunes stades sont les stades "Zoe", les stades agés les "Mégaloopes". Les "Zoe" sont abondantes en mai puis juillet et fin août surtout (4 000/10m<sup>3</sup>) période du maximum annuel. Les stades "Mégaloopes", derniers stades pélagiques avant la phase benthique, sont abondants en juin, août et septembre-octobre. Ces différents maxima d'abondance correspondent aux reproductions de toutes les espèces confondues. Quelques espèces ont été distinguées, c'est le cas des *Ebalia*, des *Pinnotheres* (fig. V 7.26 et V 7.27). Les *Pinnotheres* sont des petits crabes qui vivent en commensalisme avec des Mollusques Lamellibranches. On trouve fréquemment des *Pinnotheres* dans les moules. Ce genre est donc intéressant à suivre sur le site de Penly riche en moules. Les Zoé de *Pinnotheres* présentent un maximum d'abondance en août (100 individus par 10m<sup>3</sup>).

### 5.3 - Les larves d'Ophiures

Elles sont abondantes à Penly (fig. V 7.28), sont présentes de juin à novembre et présentent une densité maximale en septembre (2 572/10m<sup>3</sup>).

### 5.4 - Les larves de Bryozoaires

Elles sont appelées "Cyphonautes" et sont présentes toute l'année, avec un maximum estival de juillet à septembre (fig. V 7.29).

### 5.5 - Les larves de mollusques

Elles n'ont pas été déterminées spécifiquement. Les échantillons de plancton comportent de jeunes individus de gastéropodes et de lamellibranches avec coquilles déjà bien formées. Ces jeunes individus ne font pas partie du plancton au sens strict mais leur abondance peut donner des renseignements sur les principales périodes de reproduction des Mollusques. De plus, ils peuvent représenter une biomasse non négligeable par le poids de leur coquille (ce qui peut expliquer éventuellement des biomasses élevées des échantillons qui ne correspondent

pas à des biomasses zooplanctoniques). On remarque (fig. V 7.30) que les jeunes gastéropodes sont abondants de février à mai (112/10m<sup>3</sup>) et surtout en septembre (608/10m<sup>3</sup>).

#### 5.6 - Les oeufs de Téléostéens

Ils ne sont présents qu'au début de l'année et disparaissent du plancton en août. Les espèces ne sont pas distinguées et le maximum annuel est atteint en mai avec 100 individus par 10 m<sup>3</sup>. Le maximum des Alevins se situe en juin avec 27 alevins par 10 m<sup>3</sup>.

#### 5.7 - Les Cnidaires

Au cours de l'année d'avant-projet, en 1977 peu d'espèces avaient été recensées sur le site (dans rapport CNEXO Penly, 1977). Au contraire durant la première année de projet, la meilleure qualité des prélèvements (voir plus haut) et la fréquence des prélèvements nous ont permis de déterminer 14 espèces de Méduses. *Hybocodon prolifer* (V.7.34) apparaît en avril et disparaît en juin. *Steenstrupia nutans* est présente de mai à juillet (V.7.35) tandis que *Sarsia prolifera* est surtout présente en août (V.7.33). Ces résultats sont en accord avec les observations faites sur le site de Paluel (F. TOULARASTEL, rapports Paluel 1976, Paluel 1977).

### V/ Variations spatiales :

Il est très difficile de définir des gradients côte-large compte tenu du petit secteur étudié : le point A dit "côtier" étant éloigné de 3km du point C ou "large". Cependant on peut parfois mettre en évidence des différences quantitatives entre A et C pour quelques organismes.

- 1) Les taxons et les espèces plus abondantes à la côte qu'au large pour une majorité de cas (fig. V 8.1 à V 8.10) sont :

Pour le méroplancton :

- les Nauplii de Cirripèdes (8.1)
- les Cypris de Cirripèdes (8.2)
- les "Zoé" de *Pinnotheres* (8.3)
- les larves d'Annélides *Phyllodoce* (8.4)
- les larves de Bryozoaires (cyphonautes) (fig. 8.6).

Pour l'holoplancton :

- les Copépodes *Euterpina acutifrons* et *Acartia discaudata*. *Euterpina acutifrons* est fréquente en Manche dans les eaux très côtières en été et *Acartia discaudata* est fréquente dans les eaux saumâtres. (fig.V 8.7).
- les Mysidacés *Schistomysis spiritus* et *Mesopodopsis slabberi* (fig. 8.9 et 8.10). La répartition de cette dernière espèce est liée, comme celle de *Acartia discaudata*, à celle des eaux saumâtres.

2/ Les espèces plus abondantes au large qu'à la côte (8.11 à 8.27) sont :

- les Copépodes principaux et les Appendiculaires (8.13 à 8.17).
- les larves d'ophiures, les larves des Annélides Spionidae du genre *Spio* et les Annélides Aphroditidés (8.19, 8.20, 8.21).
- les larves du crabe *Ebalia* et des Porcellanes (*Pisidia*) (8.22, 8.23).
- les oeufs et Alevins de Téléosteens (8.26, 8.27).
- Le Cladocère *Podon* est également plus abondant en C qu'en A, ce qui semble curieux compte tenu du caractère très côtier des Cladocères *Podon* et *Evadne*. Or le gradient d'abondance observé en 1977 (rapport d'avant projet Penly 1977) pour *Podon* et pour *Evadne* et retrouvé en 1978 pour *Podon* où l'on observe plus d'individus au large qu'à la côte pourrait peut être s'expliquer par la structure hydrologique et la turbidité des eaux. Ces organismes sont très sensibles d'une part à la stabilité des eaux (stratification) et d'autre part à leur transparence. Une très forte turbidité caractérise la zone du point A, zone à fond sablo-vaseux particulièrement riche en benthos (voir chapitre benthos plus loin). Les observations dans d'autres secteurs de la Manche, en Baie de Seine (G. Le Fèvre Lehoërff, 1972) et en Rivière de Morlaix (G. Le Fèvre Lehoërff, 1976) ont montré que les Cladocères étaient particulièrement abondants dans des eaux à la fois riches en phytoplancton (nourriture) d'origine terrigène (salinités faibles) mais relativement stratifiées et pas trop brassées verticalement (zone de calme de la Rivière de Morlaix vers Locquenolé, zone interne de la digue du Port d'Antifer en Baie de Seine etc...). A Penly, la zone "A"



est très brassée, très turbide et sans doute peu propice au développement d'espèces des eaux calmes. Aussi les Cladocères sont-ils plus favorisés aux stations B et C.

3/ Problème posé par la station A :

On a remarqué précédemment que les biomasses zooplanctoniques d'une part, et que les nombres d'individus, d'autre part, étaient fréquemment plus faibles à la côte qu'au large, et particulièrement pour les espèces holoplanctoniques herbivores : Cladocères, Copépodes, Appendiculaires. Le zooplancton ne présente donc pas le même gradient d'abondance que le phytoplancton plus abondant à la côte qu'au large (la production primaire l'est également, voir chapitre Phytoplancton précédent). Il n'y a donc pas une bonne correspondance du point de vue de la répartition horizontale entre les productions primaire et secondaire.

Le calcul des corrélations entre paramètres montre que :

- 1) il existe une bonne corrélation entre le pourcentage d'oxygène dissous et la quantité de phytoplancton :

$$r = + 0,65^{**} \quad (n = 75)$$

- 2) il y a une très forte corrélation entre la matière en suspension et l'ammoniaque ( $\text{NH}_4$ ) :

$$r = + 0,75^{**} \quad (n = 75)$$

- 3) enfin la matière en suspension est corrélée négativement avec le pourcentage d'oxygène dissous :

$$r = - 0,28^* \quad (n = 68)$$

Il a été dit également que la zone côtière est caractérisée par une très grande production benthique dans le sable vaseux (voir chapitre benthos). Les organismes qui peuplent cette frange côtière sont des Mollusques et des Annélides, la grande majorité étant constituée de "filtreurs", et leurs densités par  $\text{m}^2$  sont beaucoup plus fortes à la côte qu'au large. On peut penser qu'une très forte densité d'organismes filtreurs à la côte exerce une intense prédation sur le phytoplancton et enrichit le milieu en  $\text{NH}_4$ .

L'hypothèse d'une compétition pour la nourriture entre les organismes filtreurs benthiques et le zooplancton herbivore peut être une des causes de la moins bonne production secondaire côtière, mais cette hypothèse demande à être vérifiée. De plus, rappelons ce qui a été dit pour la distribution des Cladocères et qui peut être appliqué aux autres herbivores pélagiques : la très forte turbidité de la zone côtière et l'intense brassage ne sont sans doute pas favorables à une bonne production et croissance de ces organismes.

#### VI/ Reproduction de quelques espèces de Copépodes :

##### 1) Les espèces *Pseudocalanus minutus*, *Euterpina acutifrons* et *Oncaea* sp :

Pour les trois espèces de Copépodes, les femelles adultes en état de se reproduire portent des sacs ovigères (fixés sur l'abdomen) aussi pour ces espèces les périodes d'émissions d'oeufs de Copépodes ont-elles été repérées par le comptage des femelles ovigères dans les récoltes. La figure V 9 montre parallèlement la variation saisonnière de la population totale (juvéniles, adultes ♀ et ♂) et la variation saisonnière des adultes femelles portant des oeufs pour chaque espèce.

*Pseudocalanus minutus* peut émettre des oeufs de décembre à début août et cesse de se reproduire entre août et novembre. Cette espèce est une espèce boréo-arctique et son intérêt principal est sa grande sensibilité aux températures élevées. D'après certains auteurs (Carter, 1965)

*Pseudocalanus minutus* est une espèce qui peut supporter des conditions subarctiques (d'après Capuzzo, communication personnelle (1979), l'espèce se reproduirait à 1 °). Des élevages ont montré que cette espèce atteindrait sa température létale à 20 °. Anraku (1964) a bien montré que l'espèce était bien adaptée aux températures basses;  $Q_{10} = 1,33$  en hiver, passe à 3,72 en été. Cette espèce a été bien étudiée au laboratoire (Urry 1965 ; Corkett, 1968 ; Mac Laren, 1969) et une bibliographie complète de cette espèce a été publiée par Corkett et Mac Laren récemment (1978). Si on compare pour Penly les années 1977 et 1978, on remarque une bonne concordance des résultats : maximum de femelles ovigères en mars-avril 1977 et en mai 1978. Ensuite une deuxième période de présence de femelles ovigères en juillet 77 et de juin à août 1978, moins abondantes qu'au printemps.

De plus, si on compare les sites proches de Penly et de Paluel, on constate pour Paluel une forte reproduction de *Pseudocalanus* de mars à mai 1975, en avril 1977 et en mai 1978 ; et également une deuxième période de présence de femelles ovigères en assez petit nombre en août 1977 et août 1978. L'ensemble de ces résultats montre la similitude des caractéristiques générales de Penly et de Paluel. Nous avons remarqué (rapport de surveillance de Paluel, 1979) que les années 1977 et 1978 avaient été plus fraîches que les précédentes 1975 et 1976, aux étés chauds, ce qui semblait expliquer l'absence de reproduction et la chute de l'effectif de *Pseudocalanus* en 75 et surtout en 76, et confirmer le caractère "cryophile" de cette espèce.

*Euterpina acutifrons*. Cette espèce présente une distribution géographique vaste et son cycle de développement a été étudié à la fois en mer Méditerranée (Bernard 1963, El maghraby 1964) et en Angleterre (Hacq 1972). Elle est abondante en Côte d'Ivoire (Binet, 1977). C'est une espèce dont la reproduction peut se faire entre 8° et 25°. Des élevages (Hacq, 1972, Neunes et Pangolini, 1965) ont montré que la ponte est fortement stimulée quand la température s'élève au-dessus de 16° jusqu'à 20°. La température létale serait de 30° et le temps de maturation des femelles varie de 8 jours à 1 jour quand la température passe de 10 à 20°. La durée d'une génération varie de 53 jours à 10° à 8 jours à 20°. A Penly, les températures estivales peuvent atteindre 17° à 18° et la plus forte reproduction se produit à la fin de l'été, comme à Paluel d'ailleurs. On observe un maximum de femelles ovigères (fig. V9) en août 1978 et aussi plus tard dans la saison jusqu'en novembre et même décembre, la reproduction continue. Une reproduction printanière, avec des effectifs moins importants, s'était produite fin avril 1978. Les périodes de reproduction sont les mêmes qu'à Paluel mais les abondances à Penly semblent moins fortes qu'à Paluel en général.

*Oncaea* sp., les espèces n'ont pas été distinguées et il est possible que la courbe de variations saisonnières représente la variation globale de plusieurs espèces confondues. Les femelles ovigères sont présentes presque toute l'année, la période de moins grande production d'oeufs se situe en juillet et en août.

2) Dynamique de population de trois espèces : *Temora longicornis*, *Centropages hamatus* et *Acartia clausi* :

Afin de mieux connaître la dynamique de l'écosystème côtier et d'aborder le problème de la production secondaire pélagique, trois espèces de Copépodes ont été sélectionnées pour déterminer le taux de renouvellement des populations, le nombre de générations par an, la vitesse de croissance en relation avec les conditions hydrologiques. La dominance et l'abondance de ces espèces varient selon la saison. D'une façon générale *Temora longicornis* domine une grande partie de l'année en Manche orientale, surtout de mars à septembre, tandis que *Acartia clausi* beaucoup plus abondante en Manche occidentale domine à Penly de juillet à novembre. Les Copépodes présentent plusieurs générations par an, la croissance est discontinue, elle se fait par mues; chaque nouveau stade larvaire ou copépodite (cinq copépodites appelés C1 à C5) présente des appendices nouveaux et l'animal n'est complet qu'à la dernière mue (donnant l'adulte). Les principales méthodes utilisées pour définir les successions de générations ont été classées selon Binet (1977) :

- 1) Méthode des maxima numériques de la population totale (p. 68 et figures V 7.1, V 7.2).
- 2) Evolution de la composition en stades copépodites.
- 3) Méthode de la distribution des longueurs pour un même stade. Il existe plusieurs modes, chaque mode correspond à une génération (traitement en cours).
- 4) Evolution du sex ratio au cours de l'année. Le sex ratio, c'est-à-dire le rapport existant entre le nombre de mâles et de femelles présents ensemble, varie selon les phases du cycle de reproduction.

La connaissance simultanée du nombre de générations d'une espèce, de la taille (donc de la biomasse) et de l'abondance de chaque stade permet une approche pour l'estimation de la production annuelle de l'espèce. La mesure des longueurs des individus comporte un double intérêt : elle conduit au calcul de la biomasse individuelle et de plus, la vitesse de croissance est un indice spécifique qui dépend des conditions d'environnement (température en particulier).

## 2.1 - Evolution de la composition en stades copépodites :

a) Temora longicornis (fig. V.10 et V.11) :

On remarque de nombreux C1 à la mission du 6 mars. Cette reproduction précoce (R1) est sans doute favorisée par la teneur élevée en phytoplancton au mois de février ( $> 1\mu\text{g/litre}$  de chlorophylle) qui favorise une bonne nutrition des femelles adultes de *Temora* et favorise indirectement la reproduction.

Une deuxième période de jeunes (la plus forte de l'année) s'observe le 18 avril (R2), puis fin mai. A partir de cette époque, les générations chevauchent leurs productions de jeunes car les individus nés au début de l'année peuvent pondre pour la première fois et les individus plus âgés pour la deuxième fois. On verra plus loin que les générations différentes n'ont pas la même taille, seule une étude de la distribution des longueurs permet de différencier ces générations (analyse modale).

Pendant l'été, de juillet à septembre, il y a toujours production de juvéniles, plusieurs générations effectuant leur ponte simultanément. Ces résultats sont très proches de ceux observés à Paluel la même année.

b) Centropages hamatus (fig. V.12 et V.13) :

*Centropages hamatus*, comme *Temora longicornis*, produit des jeunes aux mêmes époques, mais en quantités inférieures (cent fois moins abondant). Là encore, les périodes de reproduction sont proches de celles observées à Paluel la même année (mai et juillet en particulier). On peut remarquer cependant que, si le maximum annuel de production de C1 de *Temora* est en avril, le maximum de production de C1 de *Centropages* est en mai (*Centropages* est plus estival).

c) Acartia clausi (fig. V.14 et V.15) :

Les périodes de reproduction d'*Acartia clausi* s'observent d'avril à septembre et même octobre. Comme pour les deux espèces précédentes les reproductions s'effectuent en avril et en mai, mais on remarque (fig. V.14 C1) que les productions les plus fortes se font en juillet (mi-mois 11 juillet) et septembre octobre. Ce qui entraîne une abondance maximale de la population totale en juillet et septembre (fig. V. 7.2).

De l'ensemble des observations précédentes, on peut conclure :

- 1) que les époques où les différentes espèces de Copépodes étudiées émettent leurs oeufs sont souvent les mêmes quelle que soit l'espèce et ses caractéristiques écologiques. Le facteur commun qui doit favoriser la ponte de nombreuses espèces simultanément est vraisemblablement l'apport de nourriture phytoplanctonique et les brusques changements de température.
- 2) Les espèces expriment leurs tendances "cryophiles" ou "thermophiles" par la période où ils produisent le maximum de C1 : avril 78 pour *Temora*, mai 78 pour *Centropages*, juillet pour *Acartia*.

## 2.2 - Biométrie. Evolution des longueurs au cours du cycle annuel :

Les mensurations des céphalothorax des trois espèces ont été faites sur les juvéniles (C1 à C5) sans distinction de sexe et sur les adultes mâles et femelles. On remarque qu'à chaque saison, les tailles des individus récoltés varient. Des observations semblables étaient connues depuis le début du siècle (Gran, 1902) Adler et Jespersen (1920) avaient également étudié *Temora longicornis* en Mer du Nord et Deevey plus récemment (1960) *Centropages typicus*. Selon Deevey, ce sont les facteurs température et nourriture qui influencent les variations de taille. Plus récemment Razouls et Guinness (1973) ont étudié *Temora stylifera* et *Centropages typicus*, Harris et Paffenhoffer (1976) *Temora longicornis*. Il faut rappeler les très nombreux travaux de Gaudy (1962, 1972) sur l'espèce *Acartia clausi* et les travaux de Mac Laren et de ses collaborateurs sur plusieurs espèces de Copépodes et particulièrement sur *Pseudocalanus minutus* (Mac Laren, 1969 ; Lock Mac Laren, 1970 ; Mac Laren, 1978). Mac Laren montre les relations qui existent entre les tailles des individus, leur vitesse de développement et leur fécondité avec la température. Il applique sur l'espèce *Pseudocalanus minutus* les fonctions générales de Belerhadek (1957).

$$V \text{ ou } S = a (t-\alpha)^b$$

(fonction métabolique)

"t" étant la température. D'après Mac Laren le coefficient  $\alpha$  serait un indicateur de l'adaptation à la température Si " $\mu$ " désigne la longueur du céphalothorax d'un Copépode, on peut définir une fonction de la forme :

$$\mu = a (t - \alpha)^b \text{ où } t, a, \alpha \text{ et } b \text{ sont des constantes.}$$

On remarque à Penly (fig. V.16, V.17, V.18) comme pour les autres sites étudiés: Gravelines, Paluel et Flamanville, que pour chaque espèce, il existe des variations saisonnières des longueurs et que, dans tous les cas, les générations nées en hiver ont des tailles supérieures à celles des générations nées en été aux températures élevées. La croissance étant plus rapide l'été, le temps de développement est plus court et l'adulte plus petit.

L'amplitude de variation de taille en pourcentage de la taille minimale  $\frac{l_{\max} - l_{\min}}{l_{\min}}$  varie selon l'espèce (fig. V.21) et selon le sexe (fig. V. 22a).

A Penly en 1978 :

	% $\frac{l_{\max} - l_{\min}}{l_{\min}}$	
	♀	♂
<u>Temora longicornis</u>	53	56
<u>Centropages hamatus</u>	56	36
<u>Acartia clausi</u>	41	26

On remarque que les longueurs des différentes générations ne décroissent pas régulièrement de février à septembre quand la température augmente. Il y a de nombreuses oscillations des courbes avec, en particulier, des valeurs de longueurs qui croissent quelquefois en été. C'est le cas de la fin juillet (C2) au début août (adulte). D'autres facteurs jouent pour expliquer la taille des individus. Ainsi que l'avait bien montré Deevey, la quantité de nourriture disponible joue certainement un grand rôle et, à Penly comme pour d'autres régions, des augmentations

de taille de générations estivales sont sans doute dues à un bon apport en nourriture. Le maximum de chlorophylle à Penly en 78 se note le 11 juillet, et un deuxième moins important le 29 août. Nous avons remarqué précédemment qu'il y avait une bonne reproduction avec nombreux C1 le 11 juillet, nous observons aussi des augmentations de longueurs d'individus après cette date. De plus, le nombre d'individus présent dans le milieu (densité) doit avoir une influence sans doute indirecte car la quantité de nourriture disponible, si elle est un facteur limitant, doit s'exprimer en quantité de chlorophylle disponible par individu. Il ne faut plus tenir compte de la quantité totale de phytoplancton par  $m^3$  mais de la quantité par individu. De plus, plusieurs espèces peuvent être en compétition, l'une pouvant être défavorisée par rapport à une autre.

La meilleure relation reliant la longueur des individus et la température, semble être une fonction exponentielle :

$$\log L = \log \beta - \alpha \theta \text{ ou } L = \beta e^{-\alpha \theta}$$

Cette relation est meilleure que la relation linéaire :

$$L = a \theta + b$$

Et meilleure également que la relation du type :

$$L = \beta \theta^\alpha$$

Pour l'espèce *Temora longicornis* la longueur est très bien reliée à la température même pour les jeunes stades (fig. V.19)<sup>+</sup>

Exemple : *Temora* à la station B (médiane) :

C1	r = - 0,772
C2	r = - 0,576
C3	r = - 0,794
C4	r = - 0,730
C5	r = - 0,718



Pour un même site, ici Penly, les relations longueurs / températures dépendent de l'espèce. *Centropages hamatus* présente des relations longueurs / températures très bonnes également aussi bien pour les femelles que pour les mâles (fig. V.20)<sup>+</sup> :

*Temora longicornis* ♀  $r = - 0,635$  ♂  $r = - 0,654$

*Centropages hamatus* ♀  $r = - 0,452$  ♂  $r = - 0,531$

Au contraire, si on considère l'espèce *Acartia clausi*, la relation est moins bonne, surtout pour les femelles :

*Acartia clausi* ♀  $r = - 0,149$  ♂  $r = - 0,507$

Cette relation longueur / température pourrait donc être un indice de la sensibilité de l'espèce étudiée aux variations des conditions du milieu. Les résultats trouvés sur Penly sont en conformité avec ceux déjà trouvés à Gravelines, Paluel et Flamanville (G. Le Fèvre - Lehoërff et J. Y. Quintin 1979, sous presse).

On remarque également (fig. V.20) que la longueur des mâles est mieux corrélée que celle des femelles avec la température. Mais si on calcule la corrélation longueur / quantité de chlorophylle, les longueurs des femelles sont mieux corrélées que les mâles. Si le phytoplancton n'est pas un facteur limitant (très grand) on remarque que les courbes ♀ et ♂ ne se superposent pas pour une même température et qu'une différence d'allométrie apparaît (fig. V.22b).

Il est désormais intéressant, afin de généraliser les actions simultanées des facteurs température et chlorophylle, de rechercher une relation :

$$L (\mu) = f (\theta, P)$$

(L longueur,  $\theta$  température, P phytoplancton), qui permettra de calculer les tailles des individus, donc des biomasses en fonction des facteurs du milieu.

(<sup>+</sup> chaque point est représentatif d'une moyenne pour l'ensemble des individus d'un stade donné, mesurés à une même date).

VII/ Corrélations entre l'abondance des espèces et les paramètres physicochimiques, groupes d'espèces :

L'abondance de 42 taxons a été corrélée avec les valeurs des paramètres physicochimiques suivants :

- température,
- salinité,
- % d'oxygène dissous,
- chlorophylle a,
- matière en suspension,
- Ammoniaque.

Le nombre de couples de valeurs varie entre 68 et 90 selon les paramètres.

1) Corrélations avec la température :

$N/10m^3 / t^{\circ}$	r est + ou -	+ significatif à 95 % ++ significatif à 99 %
	<u>Penly 1978</u>	<u>Paluel 1978</u>
<i>Acartia clausi</i>	$r = + 0,66^{++}$	$r = + 0,68^{++}$
<i>Centropages hamatus</i>	$r = + 0,58^{++}$	$r = + 0,92^{++}$
<i>Phialidium</i>	$r = + 0,43^{+}$	$r = + 0,82^{++}$ (leptoméduses juvéniles)
<u>Larves cyphonautes</u>	$r = + 0,34^{+}$	
<i>Isias clavipes</i>	$r = + 0,34^{+}$	$r = + 0,75^{++}$
<i>Lanice conchilega</i>	$r = + 0,34^{+}$	$r = + 0,88^{++}$
<u>Gastéropodes</u>	$r = + 0,33^{+}$	
<i>Fleurobrachia</i>	$r = + 0,33^{+}$	
<i>Polydora ciliata</i>	$r = - 0,43^{+}$	$r = - 0,31^{+}$

*Nephtys*  $r = - 0,39^+$

*Oncaea* sp.  $r = - 0,37^+$

(++ significatif à 99 %, + significatif à 95 %)

2) Corrélations avec la chlorophylle :

N/10m <sup>3</sup> / chl.a.	Penly 1978	Paluel 1978
<i>Oikopleura dioica</i>	$r = + 0,48^{++}$	$r = + 0,46$
<i>Centropages hamatus</i>	$r = + 0,39^+$	$r = + 0,60$

Ces espèces sont trouvées habituellement dans les zones côtières de forte production primaire.

3) Corrélations avec la matière en suspension :

N/10m <sup>3</sup> / M.E.S.	Penly 1978
Somme totale zooplancton	$r = - 0,32^+$
<i>Temora longicornis</i>	$r = - 0,31^+$
<i>Euterpina acutifrons</i>	$r = + 0,30^+$

Nous retrouvons ici des résultats en bonne conformité avec la distribution des espèces selon un gradient côte-large (voir plus haut). Une corrélation négative faible, mais réelle, existe entre les zones à forte turbidité et l'abondance du zooplancton, en particulier du Copépode *Temora longicornis*. Au contraire l'abondance d'*Euterpina acutifrons* est corrélée positivement avec MES;

- MES est corrélée avec NH<sub>4</sub> et avec  $r = 0,75^{++}$

4) Des groupes d'espèces ont été trouvés grâce aux corrélations entre les abondances des 42 taxons :

Par exemple, nous trouvons de très fortes corrélations pour les espèces suivantes entre elles :

- 1 - *Sarsia tubulosa*, *Nauplii* de Cirripèdes, Cypris,
- 2 - *Hybocodon prolifer*, oeufs de Téléosteens, *Pseudocalanus*, *Podon*
- 3 - *Obelia*, *Frialidium*, Gastéropodes,
- 4 - *Pleurobrachia*, *Lanice*, *Calanus*,
- 5 - *Nephtys*, *Scolelepis ciliata*, *Polydora ciliata*.

Les corrélations sont parfois très fortes, exemple :

le nombre de *Pleurobrachia* est corrélé avec le nombre de *Calanus helgolandicus* avec  $r = + 0,80^{++}$ ,  $n = 90$  couples de valeurs.

Cette relation peut être l'indice d'une forte relation trophique entre un prédateur carnivore *Pleurobrachia* et un Copépode *Calanus helgolandicus*.

c) GENERALITES SUR LE SITE ET CONCLUSION :

Après une première année d'étude, les résultats obtenus sur le site de Penly sont essentiellement descriptifs et les principales caractéristiques écologiques des espèces ont été définies. Des corrélations ont pu être établies entre espèces et entre paramètres.

Le zooplancton récolté à Penly est qualitativement et quantitativement proche de celui de Paluel. Le nombre de taxons répertoriés est de 103. La diversité spécifique sur le site apparaît proche également de Paluel. Les variations saisonnières des biomasses et des individus montrent un maximum annuel en 1978 au mois de mai (avec une biomasse moyenne de  $130\text{mg/m}^3$  et un nombre d'individus de  $83\ 000/10\text{m}^3$ ). Un second maximum moins important se produit fin août avec une biomasse de  $100\text{mg/m}^3$  et un nombre d'individus de  $62\ 000\ \text{individus}/10\text{m}^3$ .

Les reproductions de nombreuses espèces holoplanctoniques, en particulier les Copépodes estivaux et les Appendiculaires, ont été favorisées par la poussée phytoplanctonique du mois de juillet, qui devient très abondante en août. Les principales espèces qui sont responsables des variations saisonnières de l'ensemble du zooplancton sont :

1) De février à avril :

- Le Copépode *Pseudocalanus minutus*,
- Les larves d'Annélides (*Polydora*, *Nephtys*)
- Les larves de crustacés Cirripèdes

2) D'avril à août :

- Le Copépode *Temora longicornis* puis *Acartia clausi* et les Appendiculaires
- Les Méduses *Steenstrupia nutans* et *Sarsia prolifera* les Cténaires *Pleurobrachia*.

3) En septembre :

- Les Annélides *Lanice*, les Ophiures, les Bryozoaires et le Copépode *Euterpina acutifrons*

4) D'octobre à décembre :

- *Sagitta setosa*, *Mesopodopsis slabberi*, *Euterpina acutifrons* et *Paracalanus parvus*.

Des variations spatiales d'abondances apparaissent à Penly, correspondant à une structure hydrologique qui met en évidence des stratifications verticales de la masse d'eau et des gradients côte-large des paramètres hydrologiques, en particulier la matière en suspension. On constate que les biomasses et l'holoplancton, essentiellement, présentent une abondance plus grande au large que dans la zone très côtière (A). Cette différence de biomasse est en partie due à la présence de certains groupes comme les Alevins de Poissons, les larves

de Porcellanes (dont le poids individuel est élevé) et les larves de Mollusques plus abondants au large qu'à la côte. Mais la différence entre le nombre total des individus de zooplancton, également plus riche au large qu'à la côte, serait peut-être due à l'effet néfaste d'une zone très brassée et "trop" turbide dans la frange côtière, qui nuirait au bon développement des espèces, principalement des Copépodes. Une autre hypothèse peut être avancée pour expliquer le gradient d'abondance décroissant du large vers la côte du zooplancton, gradient inverse de celui du phytoplancton et de la production primaire : dans la zone côtière, la densité des organismes benthiques est beaucoup plus forte qu'au large. Il est possible que ces organismes benthiques, Mollusques, Annélides, filtreurs de phytoplancton prélèvent dans le milieu une quantité de nourriture telle, qu'ils entrent en compétition avec le zooplancton herbivore.

La dynamique de populations de trois espèces de Copépodes a été étudiée à Penly et les résultats comparés à ceux obtenus sur les autres sites de la Manche, Paluel en particulier très proche. La production de juvéniles est favorisée par l'apport en nourriture phytoplanctonique et les différentes espèces produisent souvent les jeunes au même moment, après une poussée phytoplanctonique. Cependant, chaque espèce ayant des préférences écologiques différentes présente le maximum de production à des époques variées : maximum des C1 en avril pour *Temora*, mai pour *Centropages*, et juillet pour *Acartia*, ce qui correspond à leur affinité pour des eaux de plus en plus chaudes. La biométrie effectuée sur ces mêmes espèces (mesure des céphalothorax ou partie antérieure du corps) a montré que les juvéniles (ou copépodites) et les adultes sont d'autant plus grands qu'ils sont nés pendant une période à basse température (corrélation négative entre L et  $t^{\circ}$ ). Les différentes générations produites au cours de l'année ont donc des tailles différentes. De plus, les individus sont plus grands si la nourriture phytoplanctonique est abondante. (corrélations positives entre la longueur et la quantité de chlorophylle). Il semble intéressant de chercher un modèle qui permettra de calculer en fonction des facteurs du milieu les tailles des individus et, indirectement, les biomasses des populations indices de la production secondaire pélagique.

Les espèces zooplanctoniques du site de Penly sont, globalement, les mêmes que celles trouvées sur le site proche de Paluel. L'abondance y est souvent beaucoup plus élevée et proche de celle de Gravelines.

La structure hydrologique de Penly conditionne la répartition spatiale du plancton et des différences d'abondance entre la côte et le large apparaissent.

PENLY - LISTE FAUNISTIQUE

CNIDAIRES

Hydrozoaires      *Sarsia eximia* (Allmann 1871)  
*Sarsia gemmifera* (Forbes, 1848)  
*Sarsia prolifera* (Forbes, 1848)  
*Sarsia tubulosa* (Sars, 1835)  
*Actinula* (larves)  
*Ectopleura dumortieri* (Van Benedeu, 1844)  
*Hybocodon prolifer* (Agassiz, 1862)  
*Steenstrupia nutans* (Sars)  
*Obelia* sp. (Hincks, 1868)  
*Phialidium hemisphaericum* (Leuckart, 1760)  
*Eucheilota maculata* (Hartlaub)  
*Phialella quadrata* (Forbes, 1848)  
*Eutima gracilis* (Forbes et Goodsir, 1851)  
*Octorchis gegenbauri* (Haeckel, 1864)  
*Cyanea capillata* (Linné)  
Leptoméduses juvéniles

Scyphozoaires      *Ephyruia* (larves)

Anthozoaires      *Ceriuia* (larves)

CTÉNAIRES

*Pleurobrachia pileus* (Muller, 1776)  
*Beroe cucumis* (Fabricius, 1780)

NÉMERTES

*Pilidium* (larves)

CHAETOGNATHES

*Sagitta setosa* (Muller, 1847)  
*Spadella* sp.

ANNÉLIDES

Aphroditidés (trochophores)

(LARVES)

Phyllodocidés      *Phyllodoce* sp. (Saint-Joseph)

Syllidés      *Autolytus prolifer* (Saint-Joseph)

Néréidés

<u>Nephtydes</u>	<i>Nephtys</i> sp.
<u>Spionidés</u>	<i>Scoelelepis ciliata</i> (Keferstein, 1862) <i>Scoelelepis girardi</i> <i>Scoelelepis fuliginosa</i> (Claparède, 1870) <i>Nerine</i> sp. <i>Spiophanes bombyx</i> (Claparède, 1870) <i>Polydora ciliata</i> (Johnson, 1838) <i>Polydora pulchra</i> (Carazzi) <i>Polydora caeca</i> (Oersted, 1843) <i>Polydora flava</i> (Claparède, 1870) <i>Pigospio elegans</i> (Claparède, 1870) <i>Spio</i> sp. (Fabricius) <i>Spionides</i> n.d.
<u>Magelonides</u>	<i>Magelona papillicornis</i> (Müller, 1858) <i>Tomopteris helgolandica</i> (Greef)
<u>Terebellides</u>	<i>Lanice conchilega</i> (Pallas, 1766)
<u>CLADOCÈRES</u>	<i>Podon</i> sp. (Lilljeherg)
<u>OSTROCODES</u>	
<u>COPÉPODES</u>	<u>Calanoïdes</u> <i>Calanus helgolandicus</i> (Claus, 1863) <i>Paracalanus parvus</i> (Claus, 1863) <i>Pseudocalanus minutus</i> (Boeck., 1872) <i>Stephos minor</i> (Scott, 1892) <i>Stephos scotti</i> (Sars, 1903) <i>Temora longicornis</i> (Müller, 1792) <i>Centropages typicus</i> (Krøyer, 1849) <i>Centropages hamatus</i> (Lilljeborg, 1853) <i>Isias clavipes</i> (Boeck, 1864) <i>Labidocera wollastoni</i> (Lubbock, 1857) <i>Parapontella brevicornis</i> (Lubbock, 1857) <i>Acartia clausi</i> (Giesbrecht, 1889) <i>Acartia discaudata</i> (Giesbrecht, 1881)
<u>Cyclopoides et Harpacticoïdes</u>	<i>Oithona helgolandica</i> (Claus, 1863) <i>Oithona</i> sp. (Baird, 1843) <i>Oncaea</i> sp. (Philippi, 1843) <i>Corycaeus</i> sp. (Dana, 1849) <i>Euterpina acutifrons</i> (Dana, 1852) <i>Harpacticoïdes</i> n.d. <i>Cyclopoïdes</i> n.d. <i>Peltidiides</i> <i>Monstrillides</i>
<u>CIRRIPÈDES</u>	<i>Nauplii</i> (Larve) <i>Cypris</i> (Larve)



MYSIDACÉS

*Siriella armata* (H.M. Edwards, 1837)  
*Siriella clausi* (G.O. Sars, 1876)  
*Gastrosaccus normani* (G.O. Sars, 1877)  
*Gastrosaccus spinifer* (Goës, 1864)  
*Gastrosaccus sanctus* (Van Beneden, 1861)  
*Mysidopsis gibbosa* (G.O. Sars, 1864)  
*Schistomysis spiritus* (Norman, 1860)  
*Schistomysis ornata* (G.O. Sars, 1864)  
*Mesopodopsis slabberi* (Van Beneden, 1861)

CUMACÉSLARVES D'ÉPICARIDESAMPHIPODES

Gammariens  
 Caprelliens

LARVES D'EUPHAUSIACÉS

(Calyptopis)

LARVES STOMATOPODES

Larve *Squilla mantis*

LARVES DECaridae

*Crangon crangon* (Fabricius)

DÉCAPODESThalassinides

*Upogebia deltaura* (Leach)  
*Callianassa*  
 Thalassinides n.d.

PaguridaeGalatheidesPorcellanides

*Pisidia longicornis* (Linné, 1767)

Brachyours

Zoé *Ebalia*  
 Mégalope *Ebalia*  
 Zoé *Pinnothères*  
 Zoé n.d.  
 Mégalope

MOLLUSQUES

Larves gastéropodes  
 Larves bivalves  
 Larves céphalopodes *Sepia*

PHORONIDIENS

Larves actinotroques

BRYOZOAIRE

Larves cyphonautes

ÉCHINODERMES (LARVES)

*Brachiolaria stellerides*  
*Bipinnaria stellerides*  
*Echinopluteus*  
*Ophiopluteus* d'ophiurides

HÉMICORDESAppendiculaires

*Oikopleura dioica* (Fol, 1872)

Larves d'ascidies

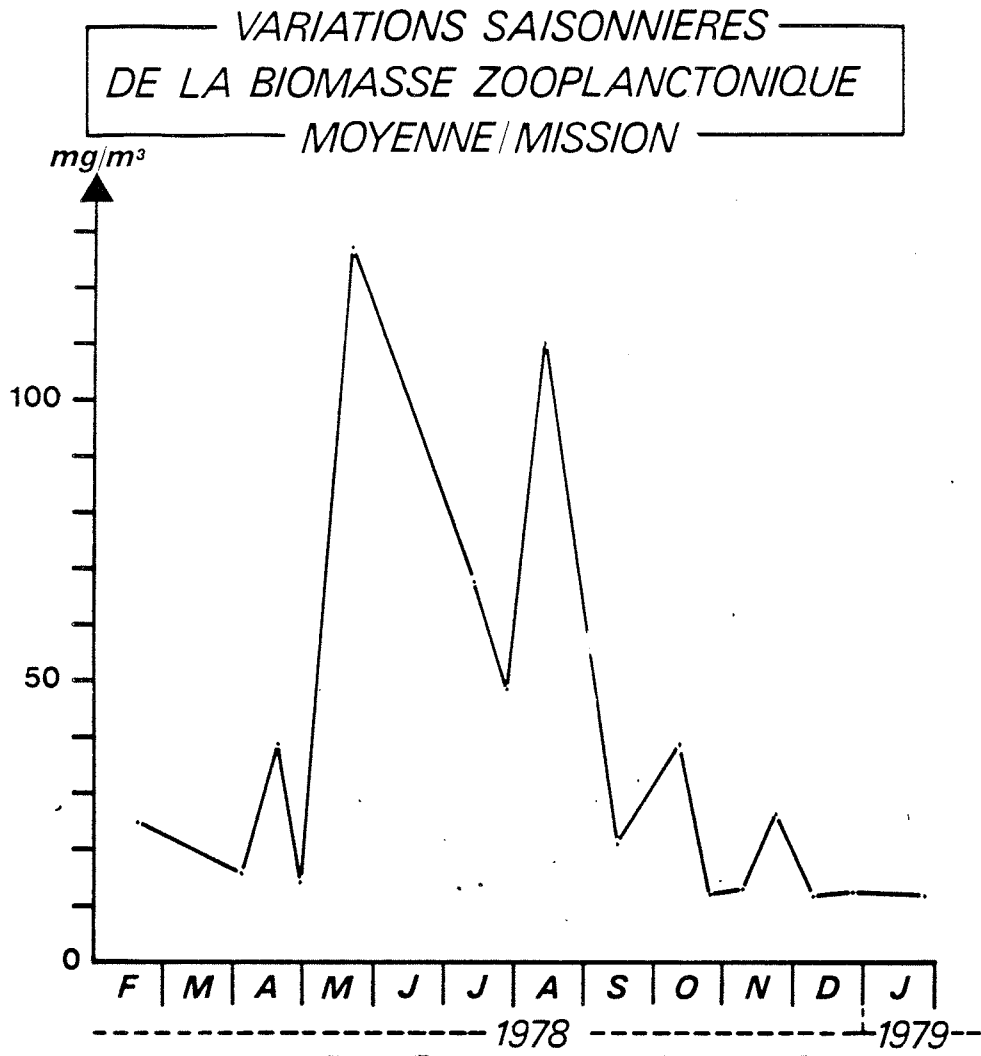
Tétards

TÉLÉOSTEENSOeufsAlevins

Clupéidés  
Pleuronectidés

FIGURES V1 à V22

Fig. V1a



VARIATIONS SAISONNIERES  
DU RAPPORT C/N (MOYENNE/MISSION)

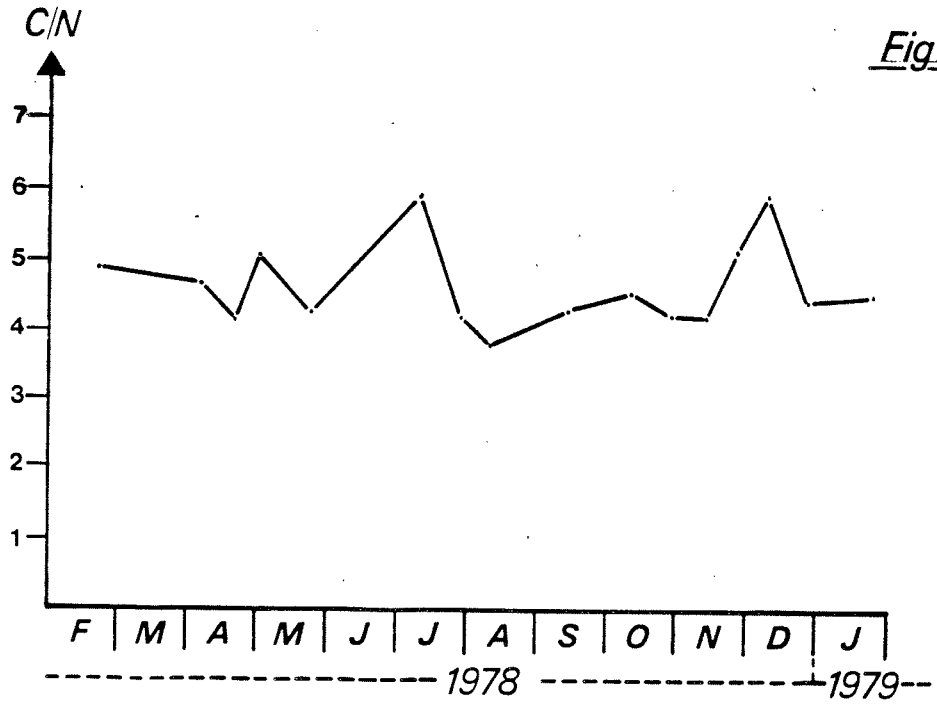


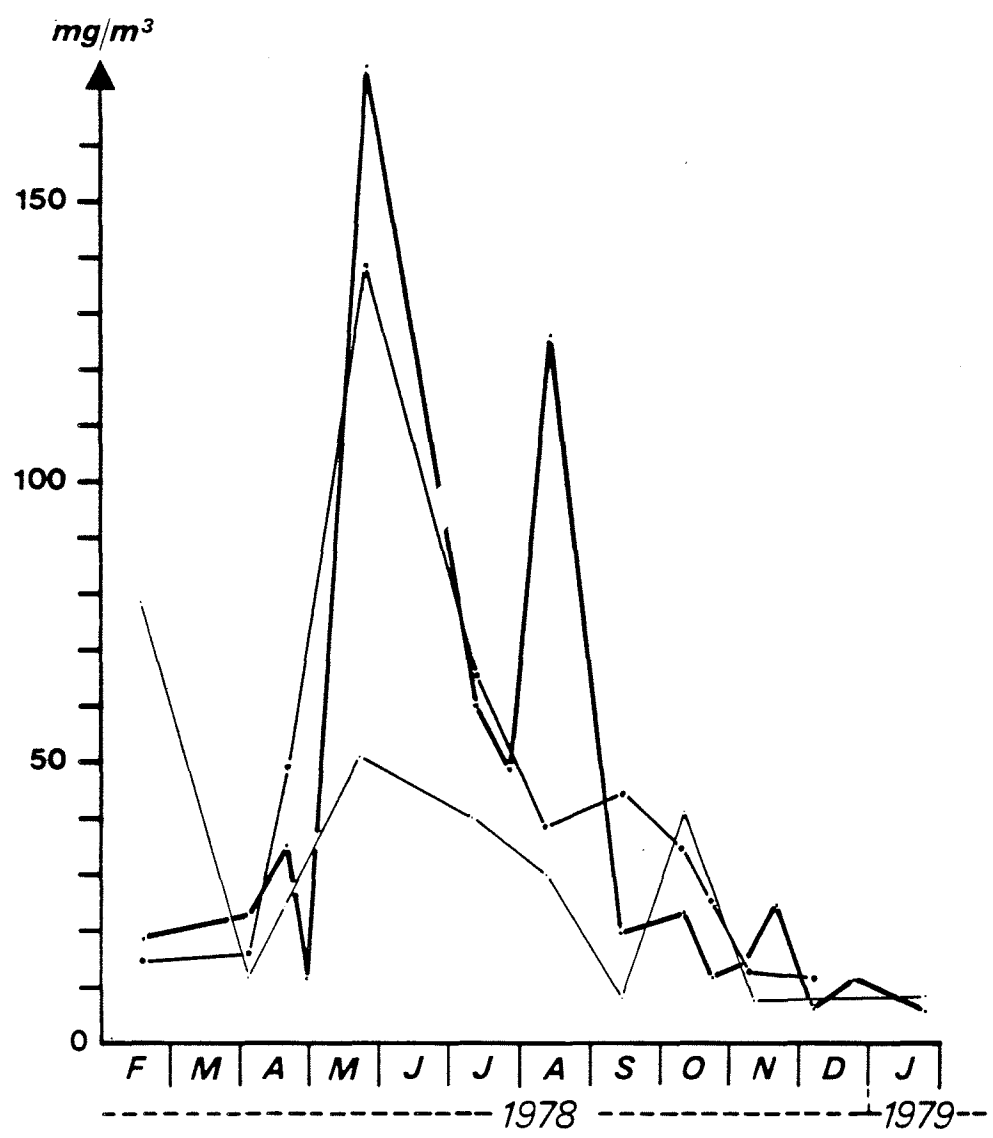
Fig. V1b

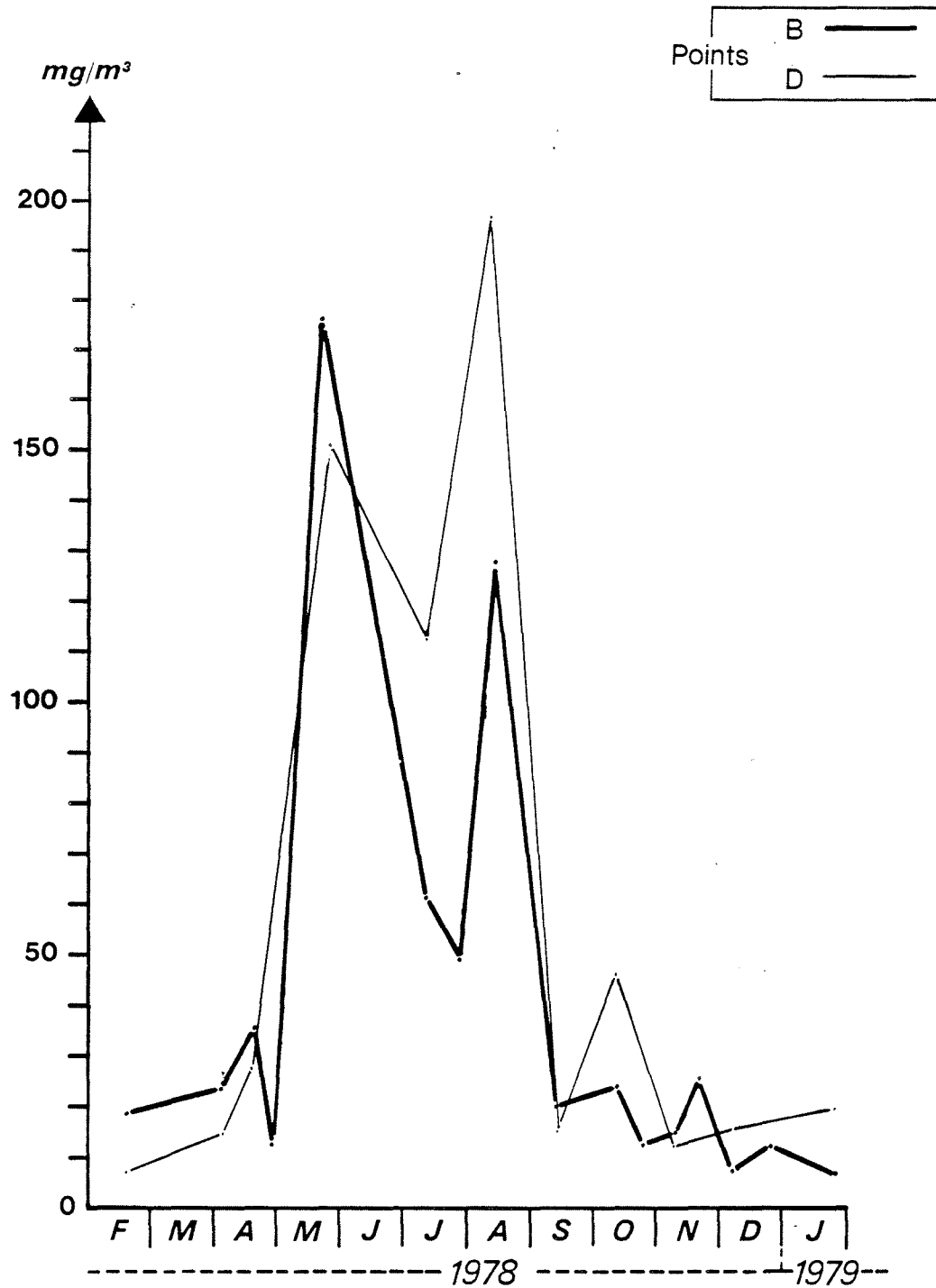
Fig. V2 a

PENLY  
1ère Année

VARIATIONS SAISONNIERES  
DES BIOMASSES ZOOPLANCTONIQUES  
AUX POINTS A,B,C (HAUTE MER)

Points A —  
B —  
C —

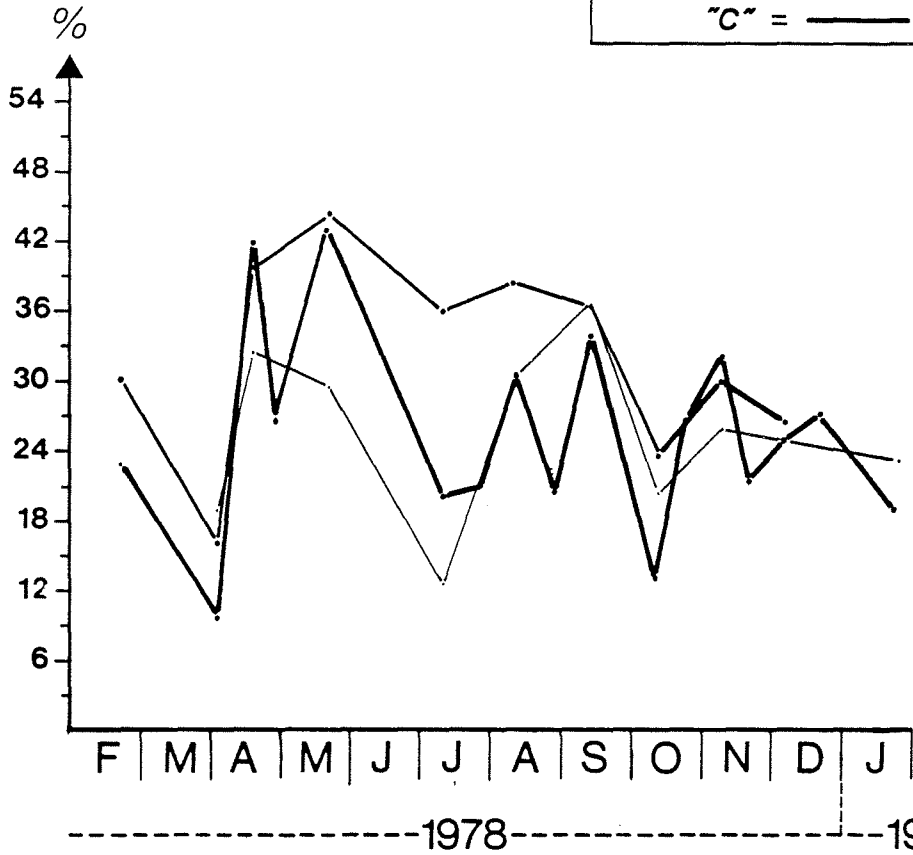


VARIATIONS SAISONNIERES  
DES BIOMASSES ZOOPLANCTONIQUES  
AUX POINTS B ET D (HAUTE MER)

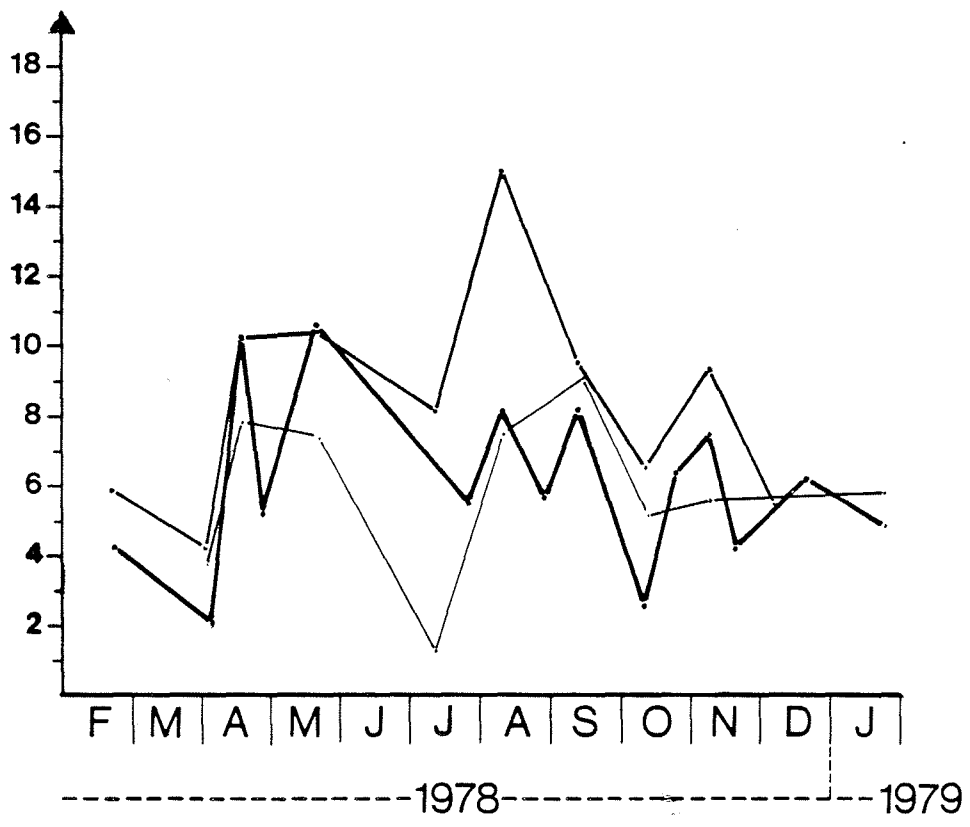
VARIATIONS DU POURCENTAGE DE CARBONE ORGANIQUE  
AUX POINTS A,B,C A HAUTE MER

POINTS "A" = —  
"B" = —  
"C" = —

Fig. V3



VARIATIONS DU POURCENTAGE D'AZOTE ORGANIQUE  
AUX POINTS A,B,C A HAUTE MER



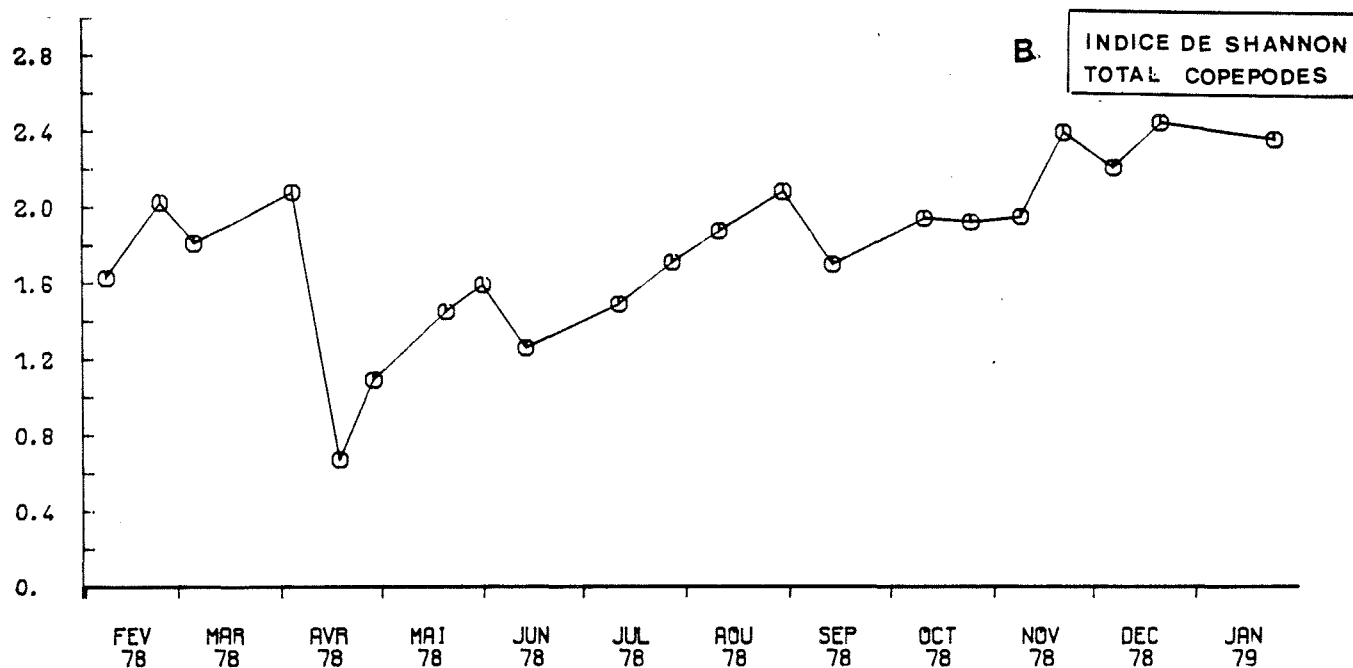
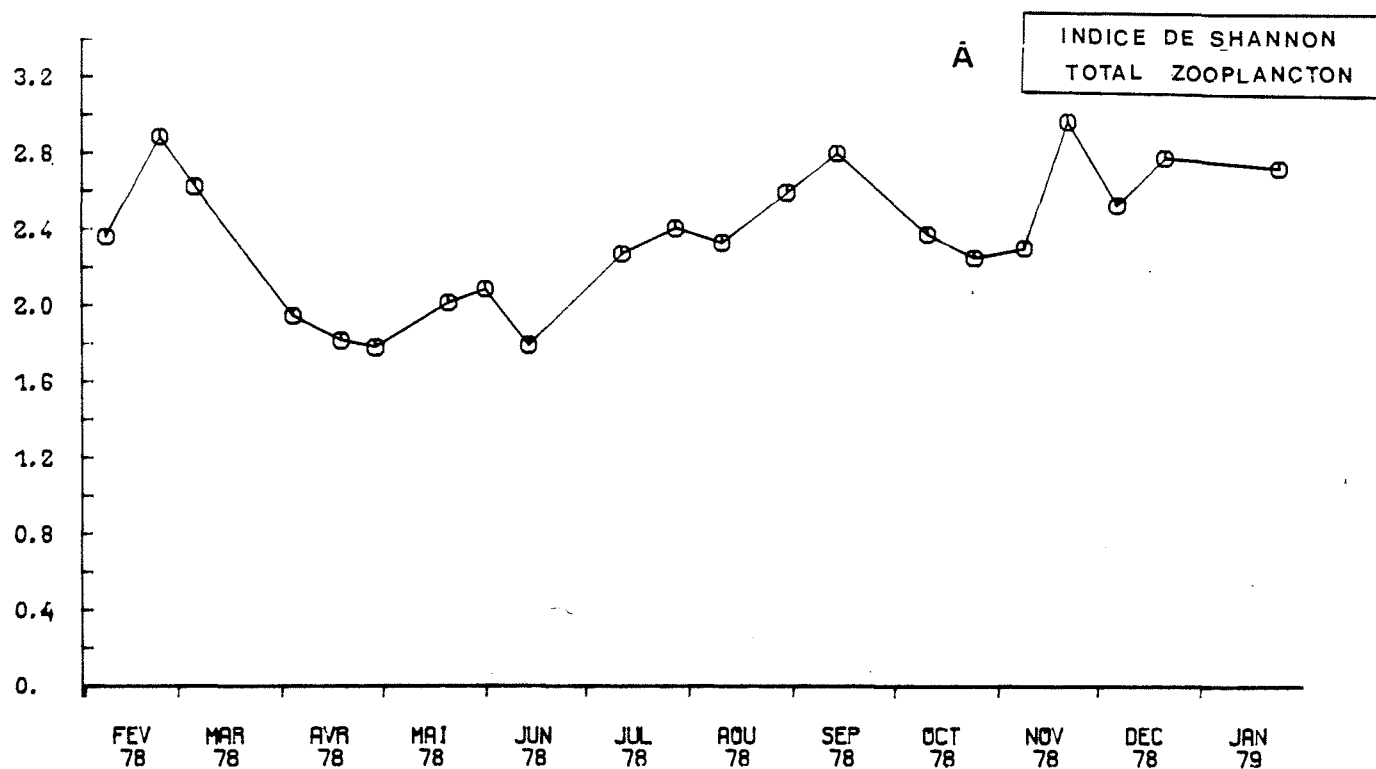




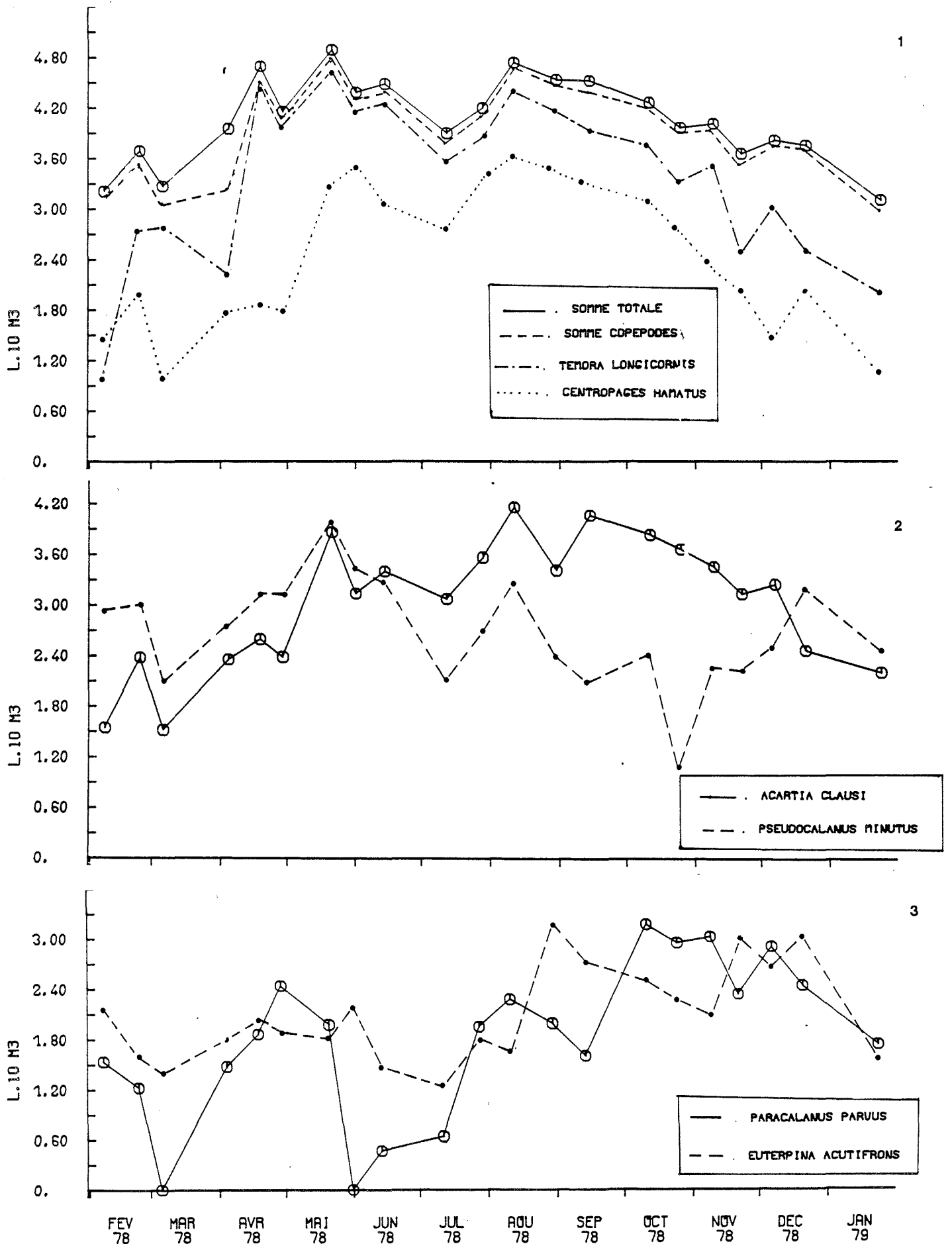
VARIATIONS SAISONNIÈRES DE L'INDICE DE DIVERSITÉ DE SHANNON :

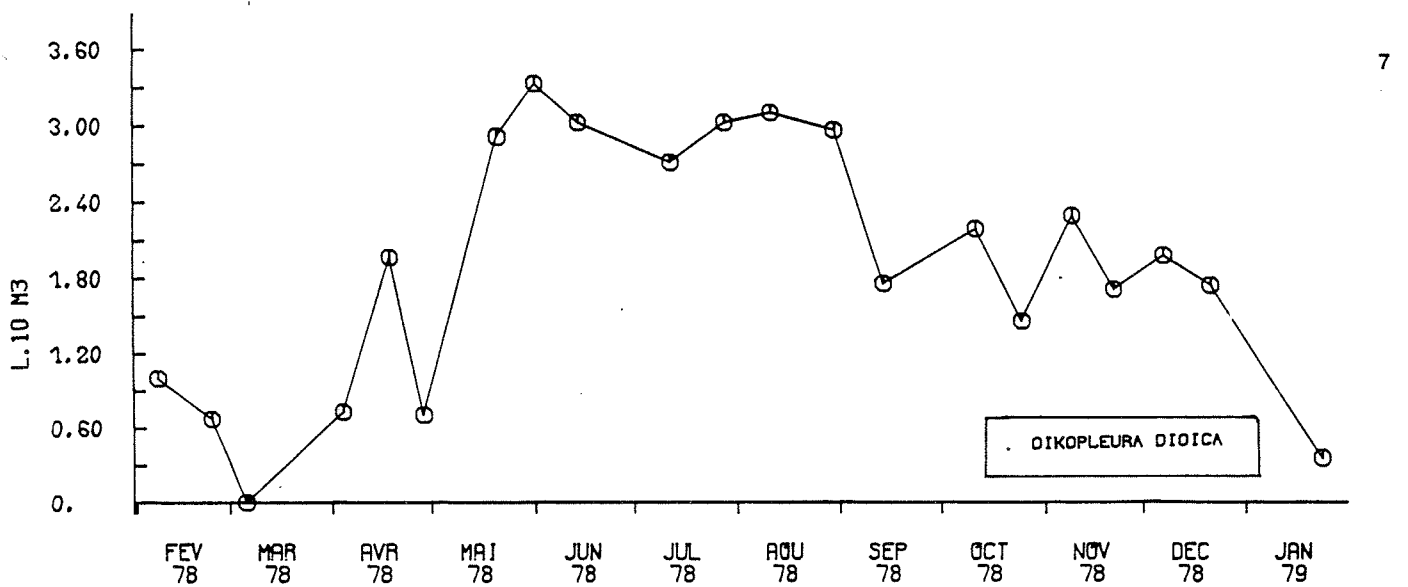
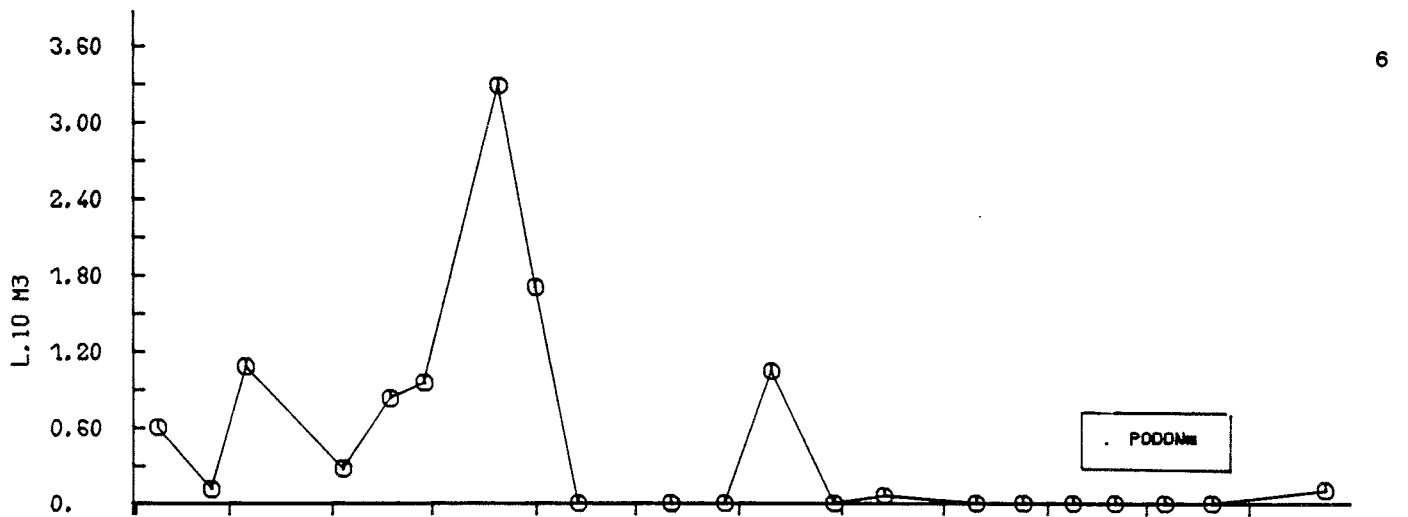
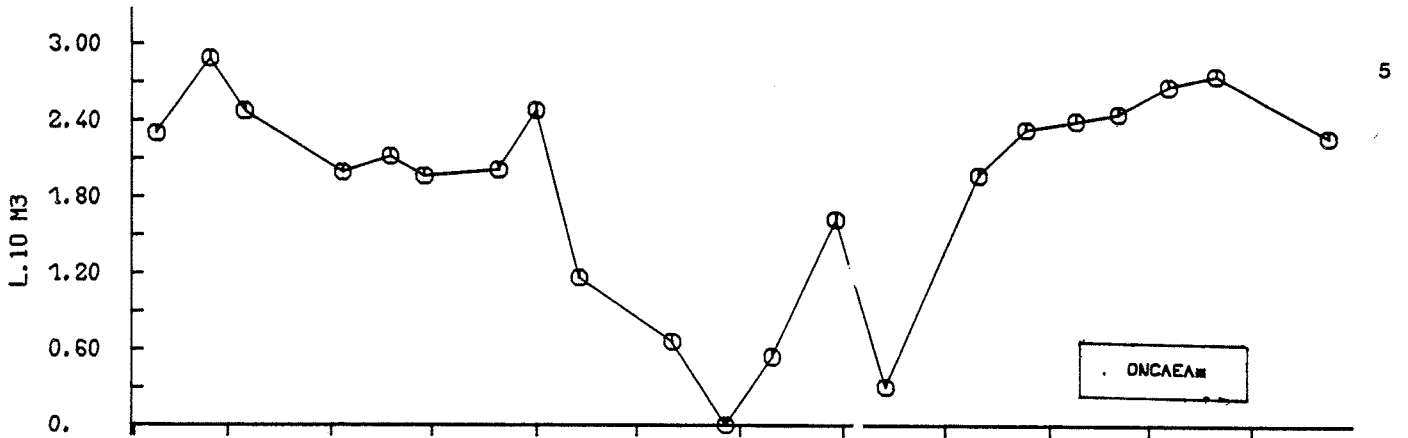
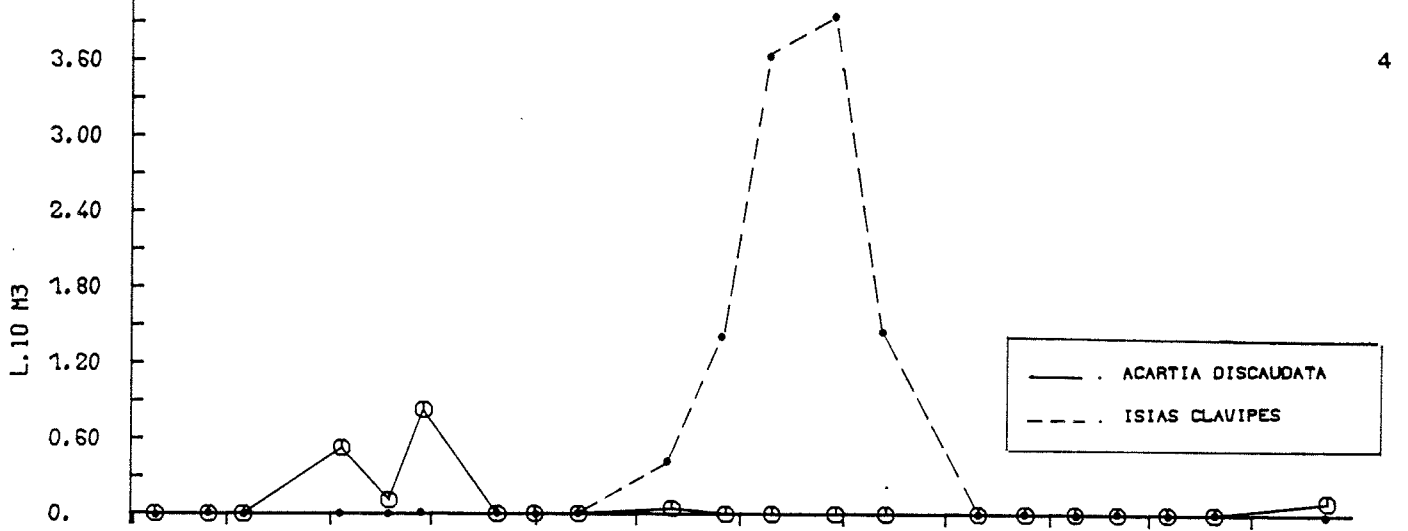
A : ZOOPLANCTON TOTAL

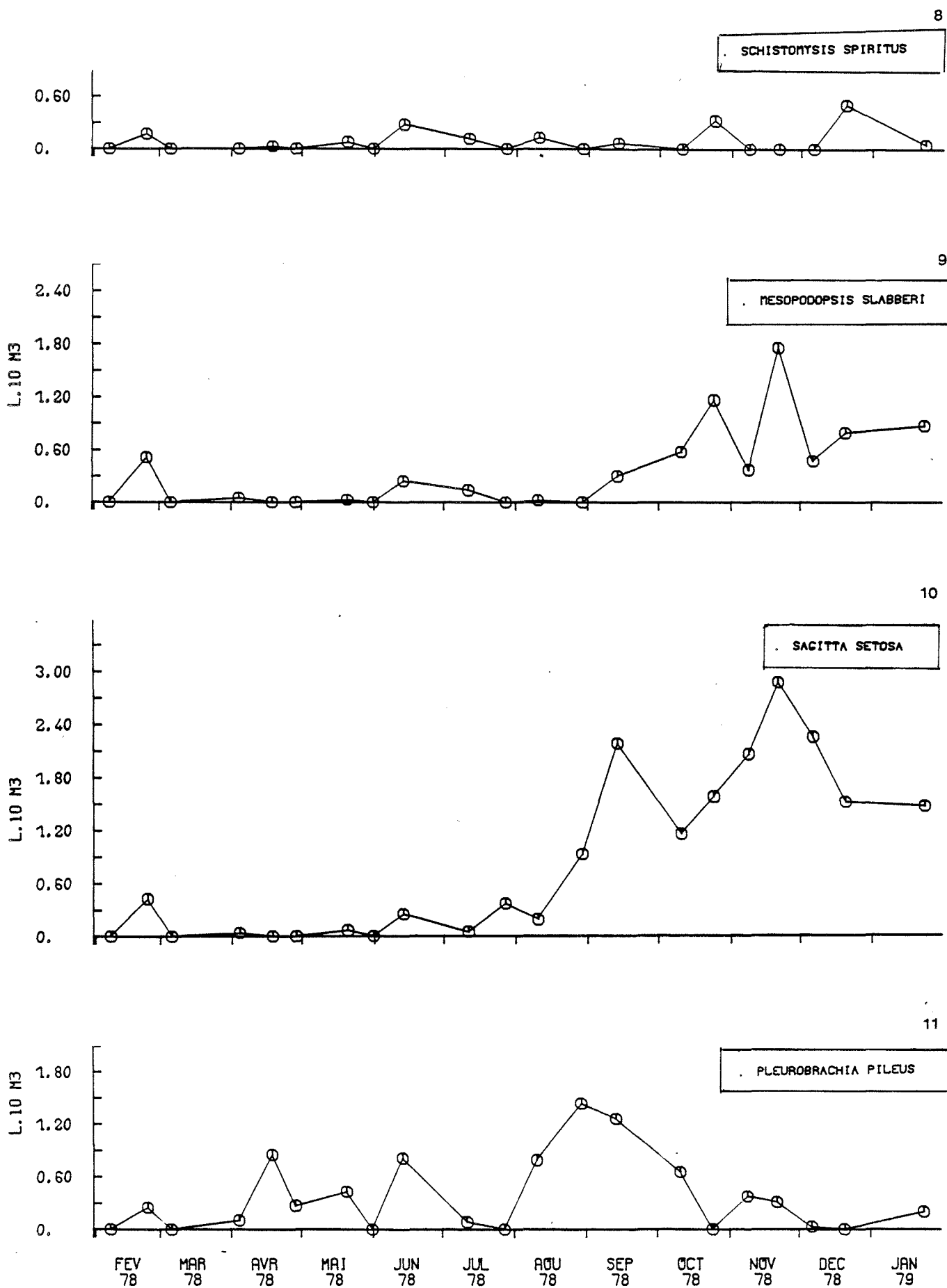
B : TOTAL COPEPODES

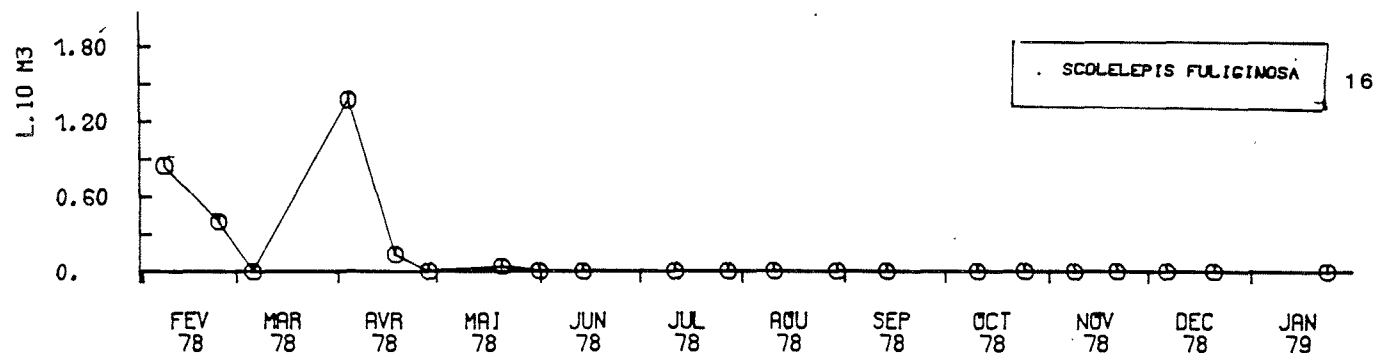
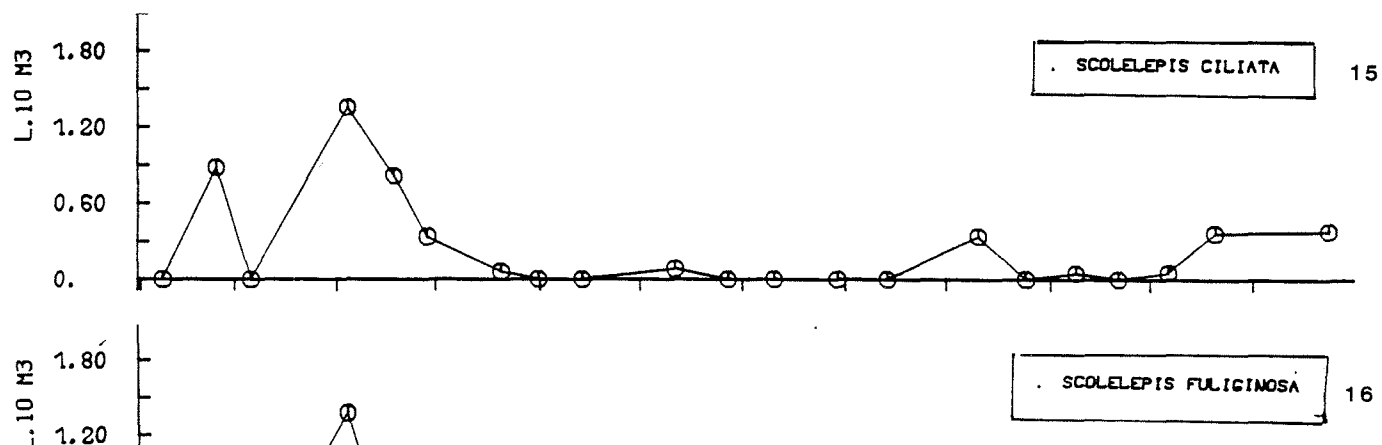
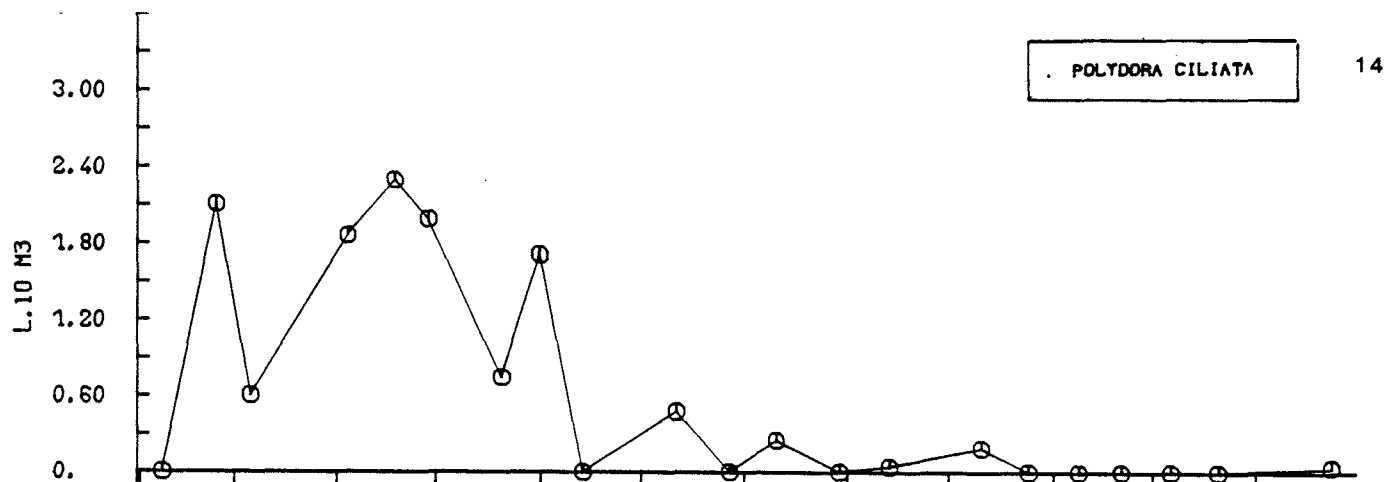
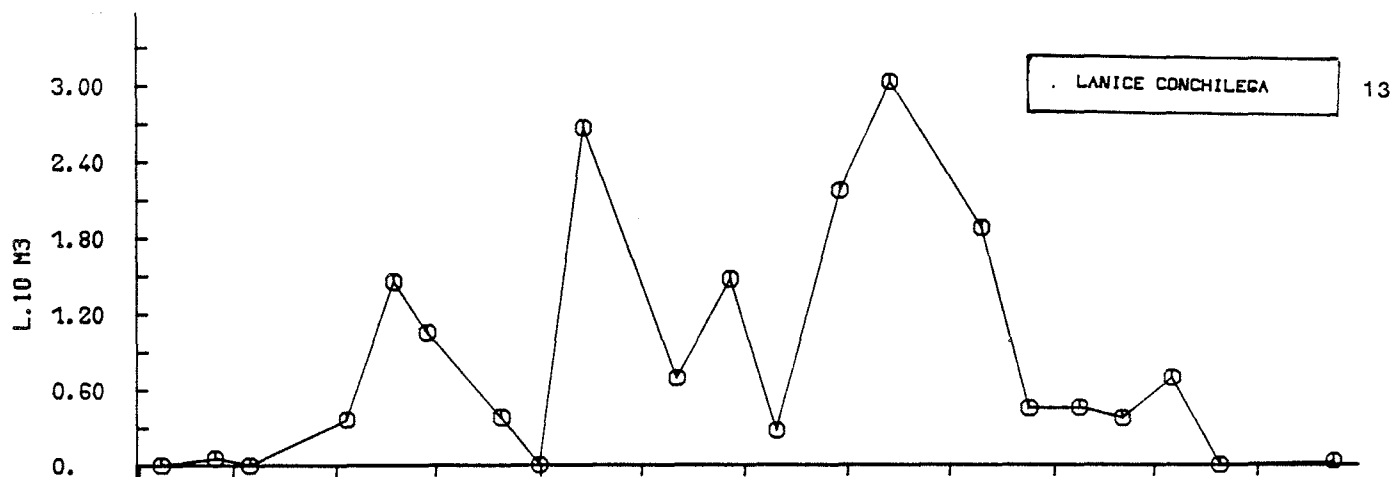
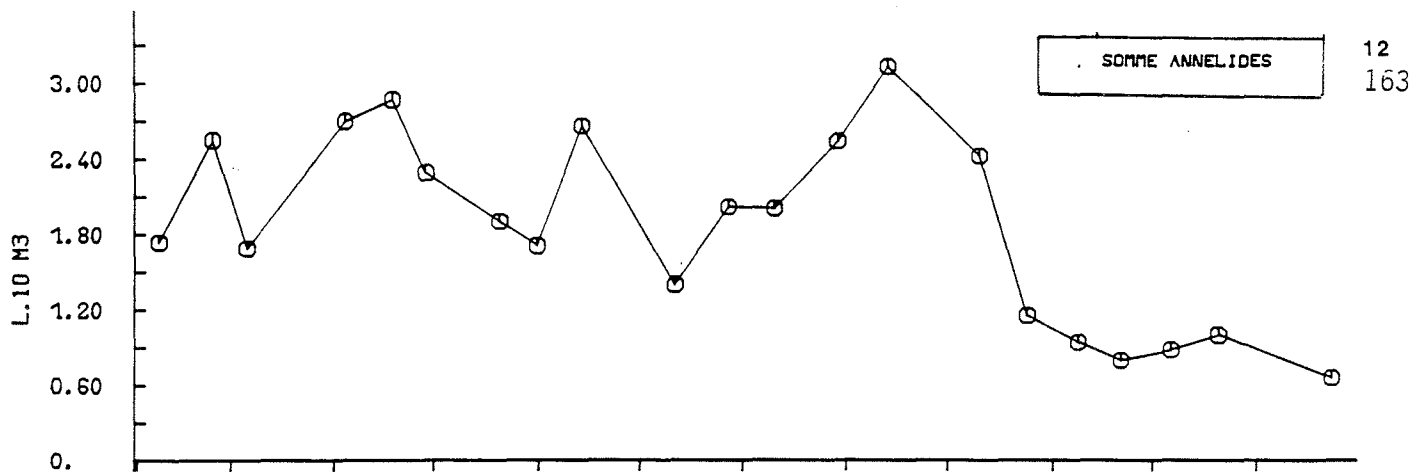


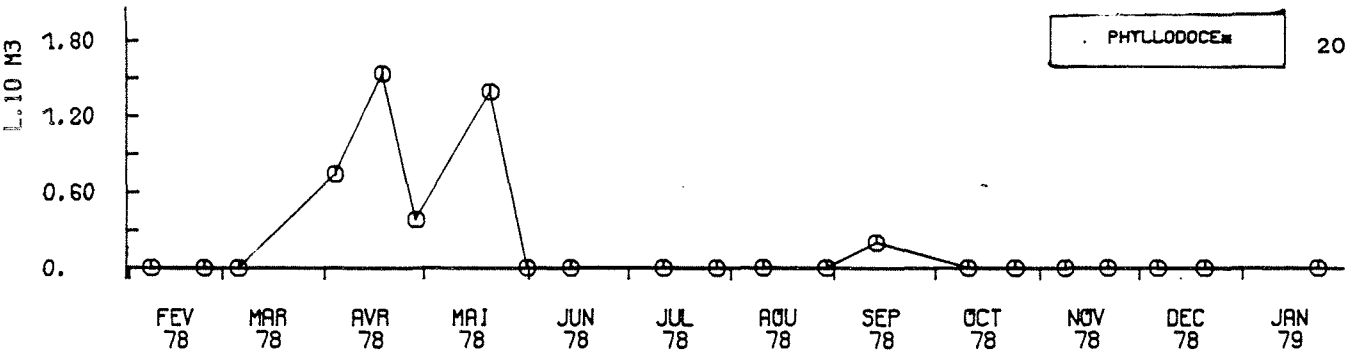
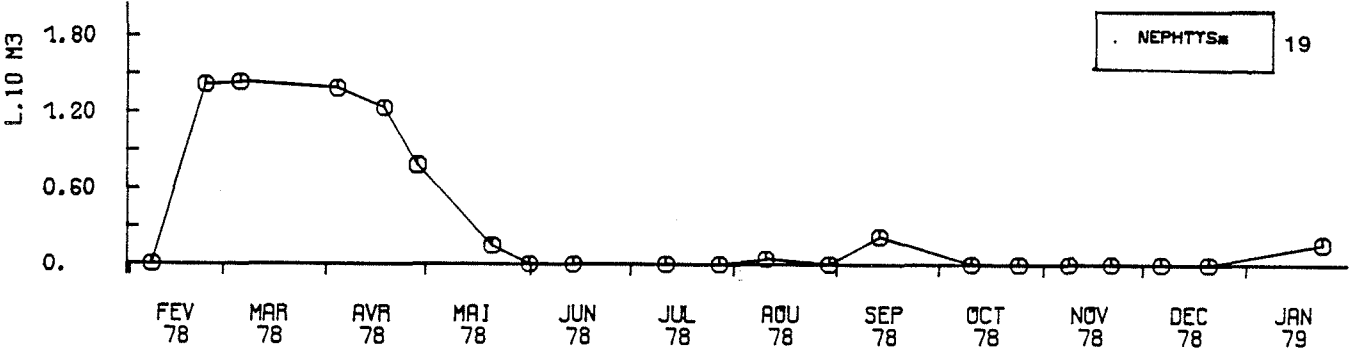
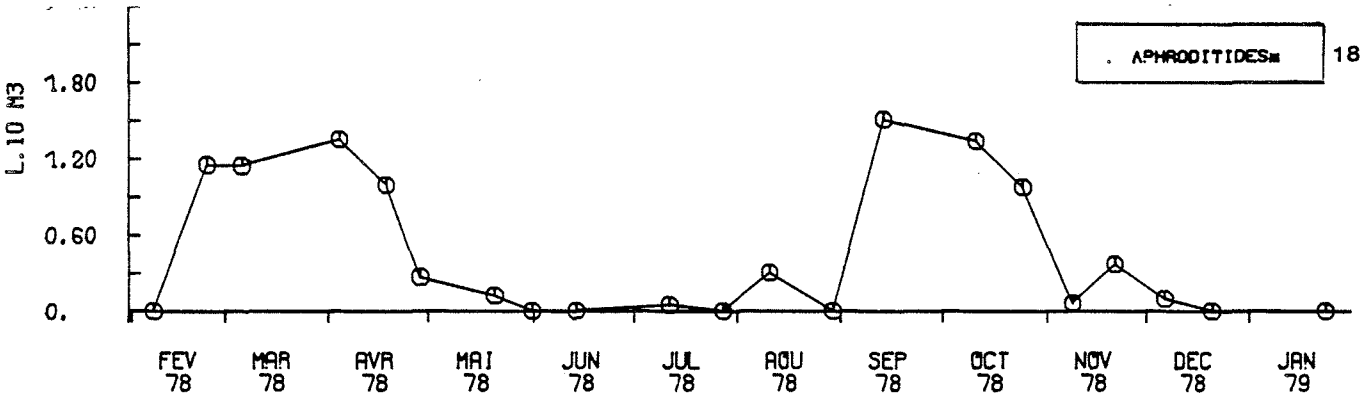
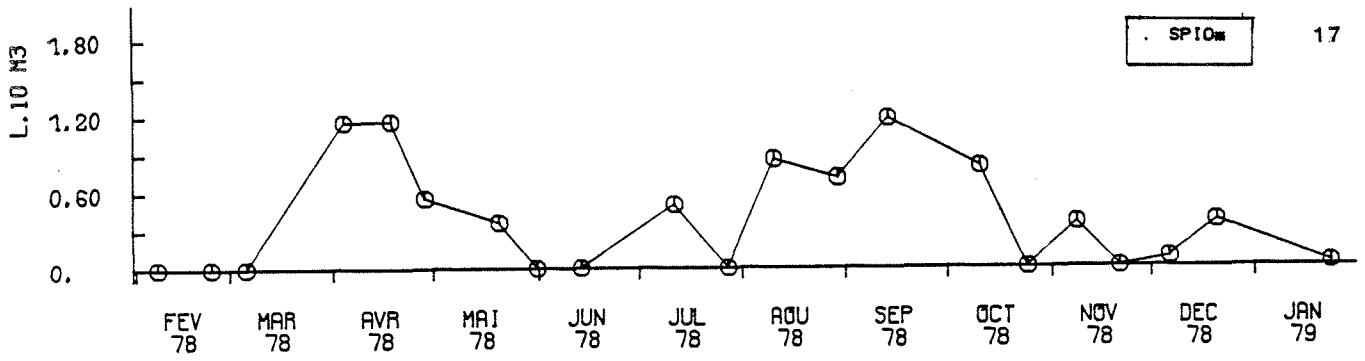
VARIATIONS SAISONNIÈRES QUANTITATIVES DES DIFFÉRENTES ESPÈCES.

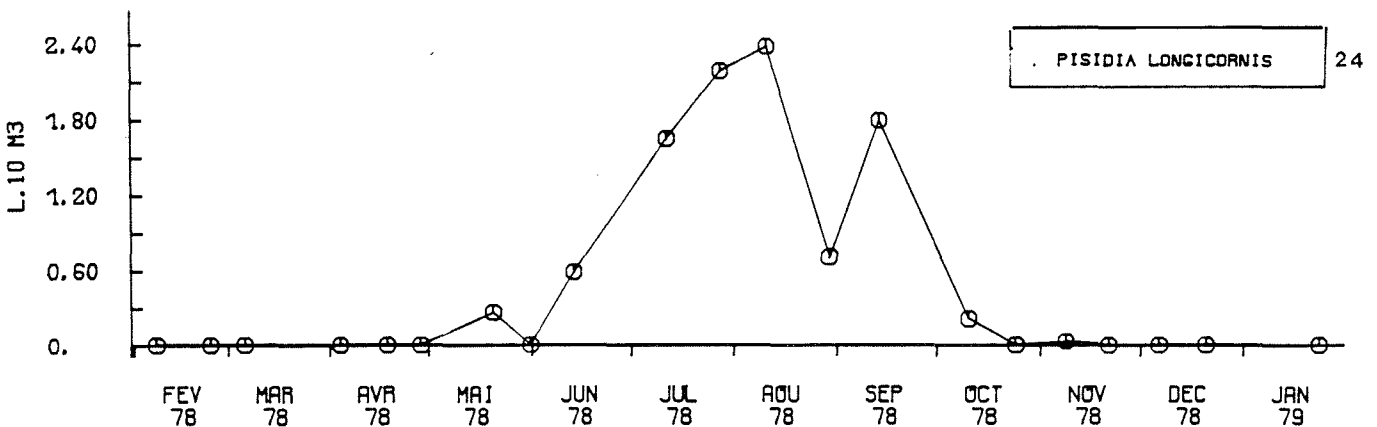
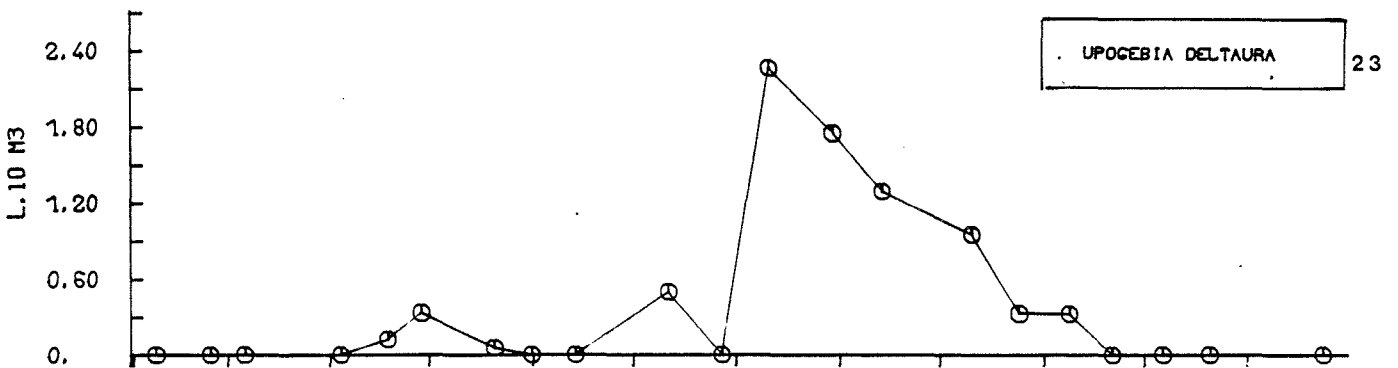
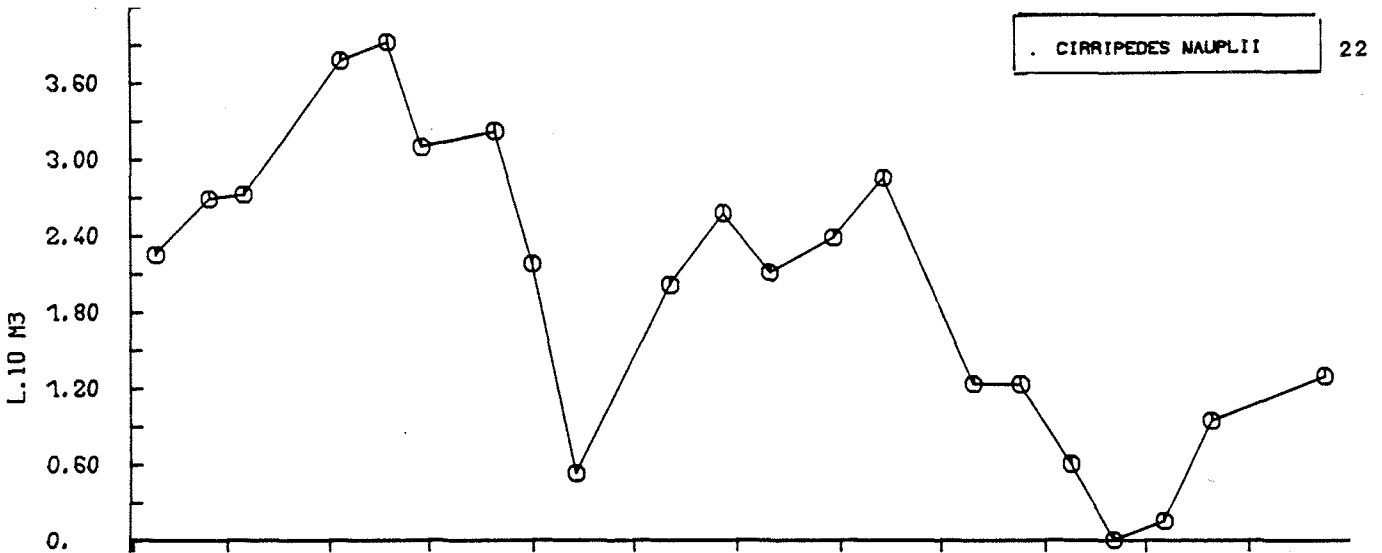
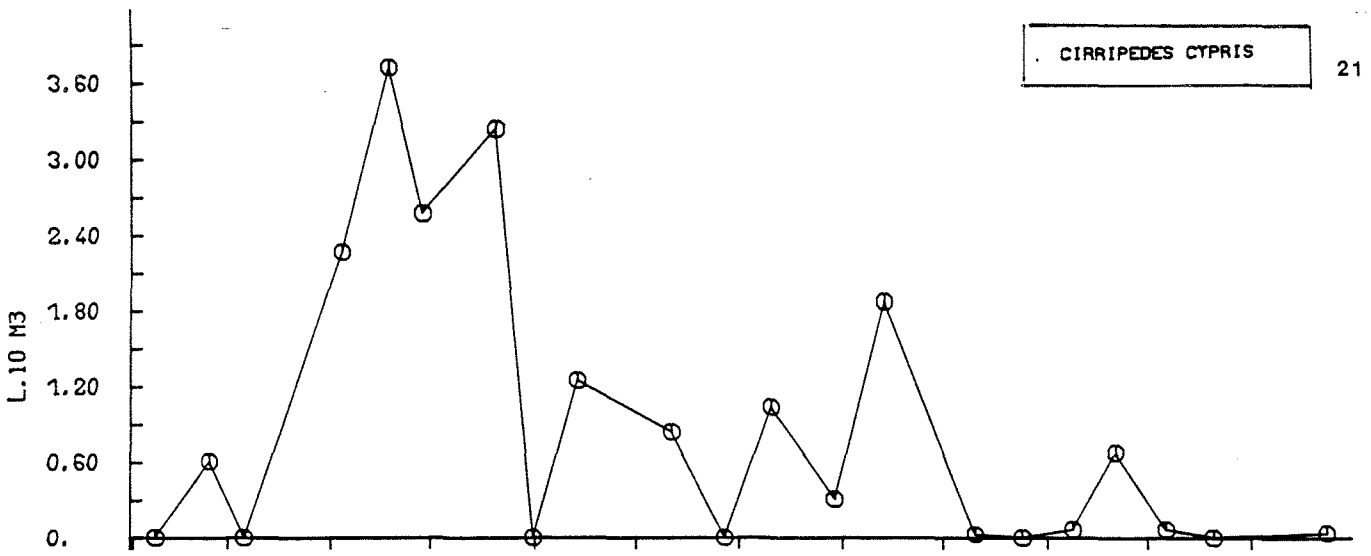


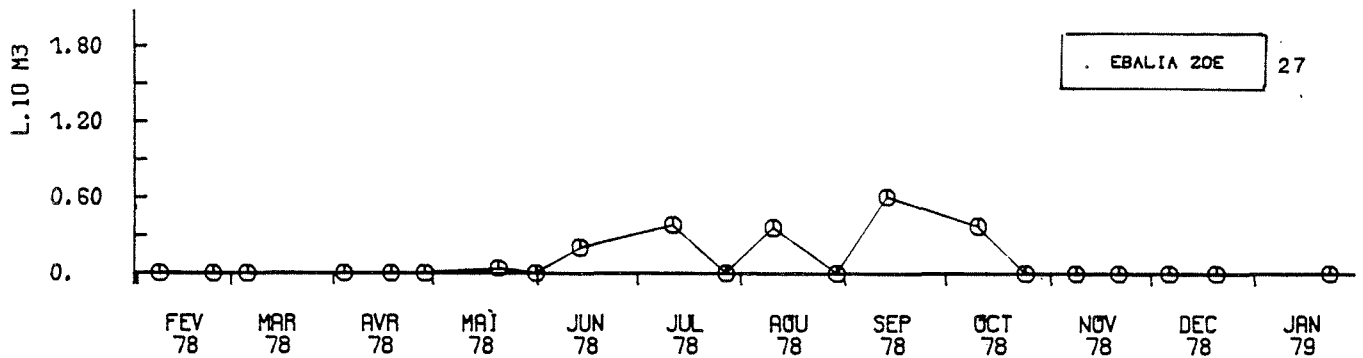
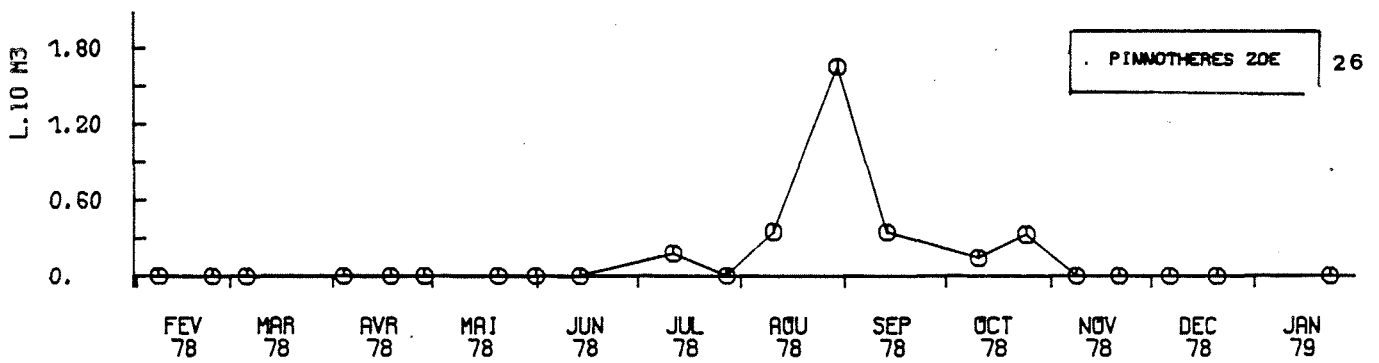
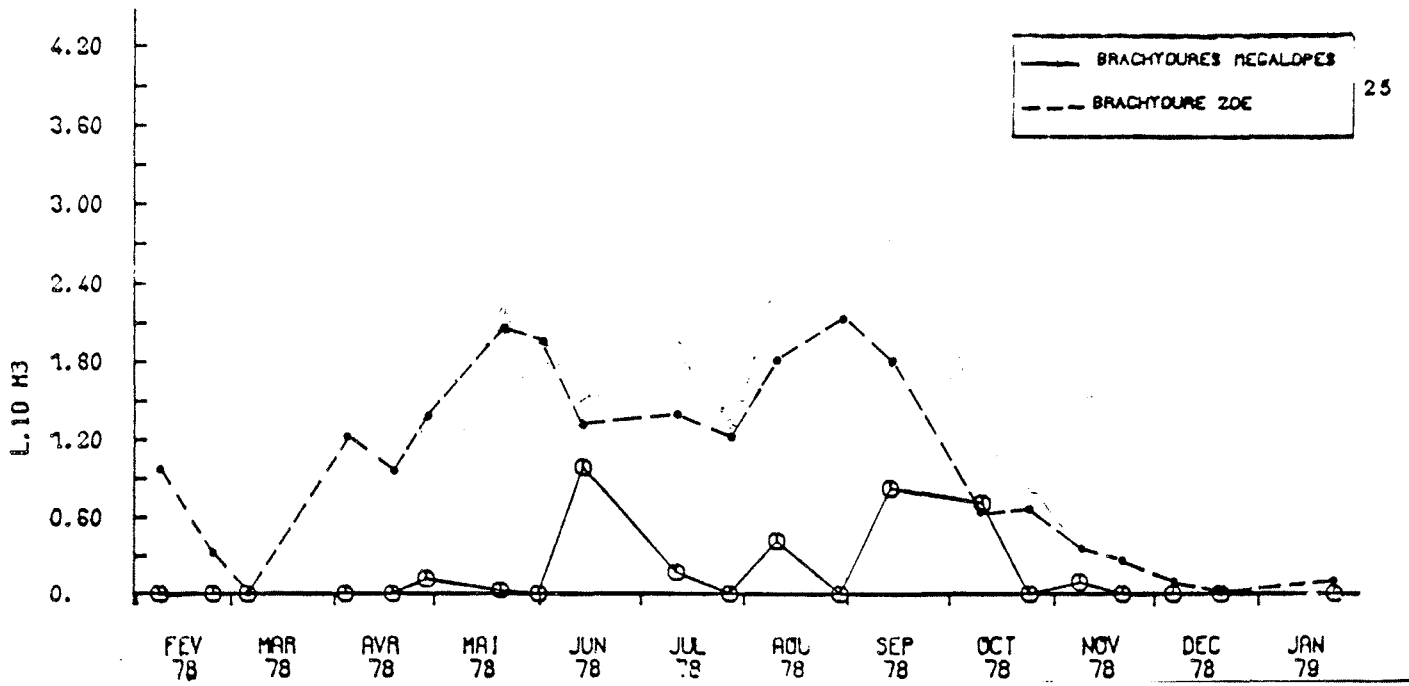




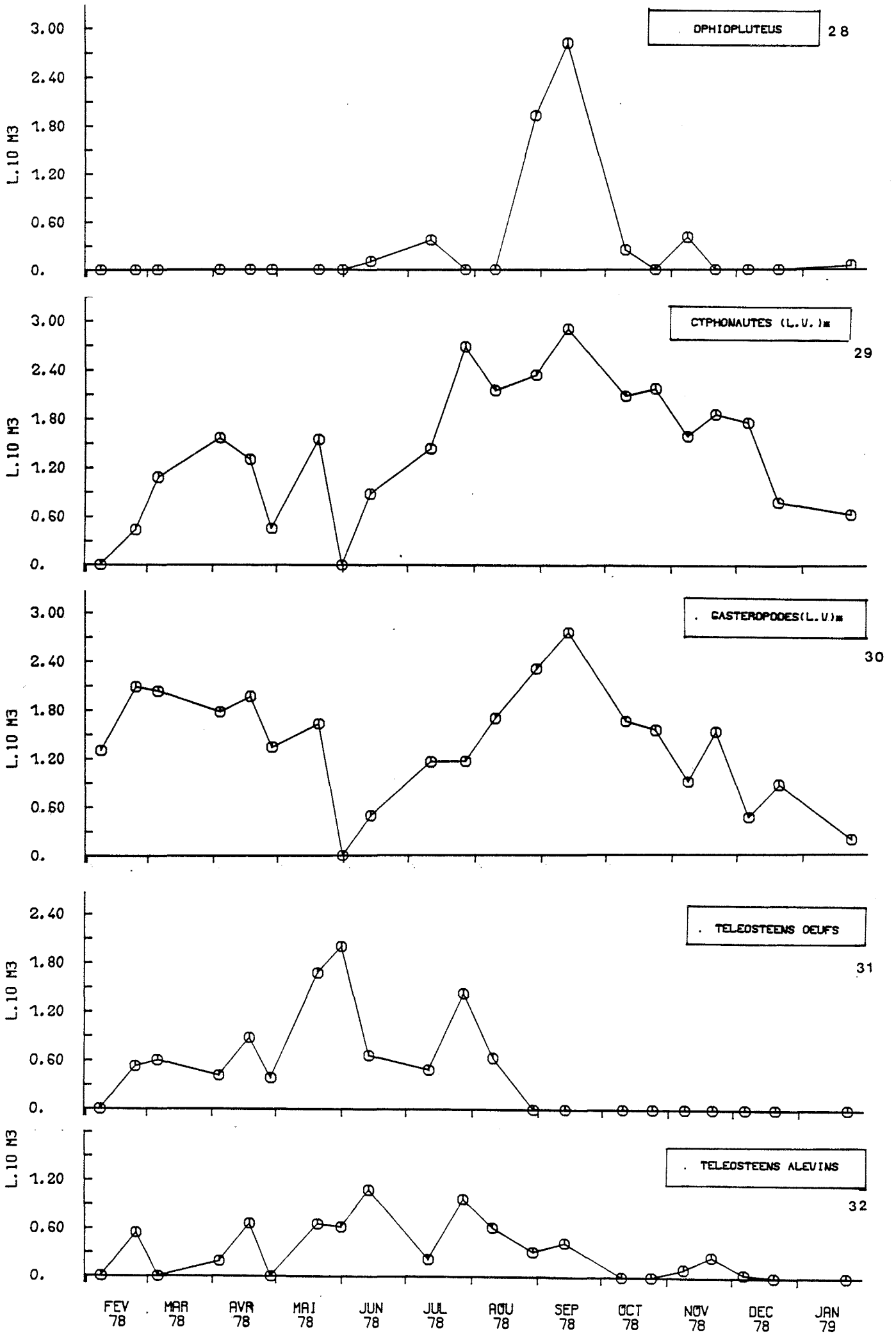


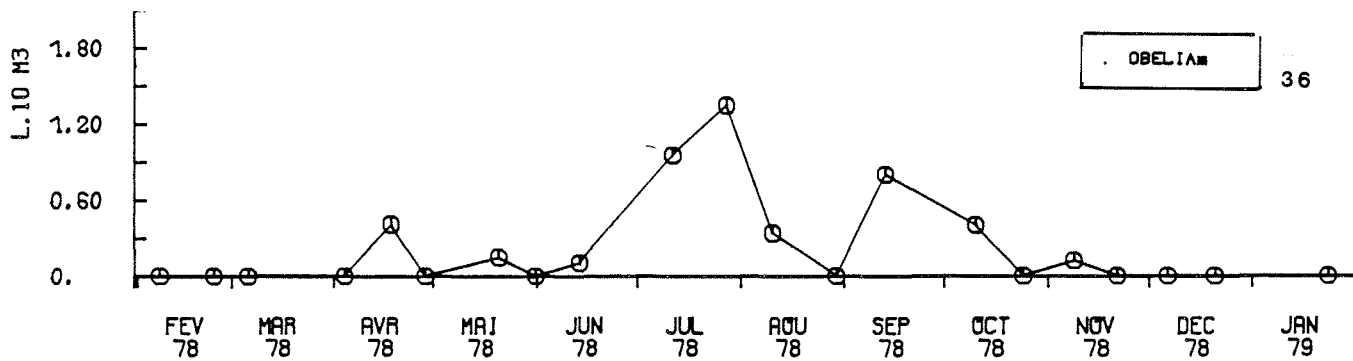
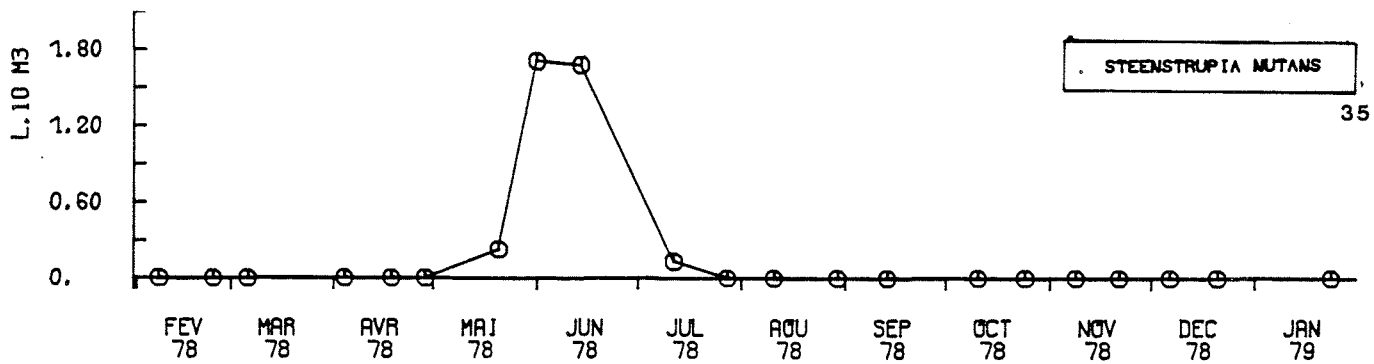
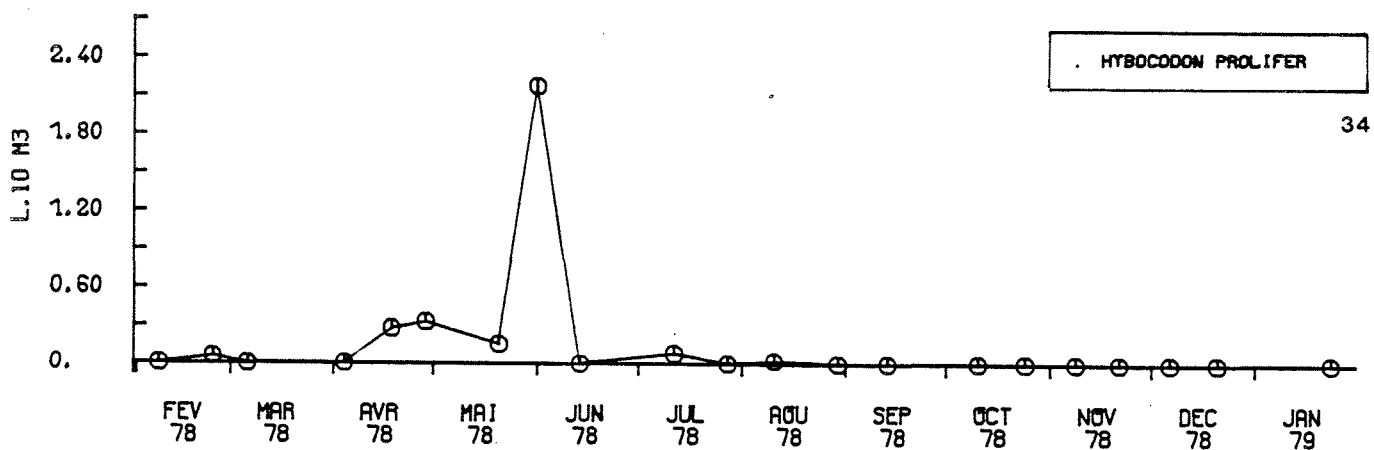
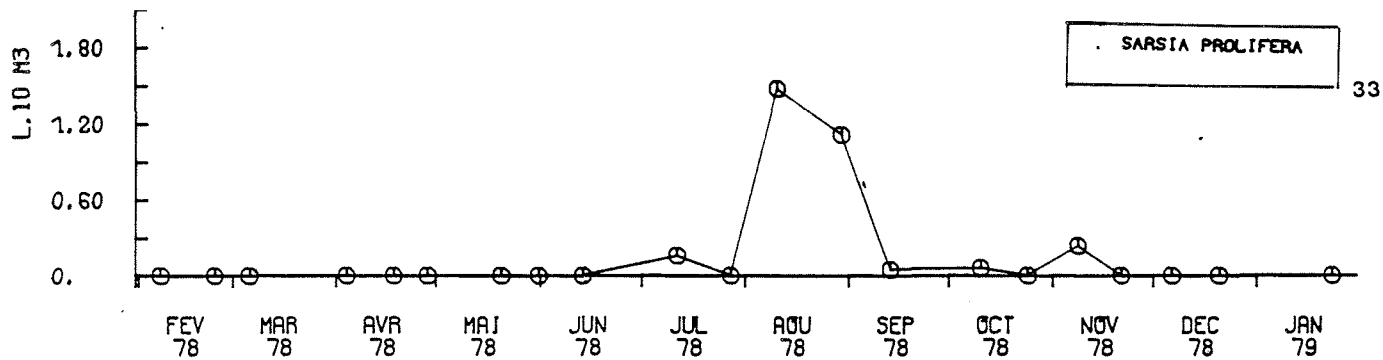




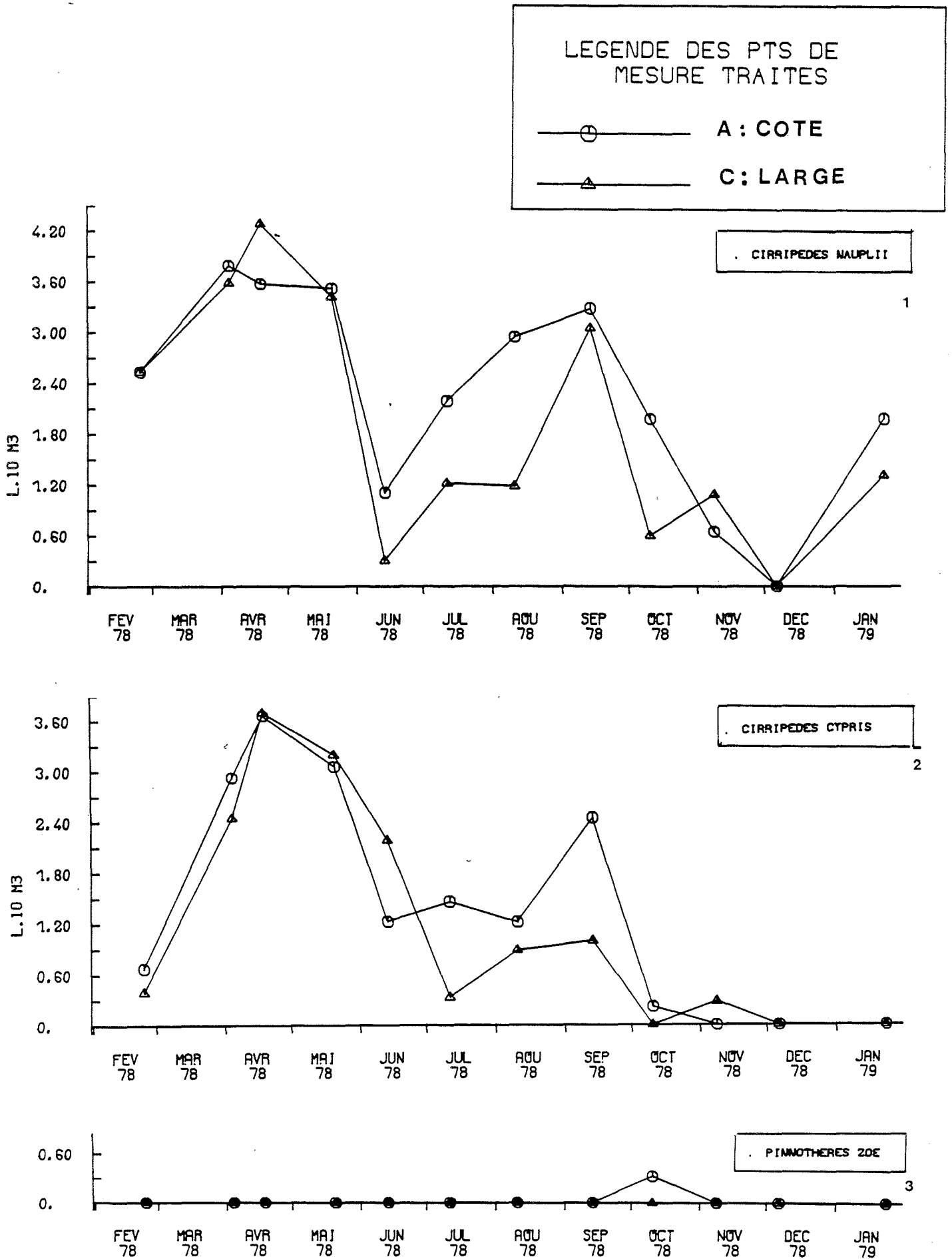


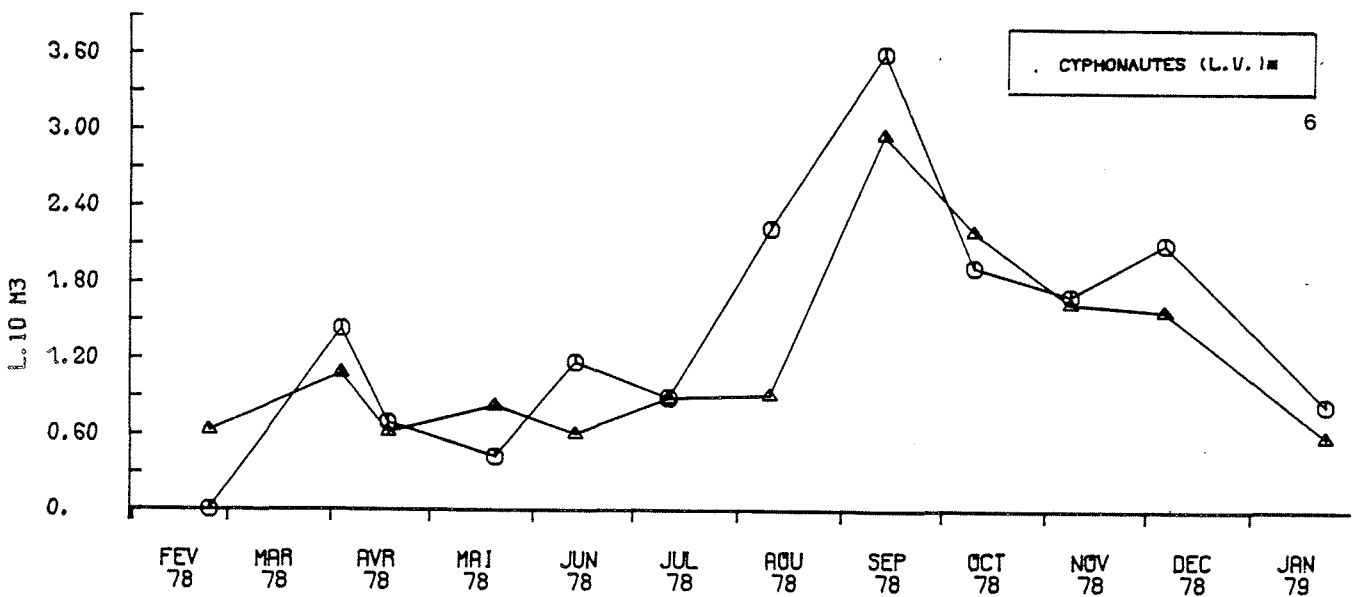
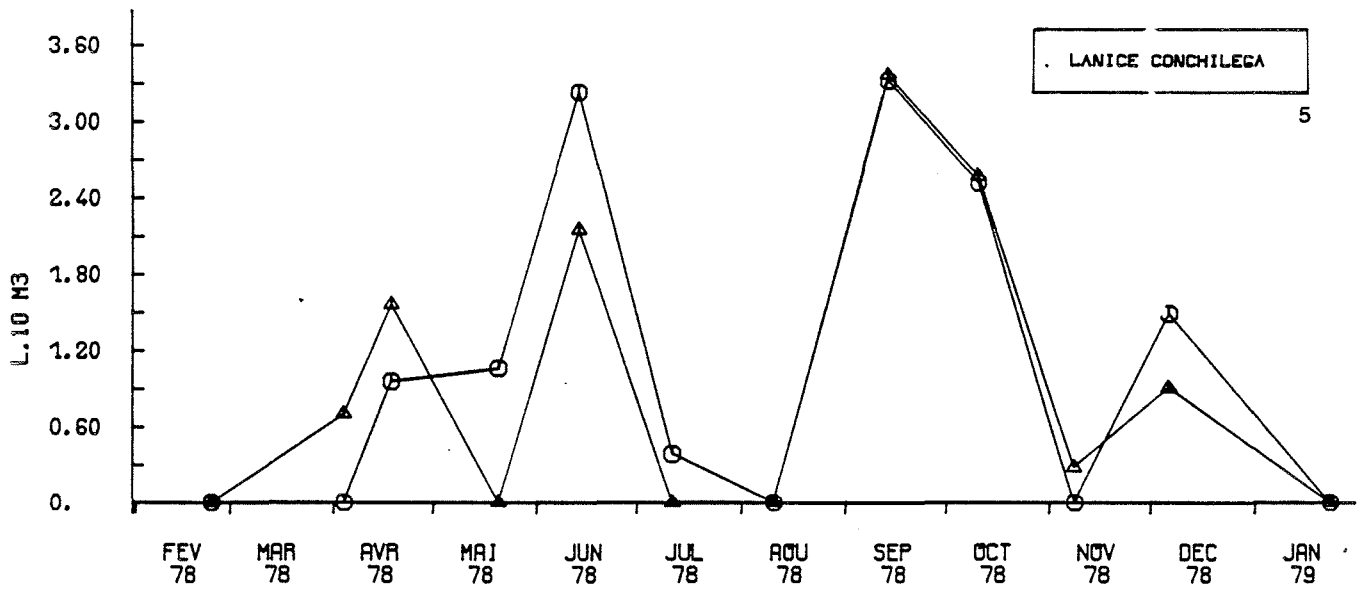
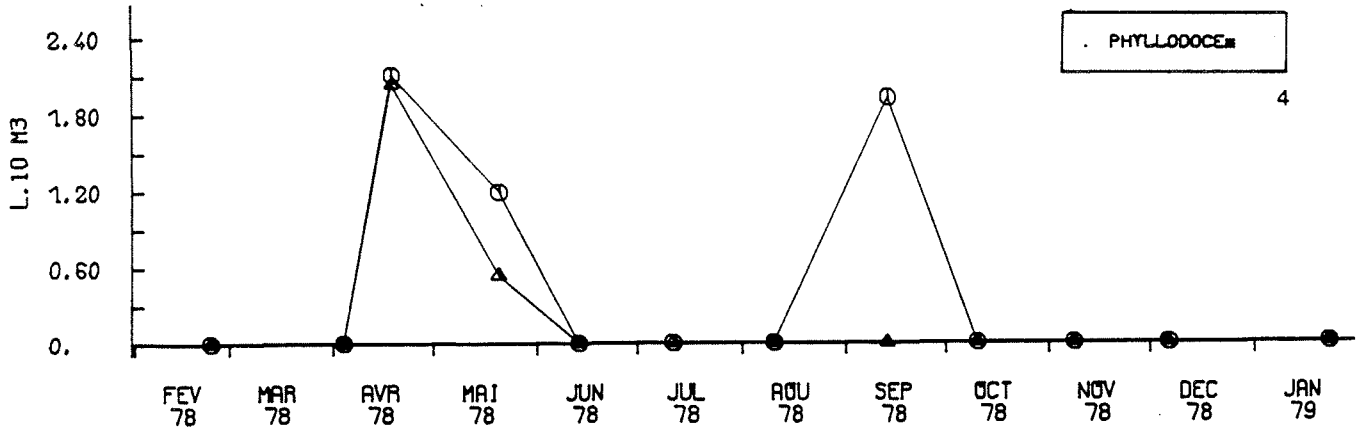


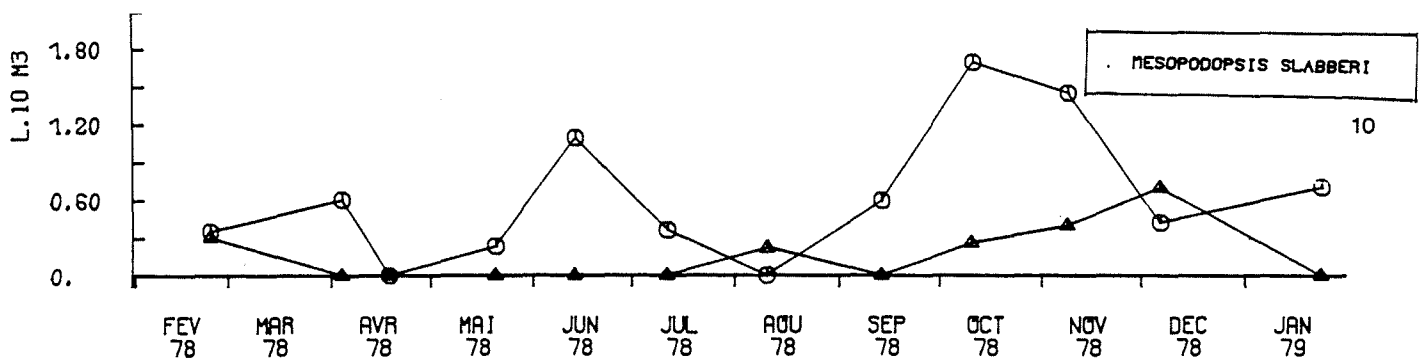
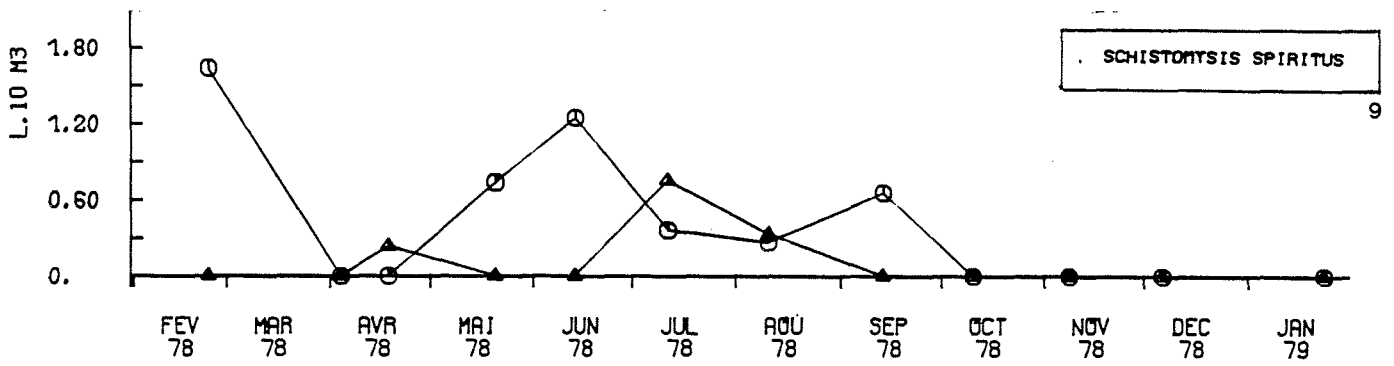
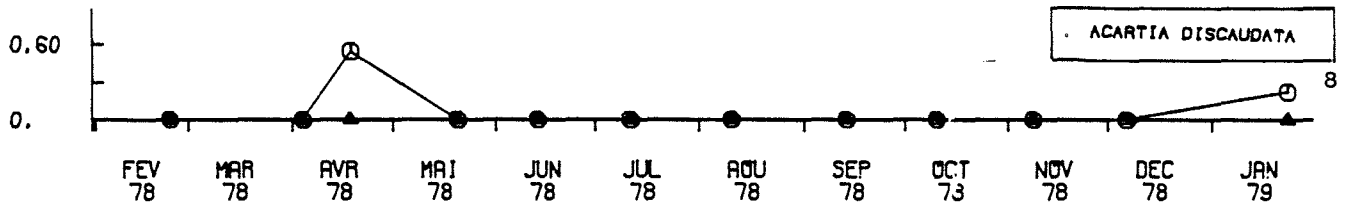
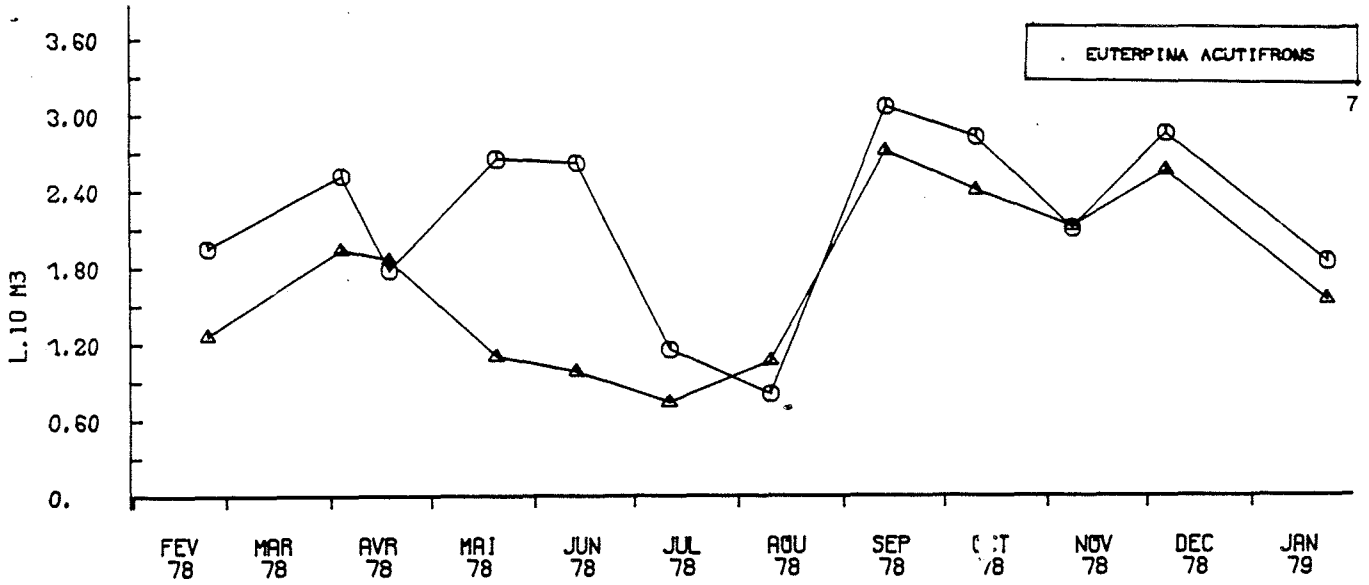


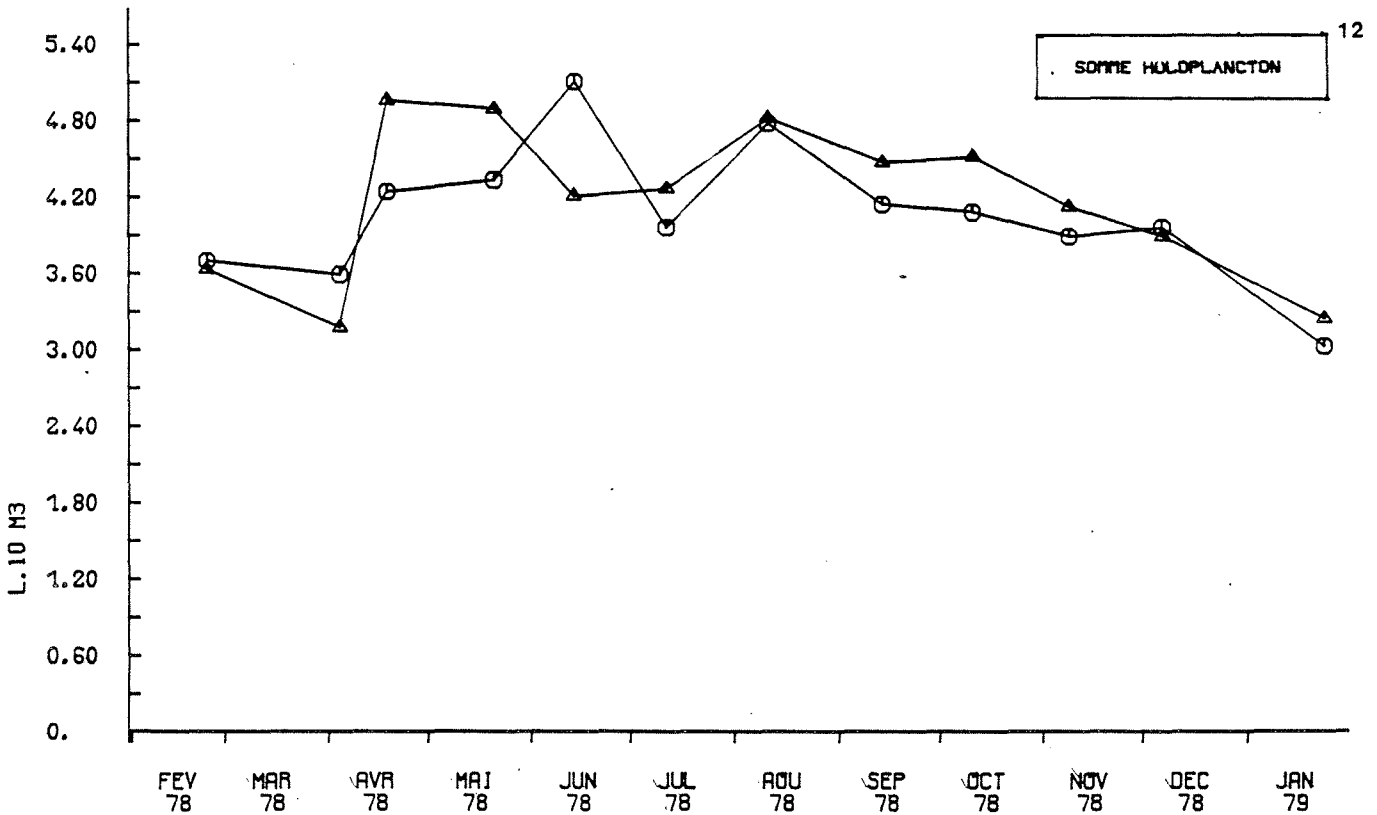
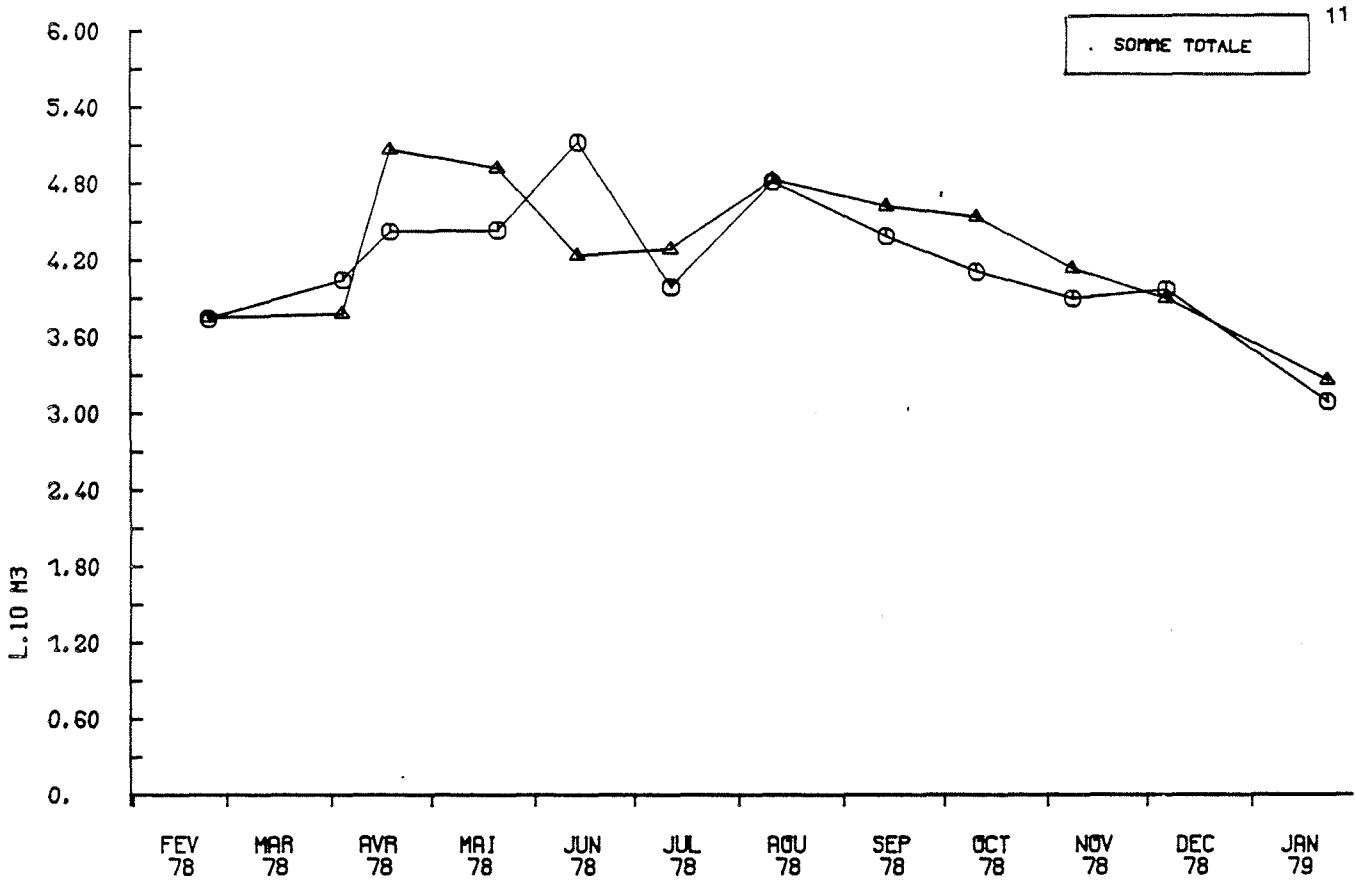


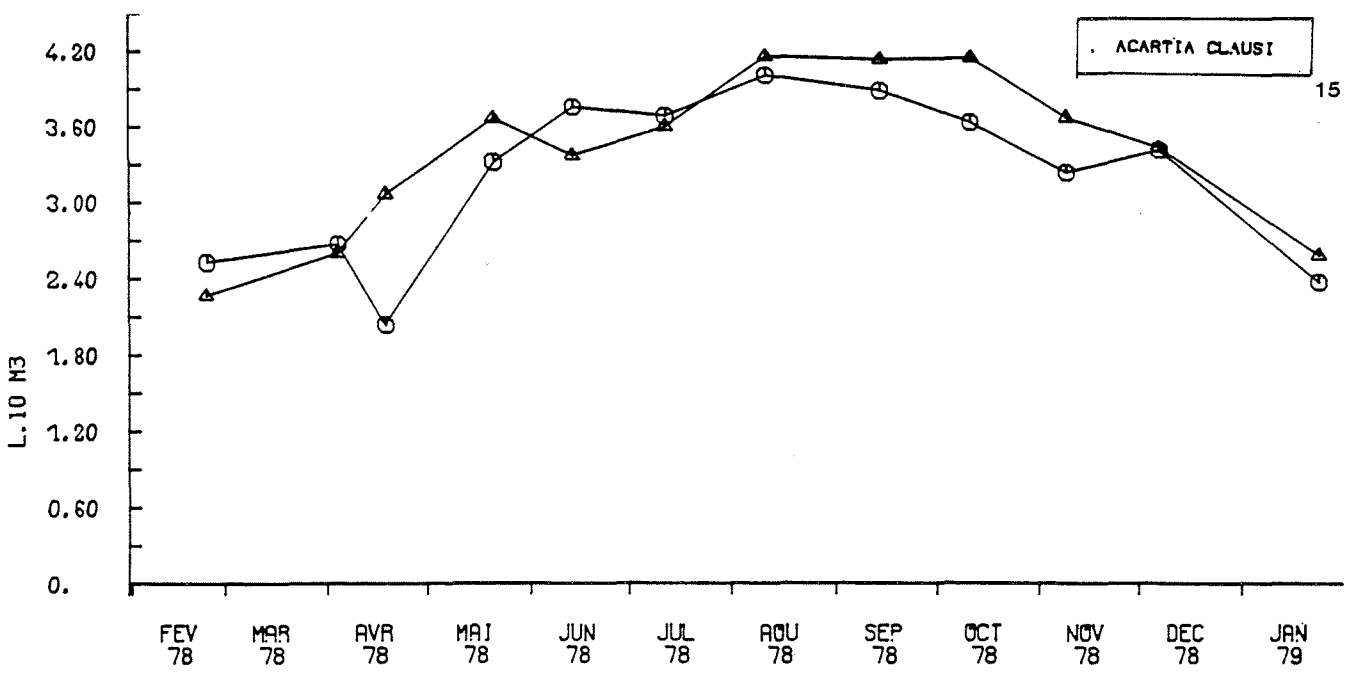
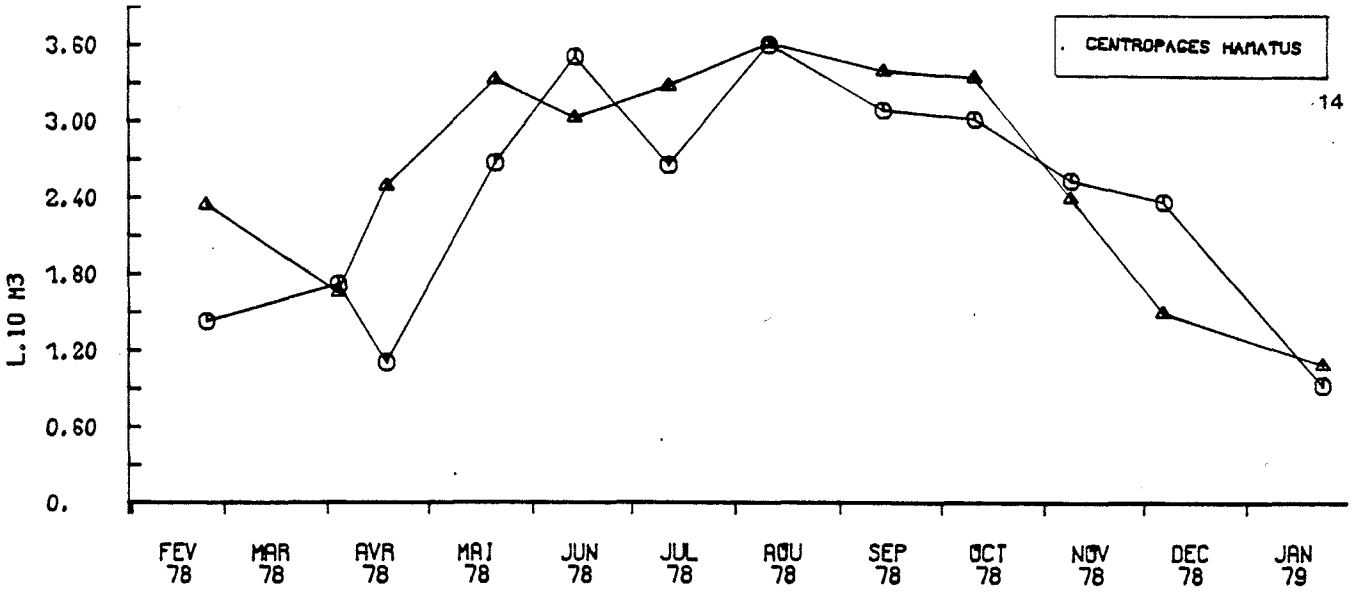
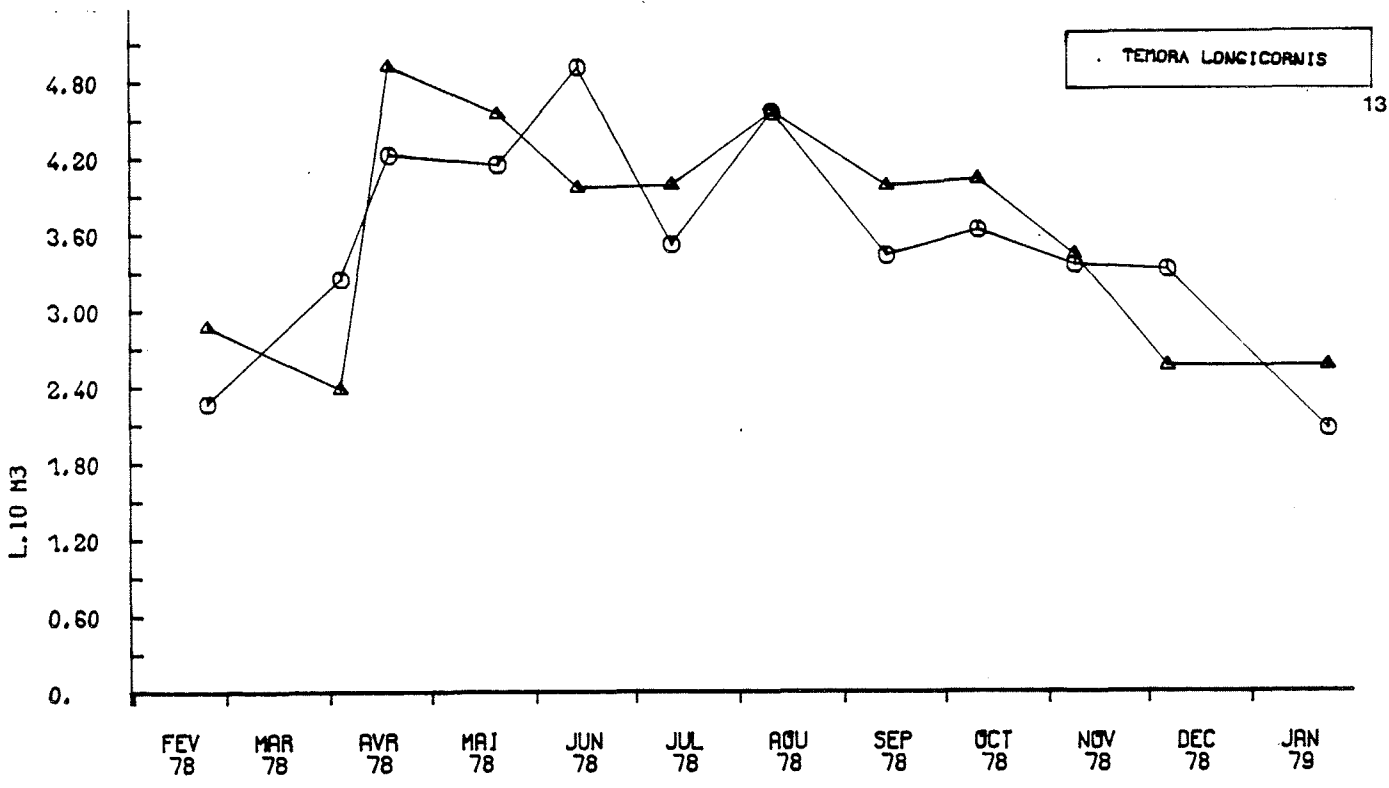
VARIATIONS SAISONNIÈRES D'ABONDANCE DU ZOOPLANCTON AUX POINTS CÔTIER ET LARGE.

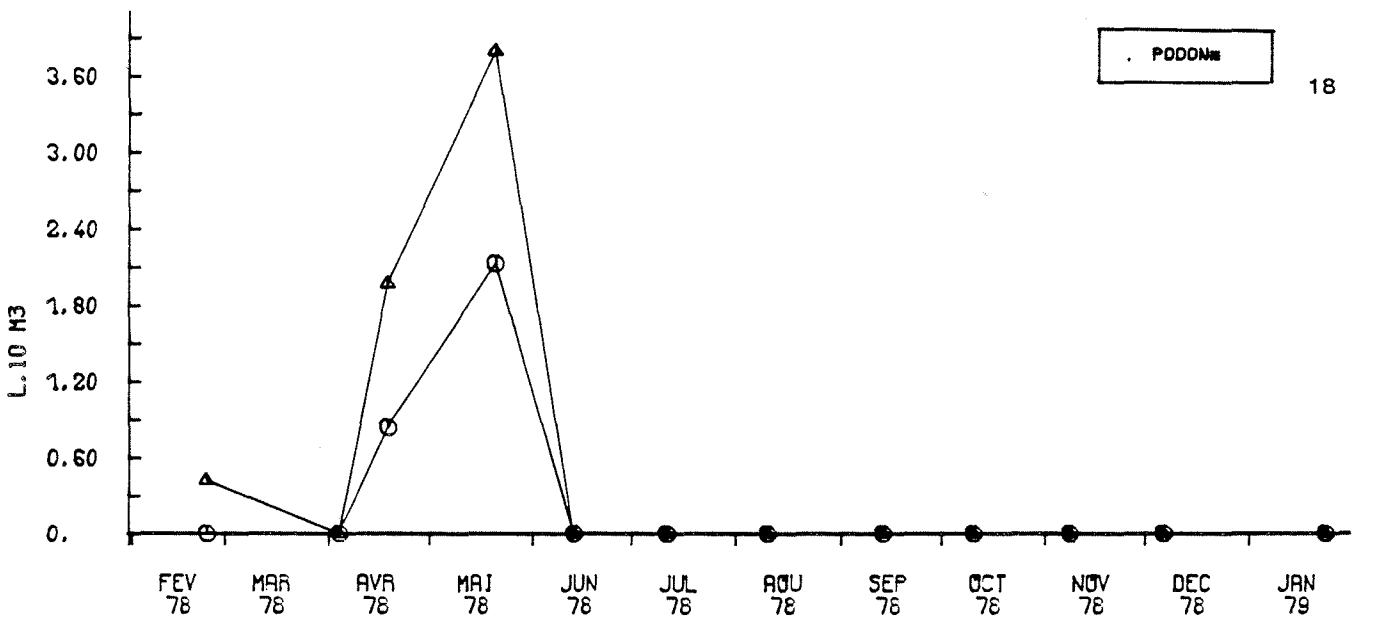
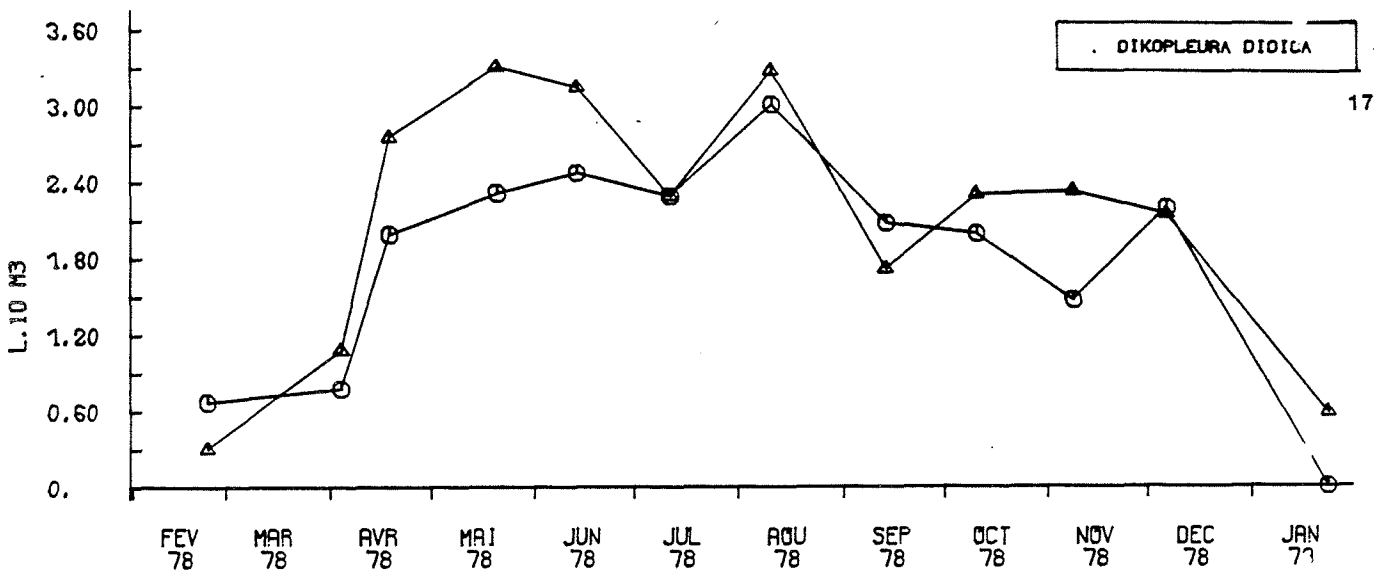
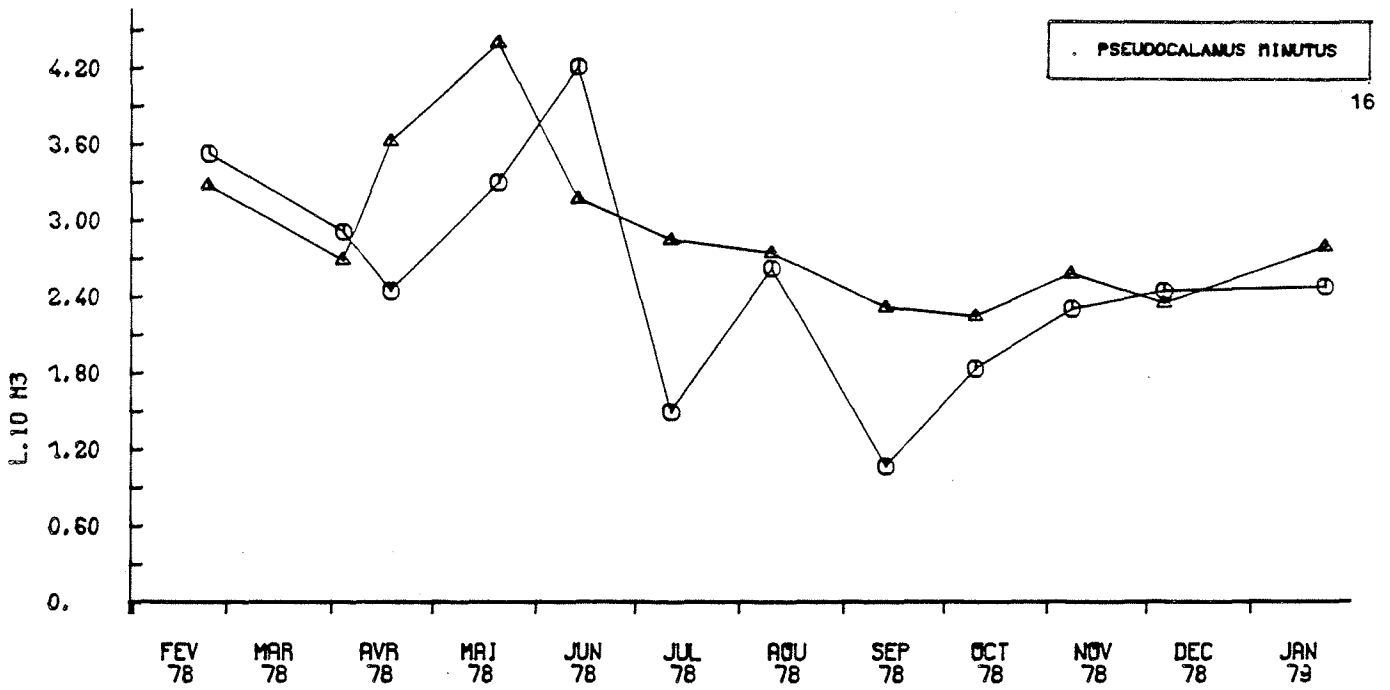




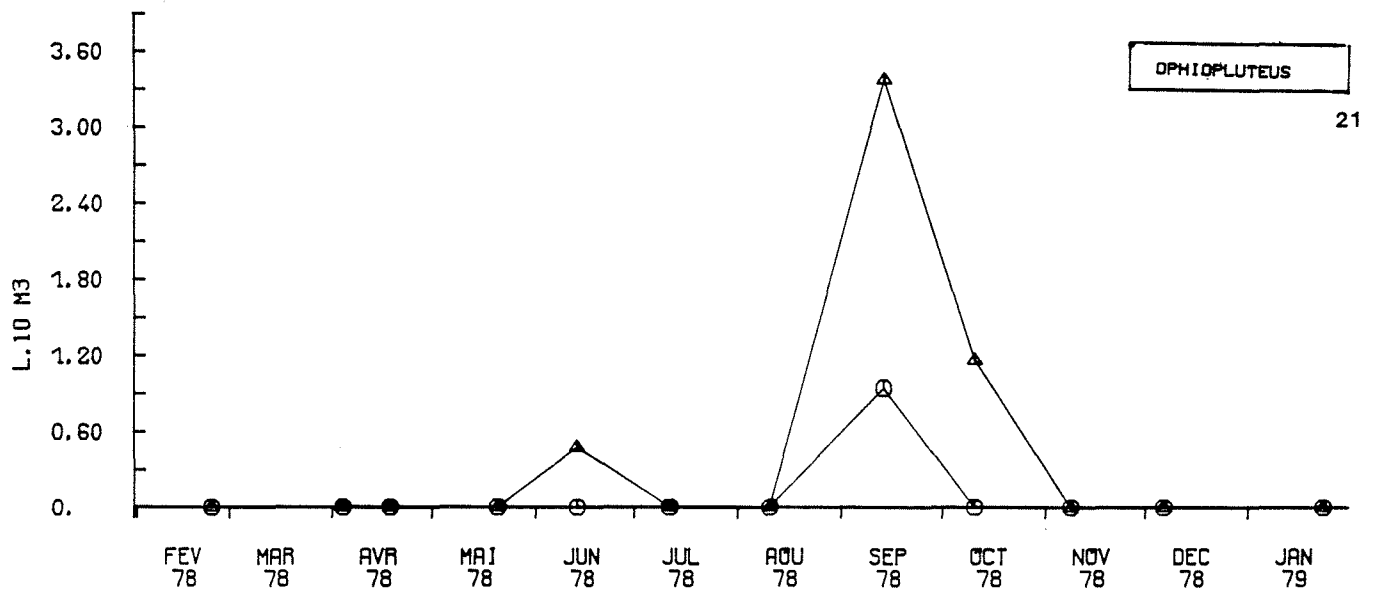
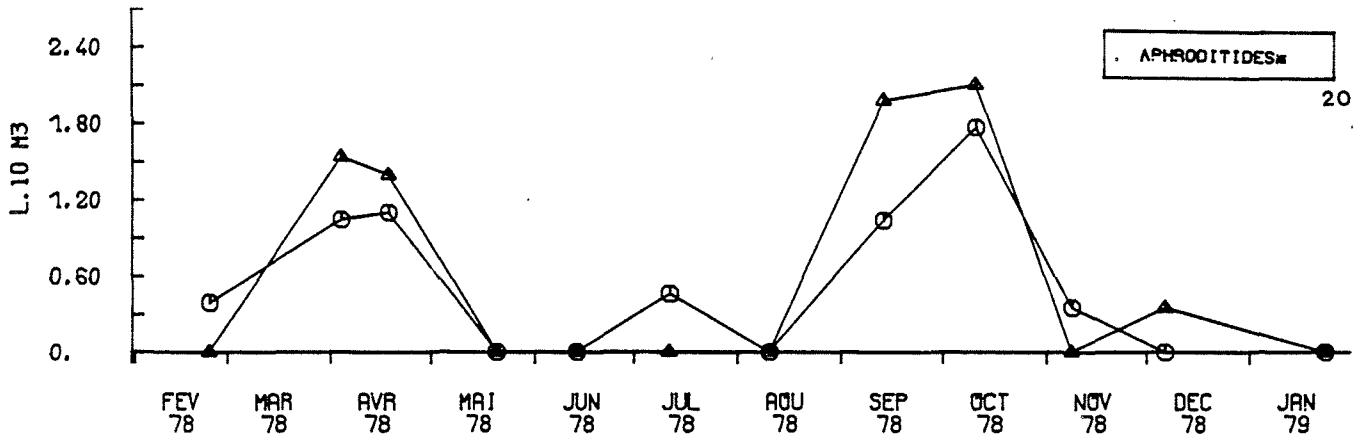
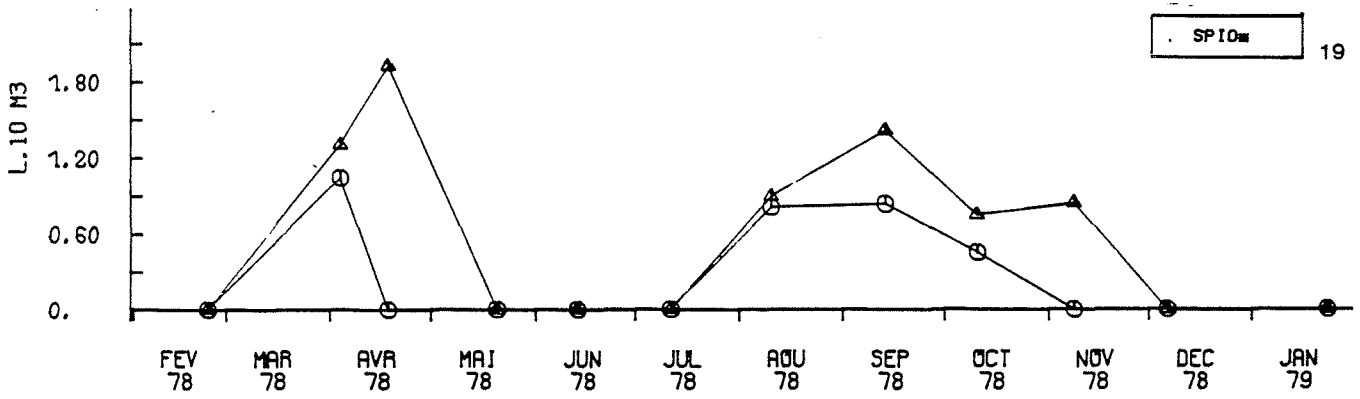


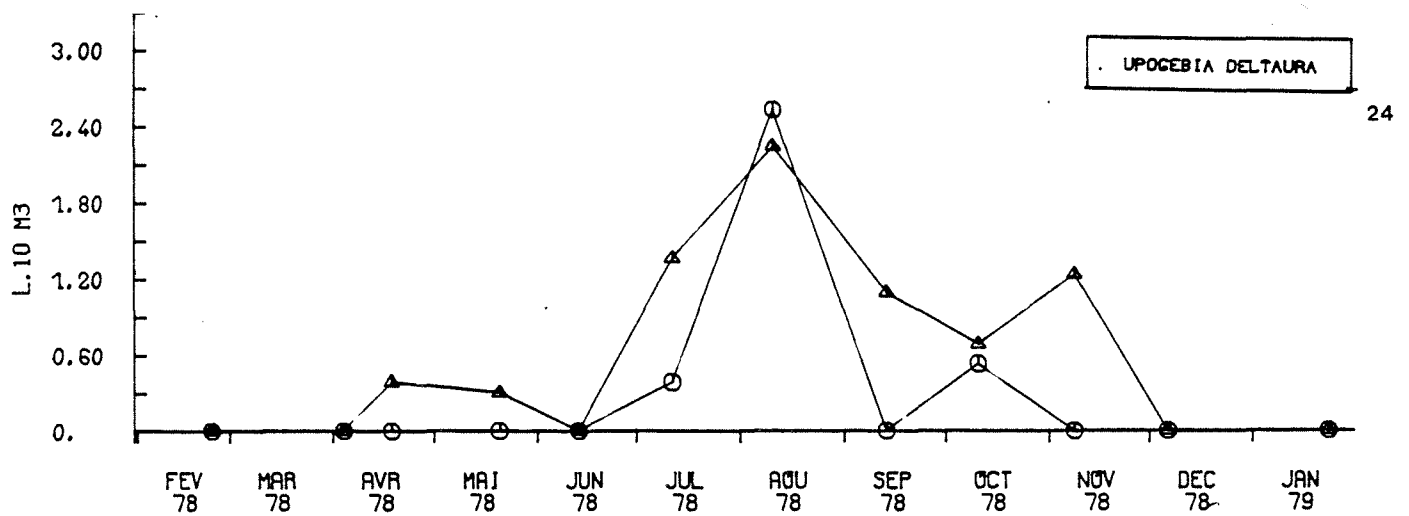
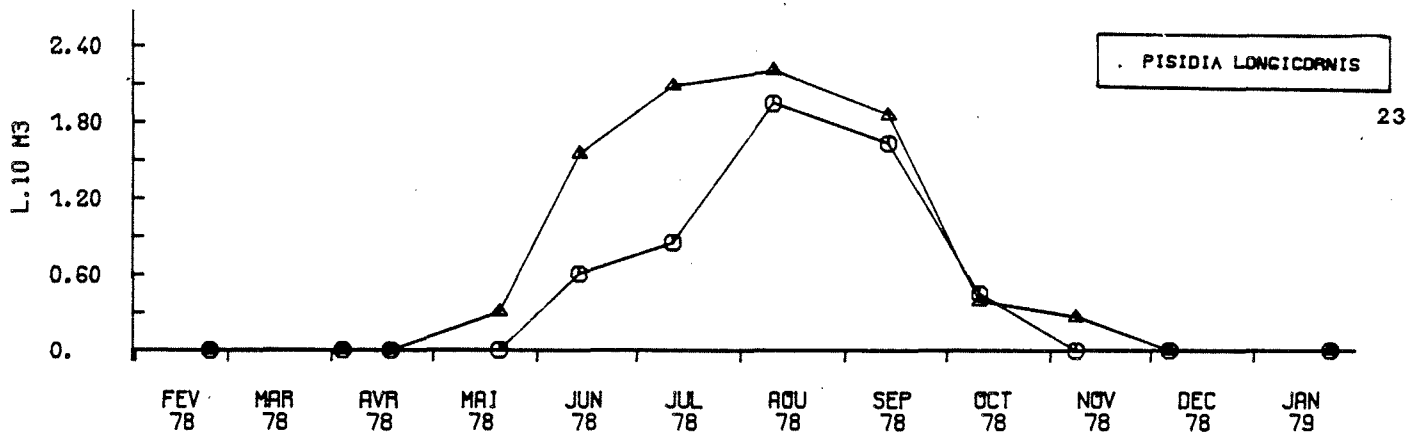
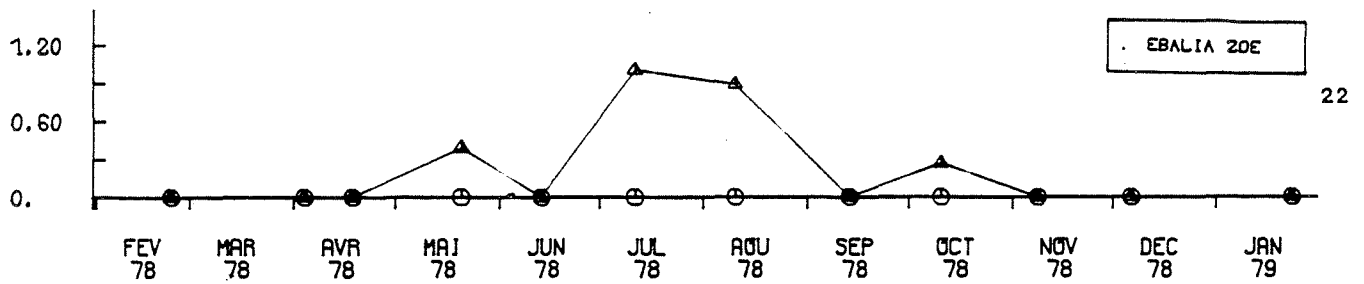


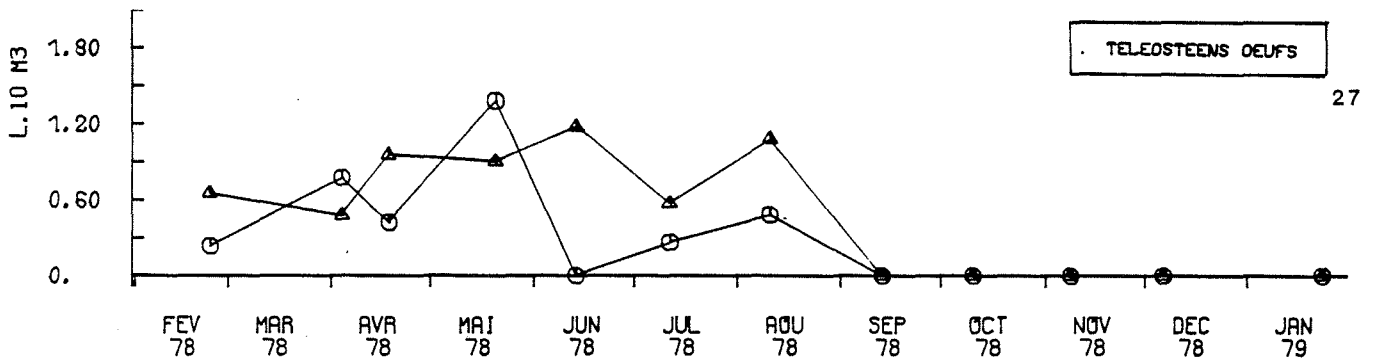
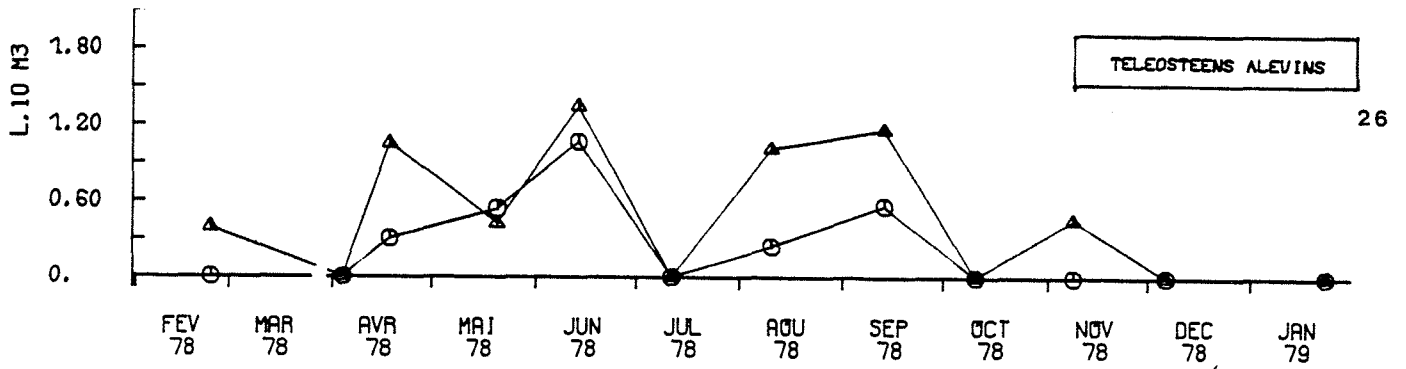
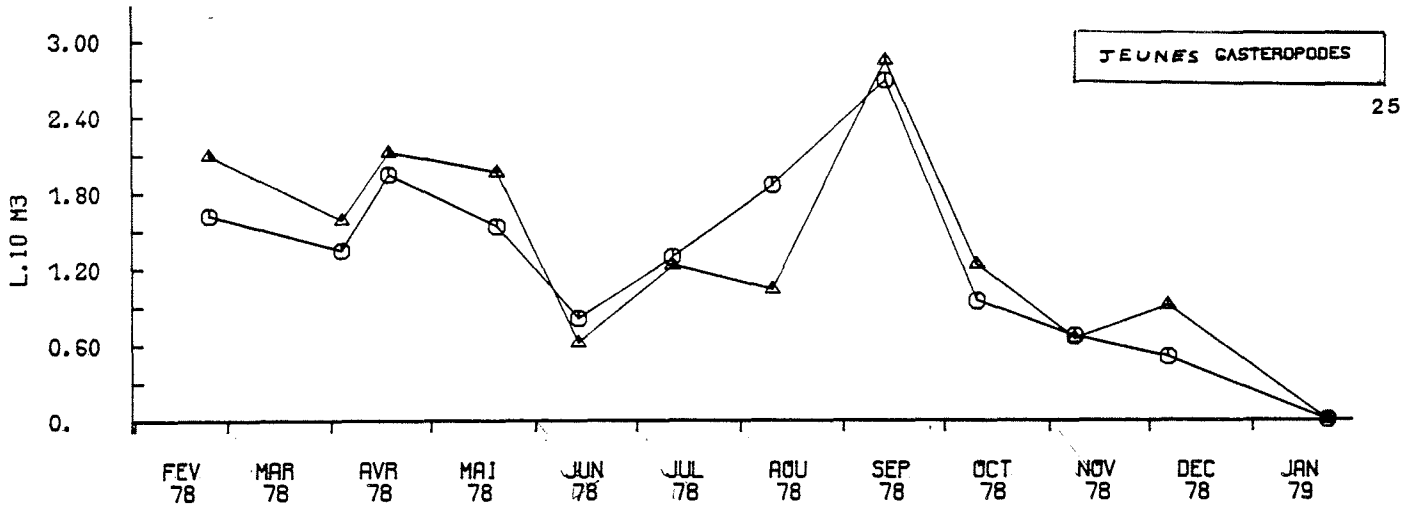






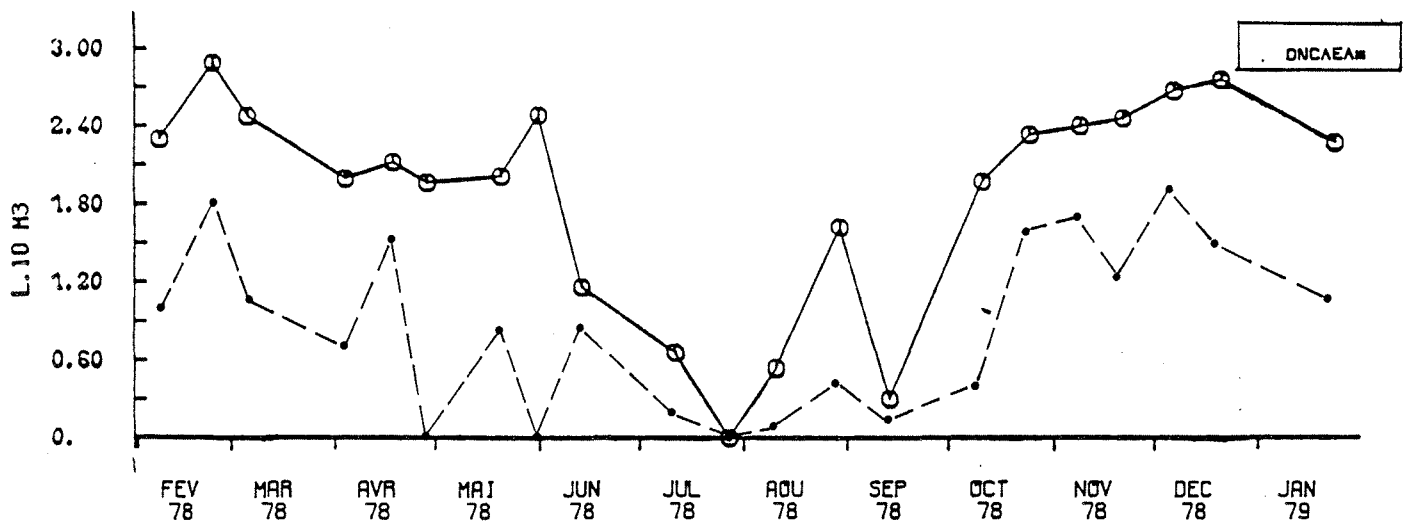
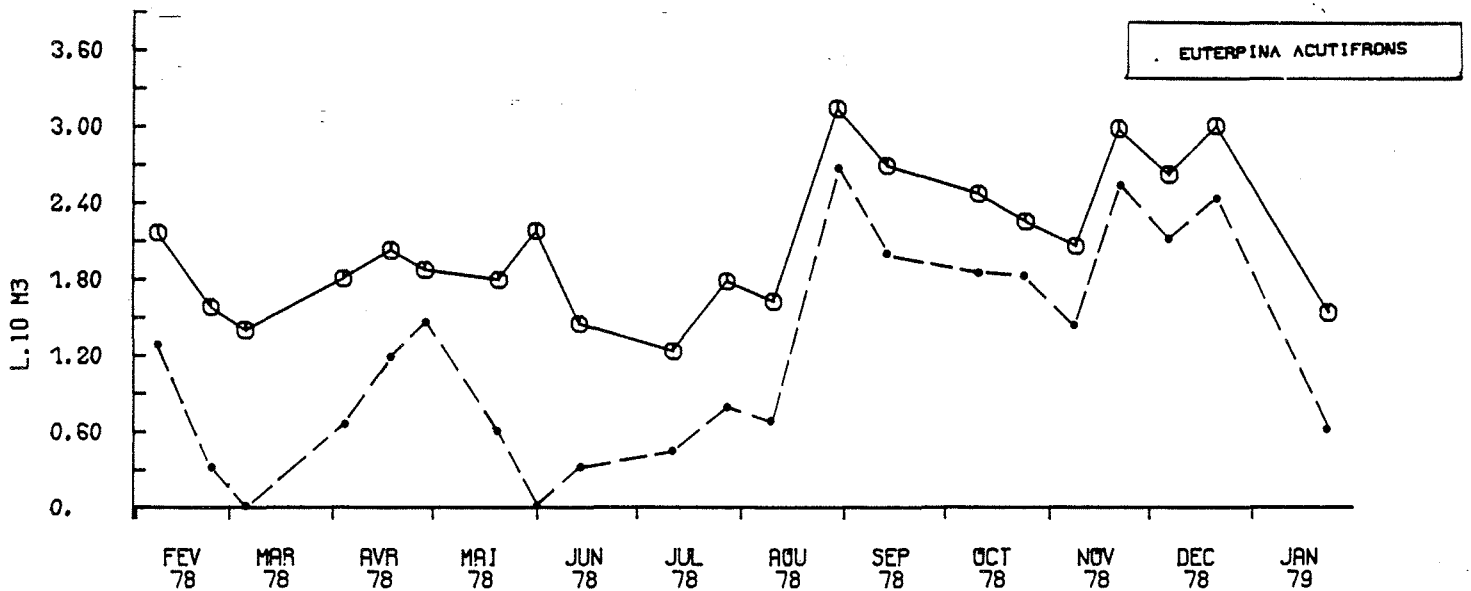
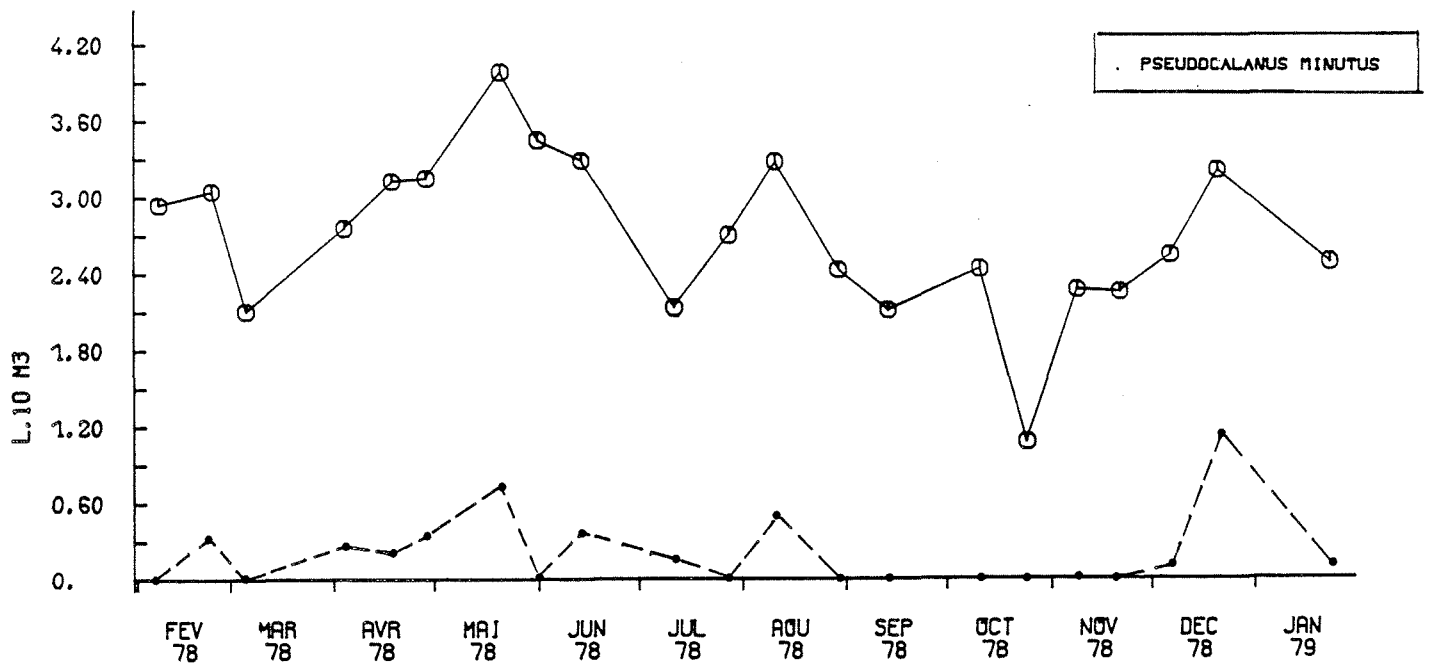




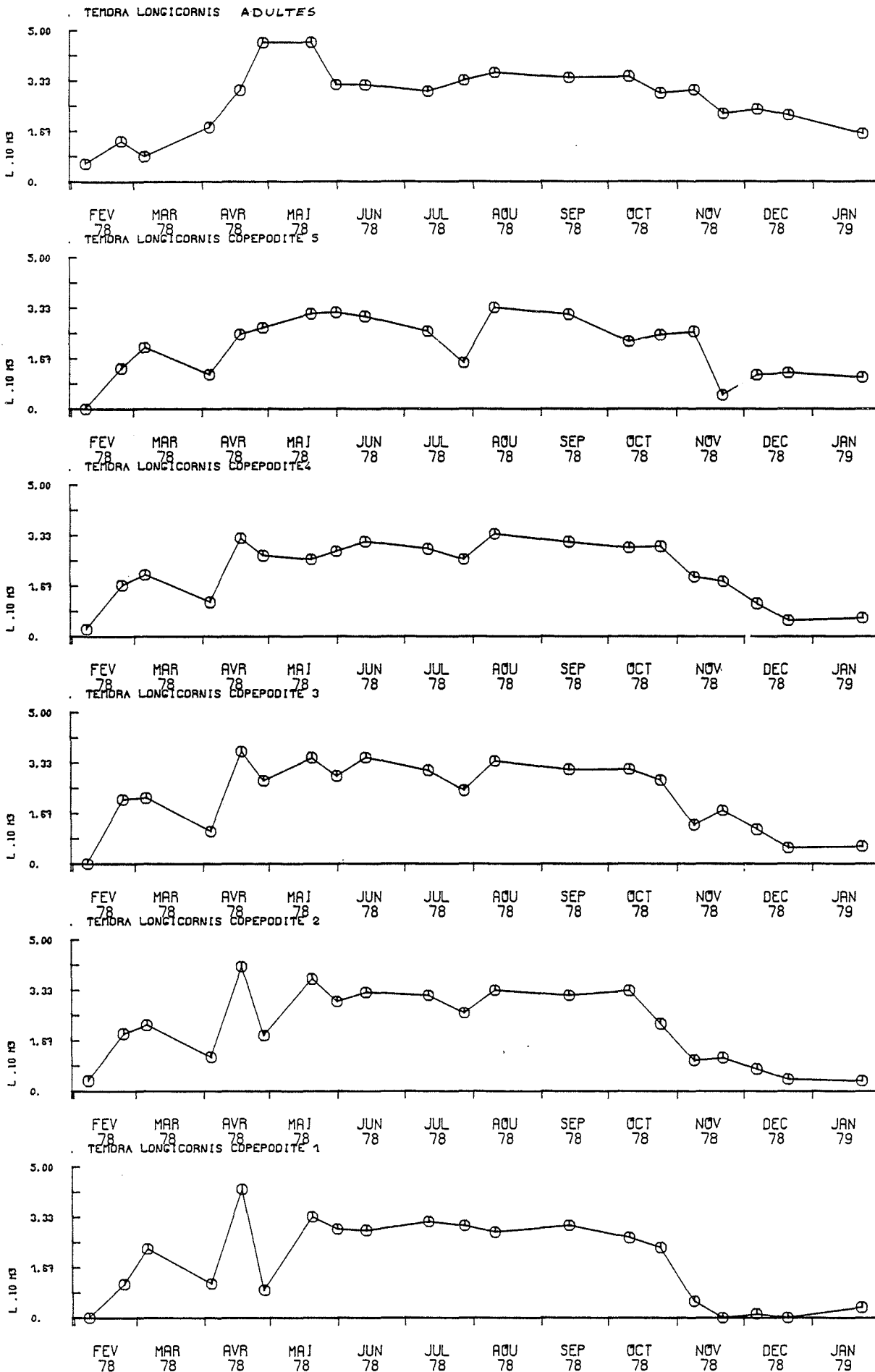


REPRODUCTION DE QUELQUES ESPÈCES DE COPÉPODES : *Oncaea*,  
*Euterpina acutifrons* ET *Pseudocalanus minutus*.

— Total individus  
- - Femelles ovigères



VARIATIONS D'ABONDANCE DES STADES JUVÉNILES ET ADULTES  
DE *Temora longicornis*.

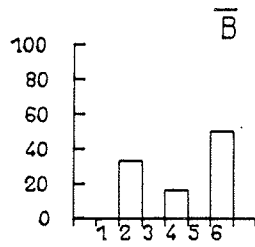


% DES STADES COPEPODITES DE : TEMORA LONGICORNIS  
PAR STATION PAR MISSION

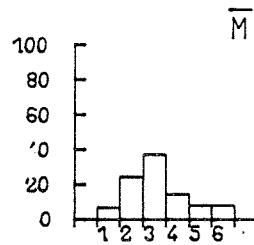
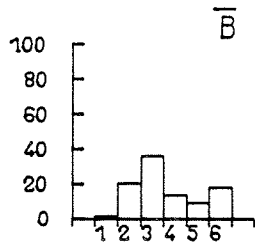
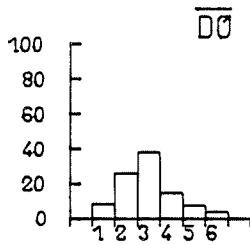
FIG: V.11

PENLY

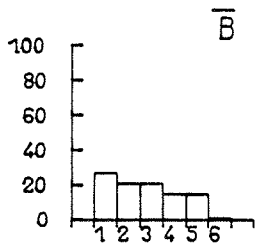
7 FEVRIER 78



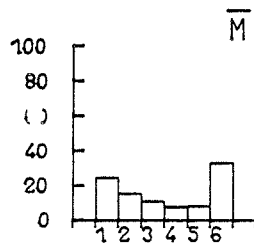
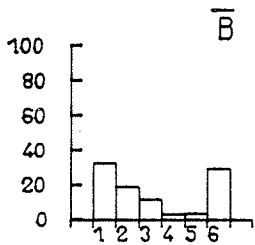
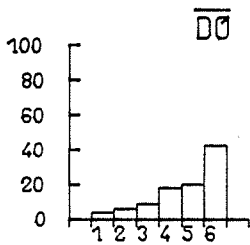
23 FEVRIER 78



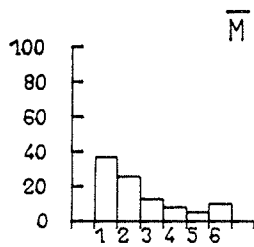
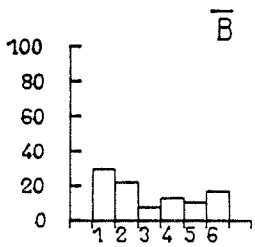
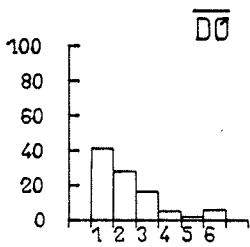
6 MARS 78



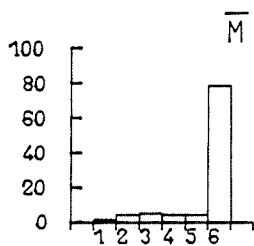
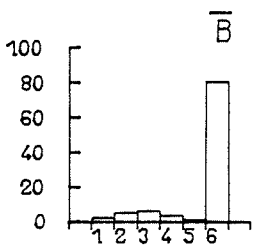
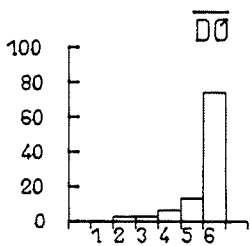
4 AVRIL 78



18 AVRIL 78



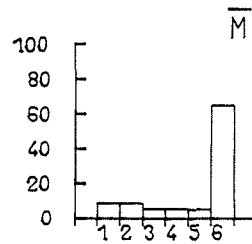
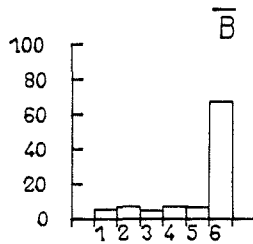
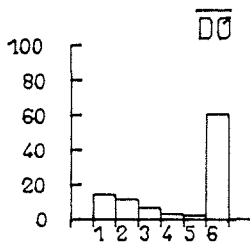
28 AVRIL 78



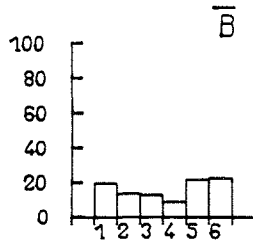
% DES STADES COPEPODITES DE : TEMORA LONGICORNIS  
PAR STATION

PENLY

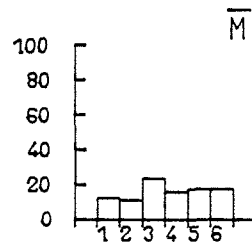
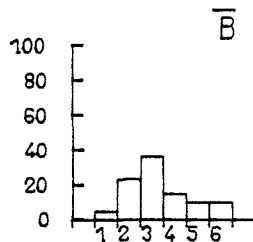
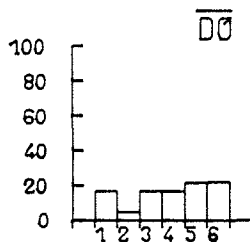
20 MAI 78



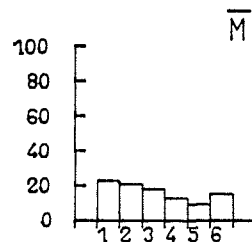
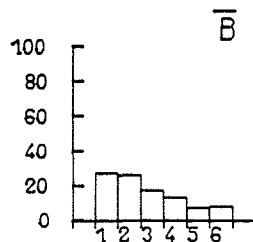
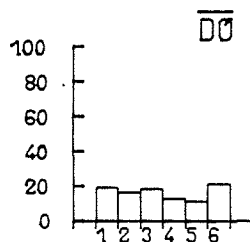
31 MAI 78



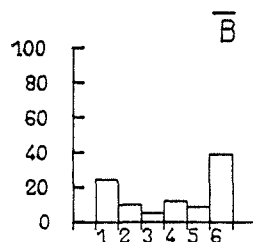
13 JUIN 78



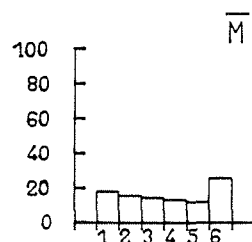
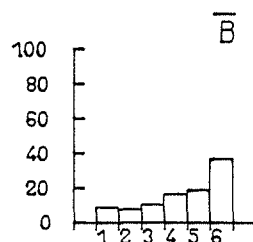
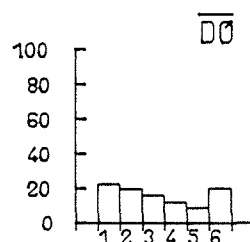
11 JUILLET 78



27 JUILLET 78



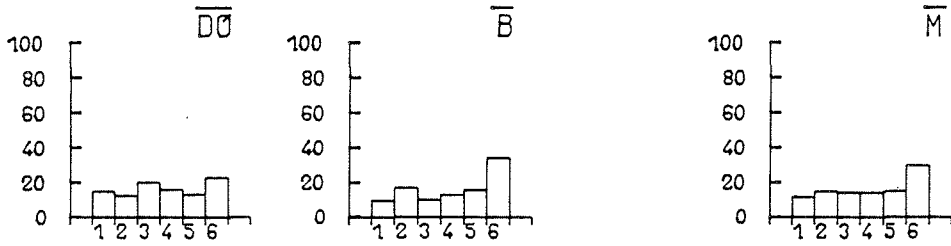
10 AOUT 78



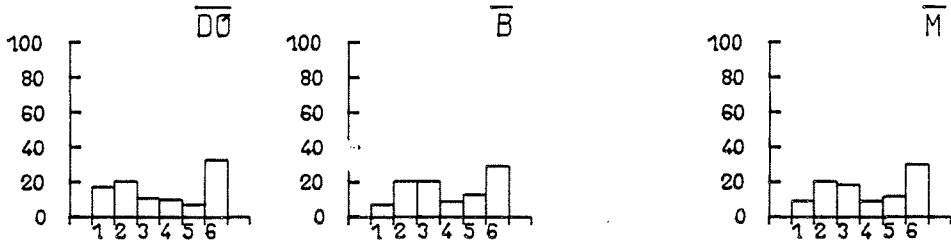
182 % DES STADES COPEPODITES DE : TEMORA LONGICORNIS  
 PAR STATION PAR MISSION

PENLY

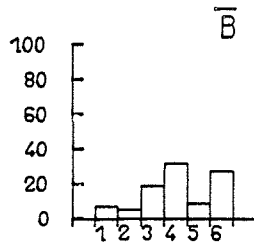
13 SEPTEMBRE 78



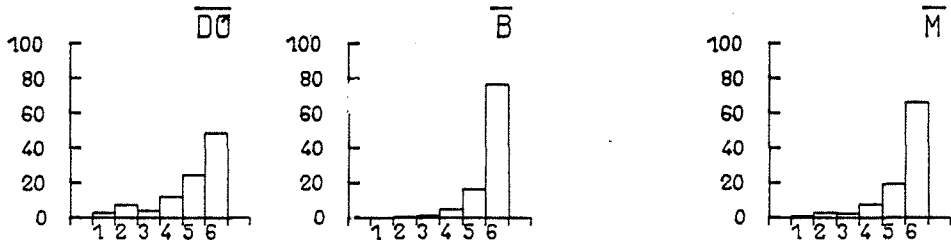
10 OCTOBRE 78



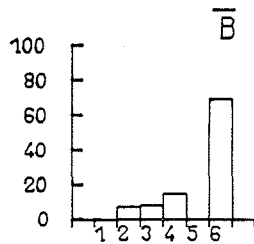
24 OCTOBRE 78



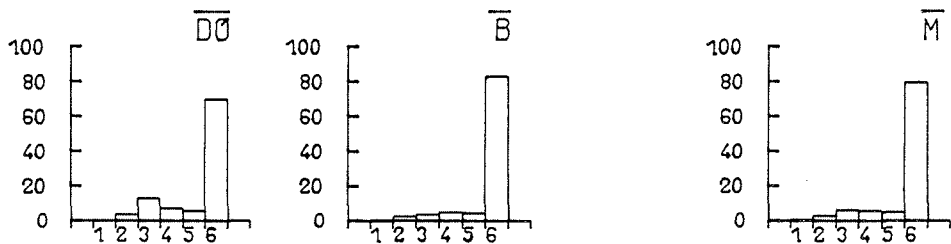
8 NOVEMBRE 78



21 NOVEMBRE 78



6 DECEMBRE 78

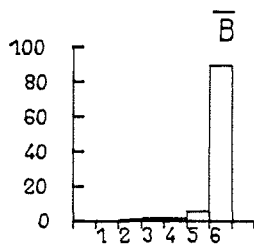




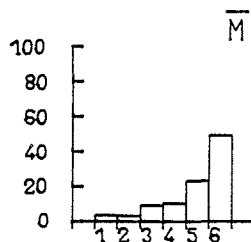
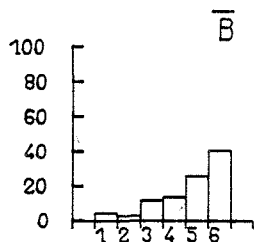
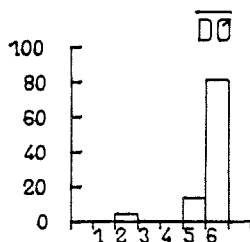
% DES STADES COPEPODITES DE : TEMORA LONGICORNIS  
 PAR STATION PAR MISSION

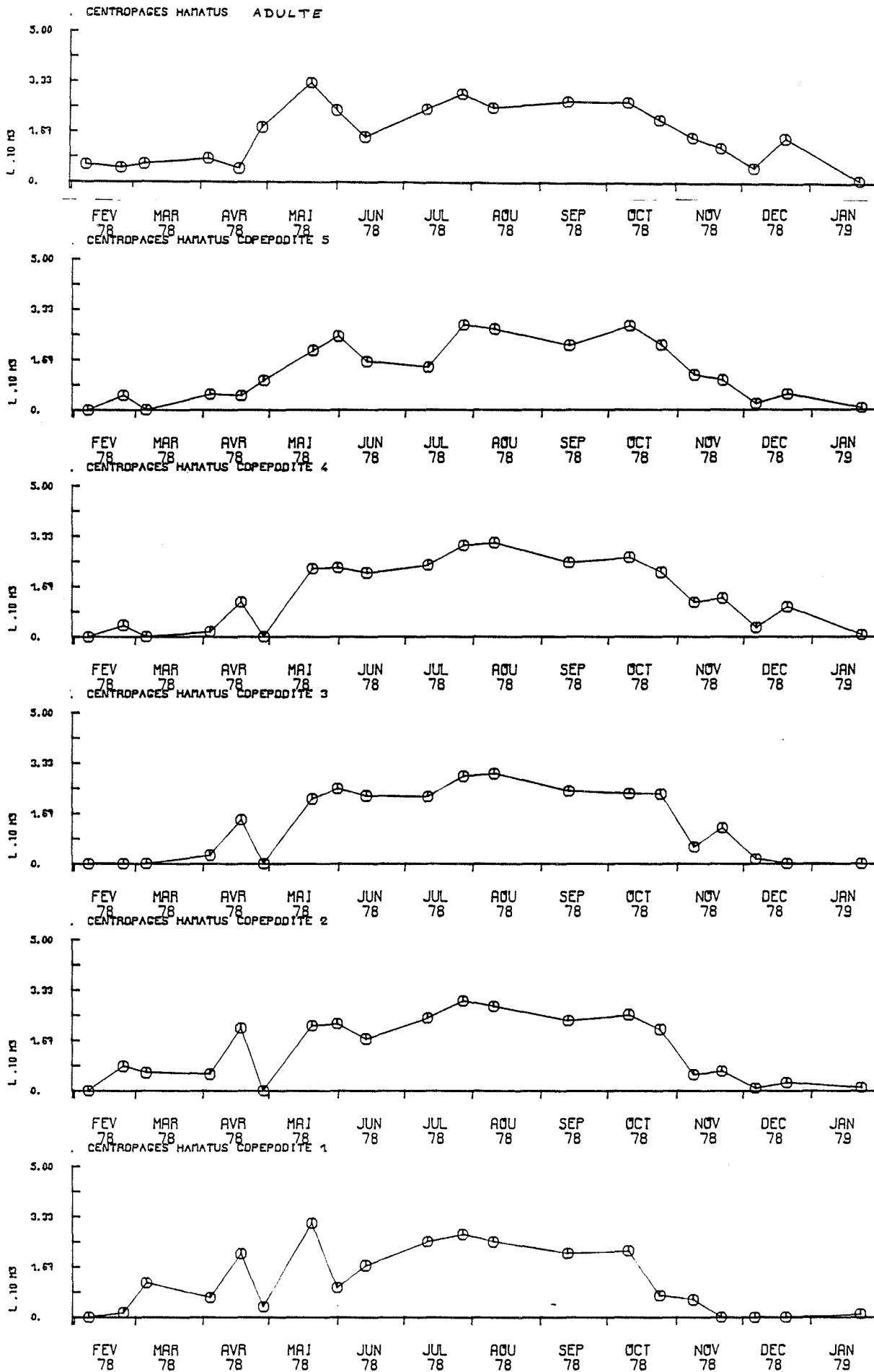
PENLY

20 DECEMBRE 78



23 JANVIER 79



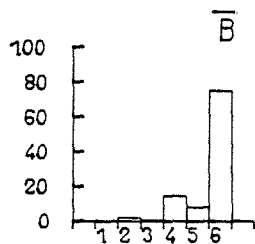


% DES STADES COPEPODITES DE : CENTROPAGES HAMATUS  
 PAR STATION

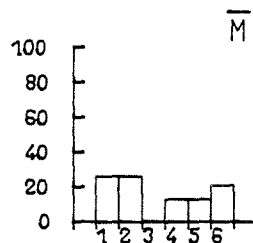
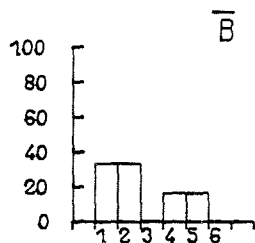
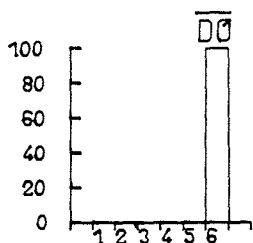
PAR MISSION

PENLY

20 DECEMBRE 78



23 JANVIER 79

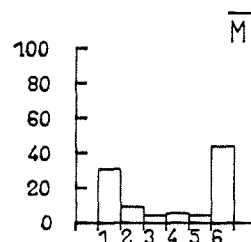
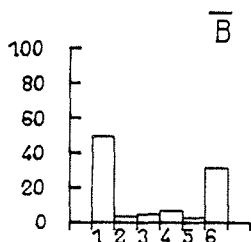
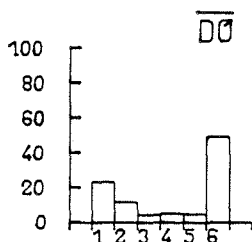


186 % DES STADES COPEPODITES DE : CENTROPAGES HAMATUS  
PAR STATION

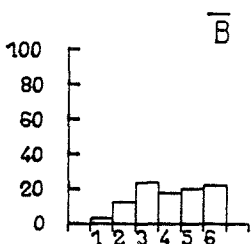
PAR MISSION

PENLY

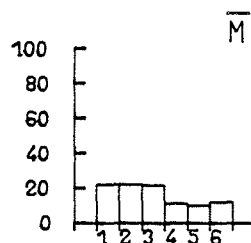
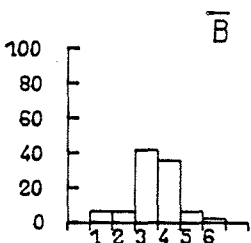
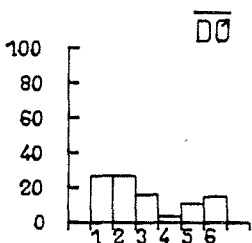
20 MAI 78



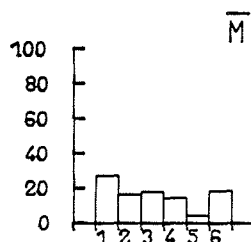
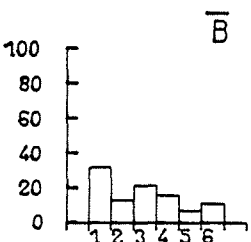
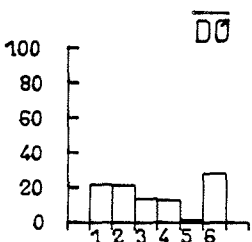
31 MAI 78



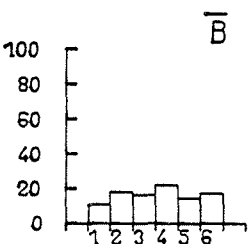
13 JUIN 78



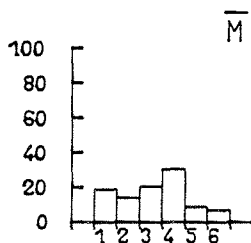
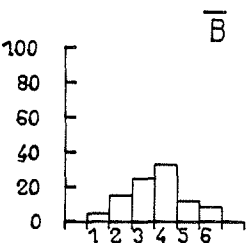
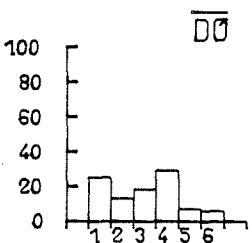
11 JUILLET 78



27 JUILLET 78



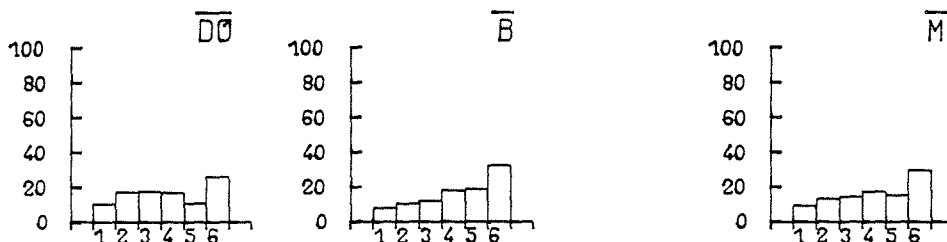
10 AOUT 78



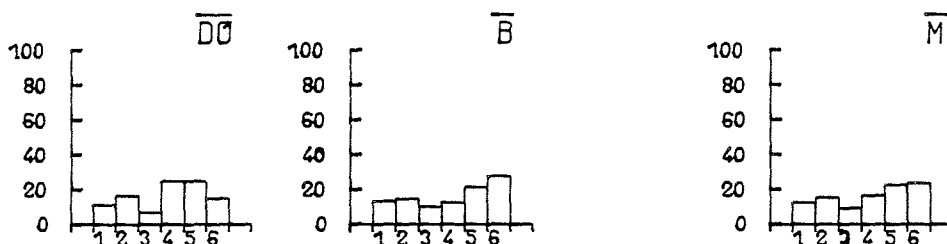
% DES STADES COPEPODITES DE : CENTROPAGES HAMATUS  
PAR STATION PAR MISSION

PENLY

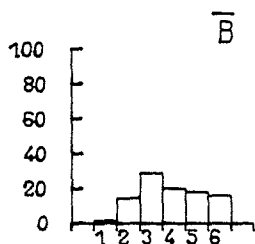
13 SEPTEMBRE 78



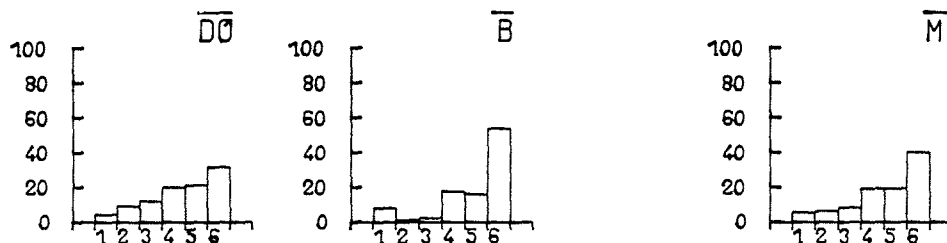
10 OCTOBRE 78



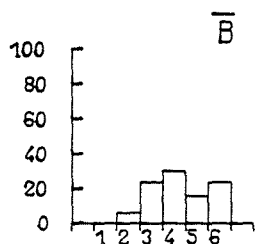
24 OCTOBRE 78



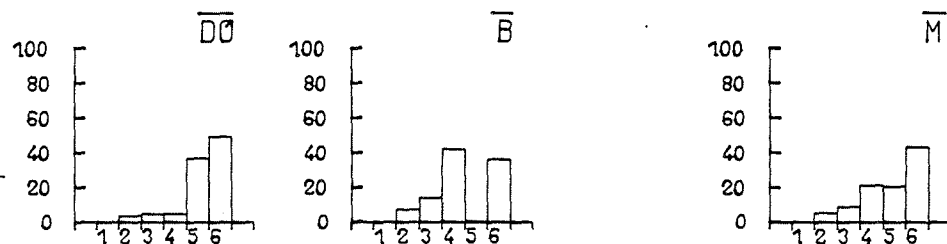
8 NOVEMBRE 78



21 NOVEMBRE 78



6 DECEMBRE 78

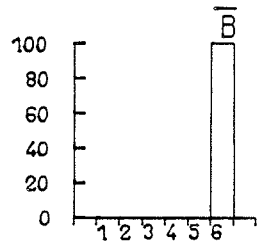


% DES STADES COPEPODITES DE : CENTROPAGES HAMATUS  
PAR STATION PAR MISSION

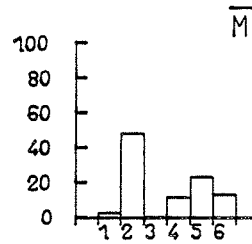
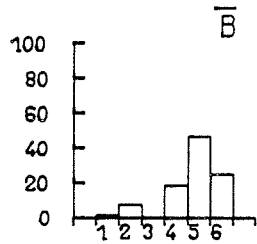
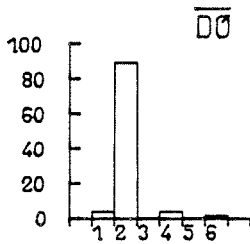
PENLY

FIG: V.13

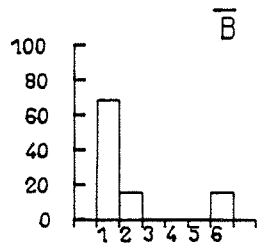
7 FEVRIER 78



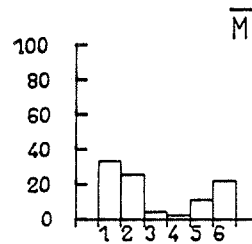
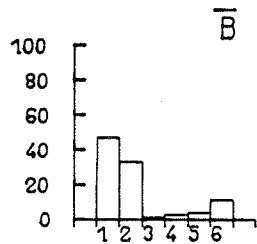
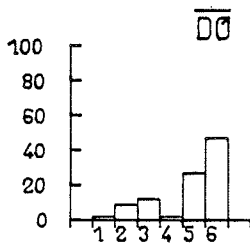
23 FEVRIER 78



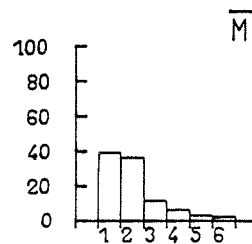
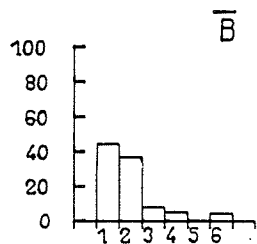
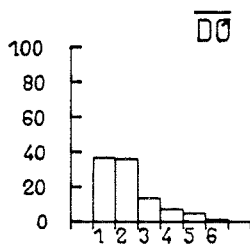
6 MARS 78



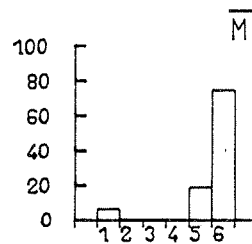
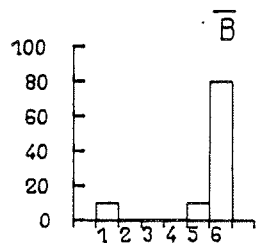
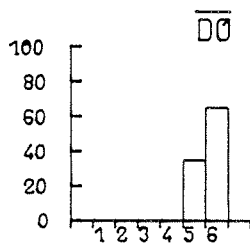
4 AVRIL 78



18 AVRIL 78

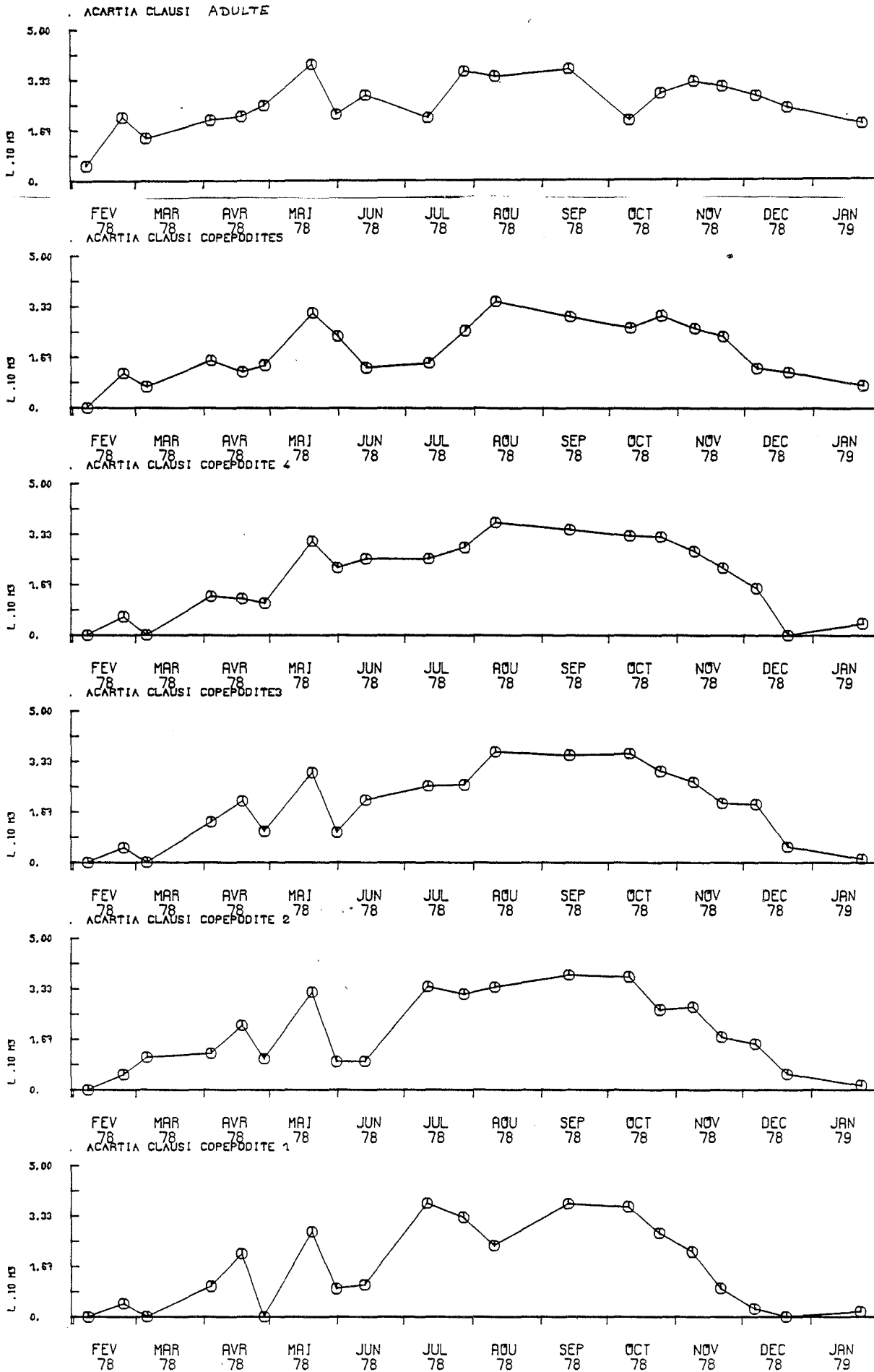


28 AVRIL 78



VARIATIONS D'ABONDANCES DES STADES JUVÉNILES ET DES ADULTES DE *Acartia clausi*,

FIG: V.14

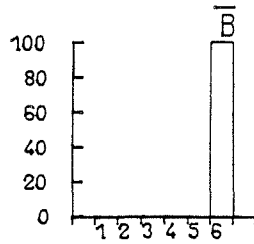


% DES STADES COPEPODITES DE : ACARTIA CLAUSI  
PAR STATION PAR MISSION

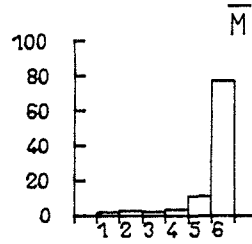
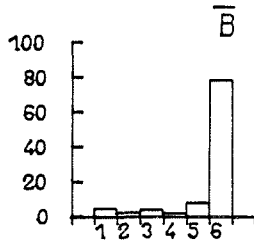
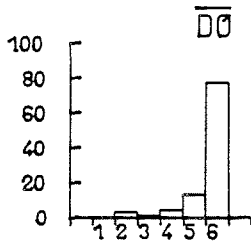
PENLY

FIG: V.15

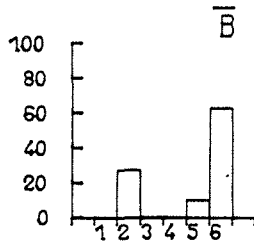
9 FEVRIER 78



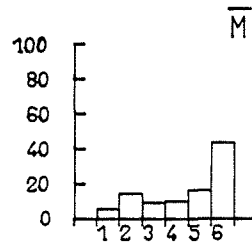
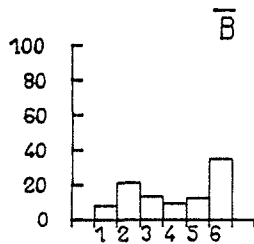
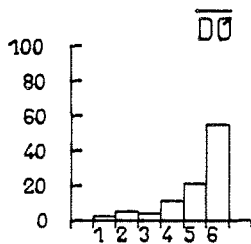
23 FEVRIER 78



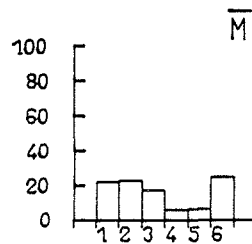
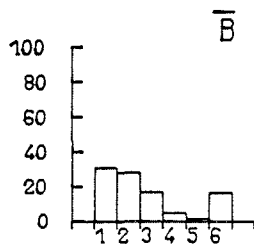
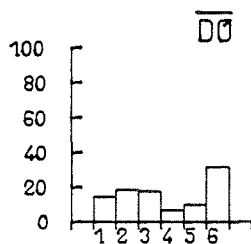
6 MARS 78



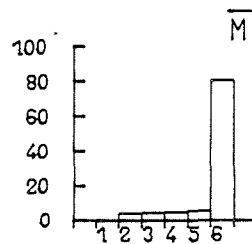
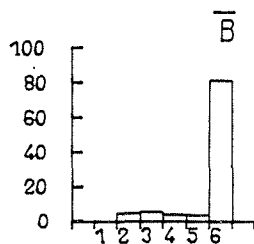
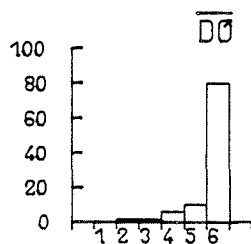
4 AVRIL 78



18 AVRIL 78



28 AVRIL 78

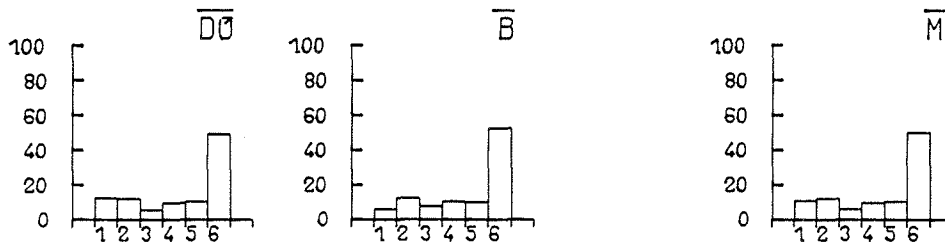




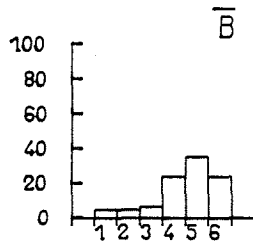
% DES STADES COPEPODITES DE : ACARTIA CLAUSI 191  
 PAR STATION PAR MISSION

PENLY

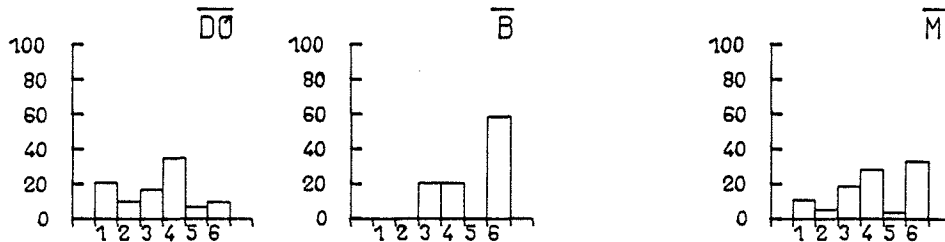
20 MAI 78



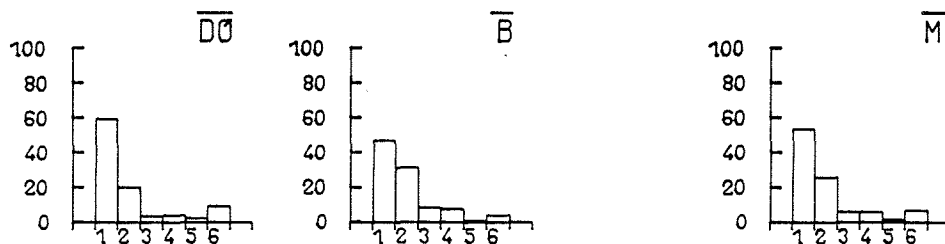
31 MAI 78



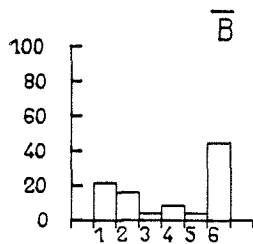
13 JUIN 78



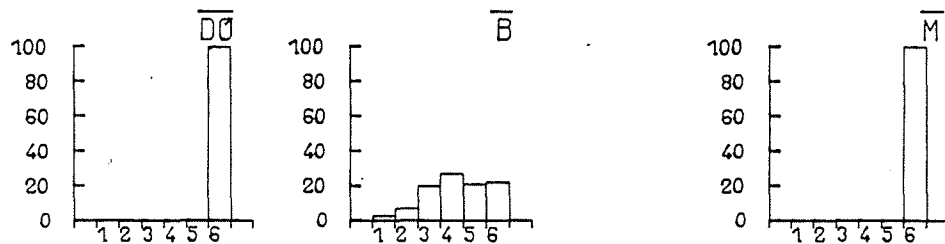
11 JUILLET 78



27 JUILLET 78



10 AOUT 78

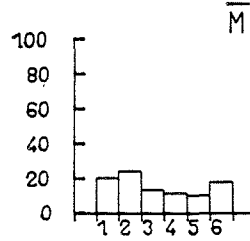
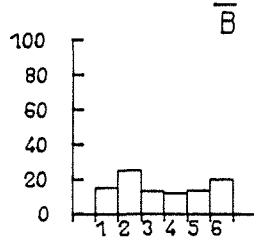
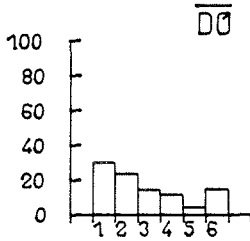


% DES STADES COPEPODITES DE : ACARTIA CLAUSI  
PAR STATION

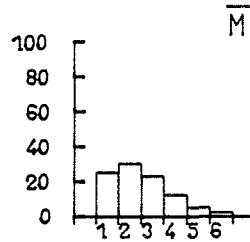
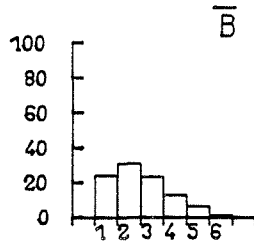
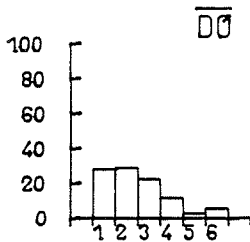
PAR MISSION

PENLY

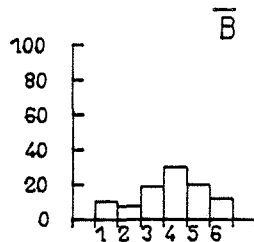
13 SEPTEMBRE 78



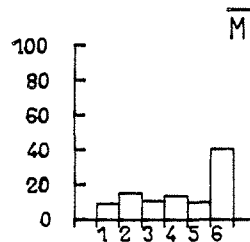
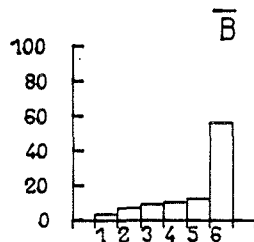
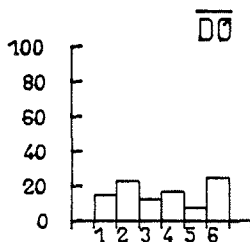
10 OCTOBRE 78



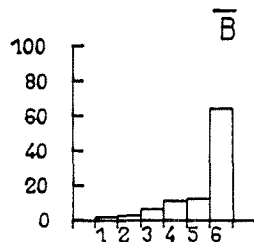
24 OCTOBRE 78



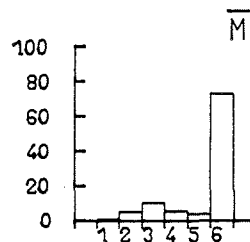
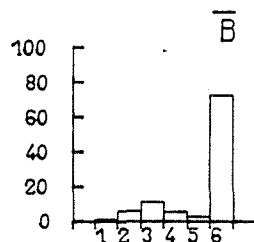
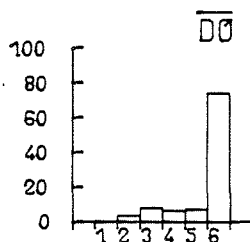
8 NOVEMBRE 78



21 NOVEMBRE 78



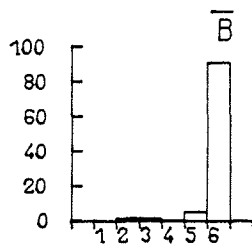
6 DECEMBRE 78



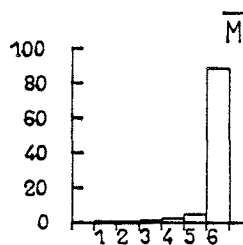
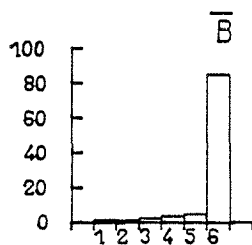
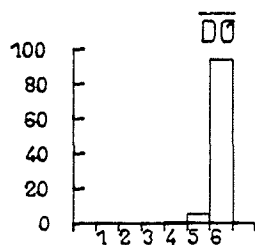
% DES STADES COPEPODITES DE : ACARTIA CLAUSI 193  
 PAR STATION PAR MISSION

PENLY

20 DECEMBRE 78



23 JANVIER 79



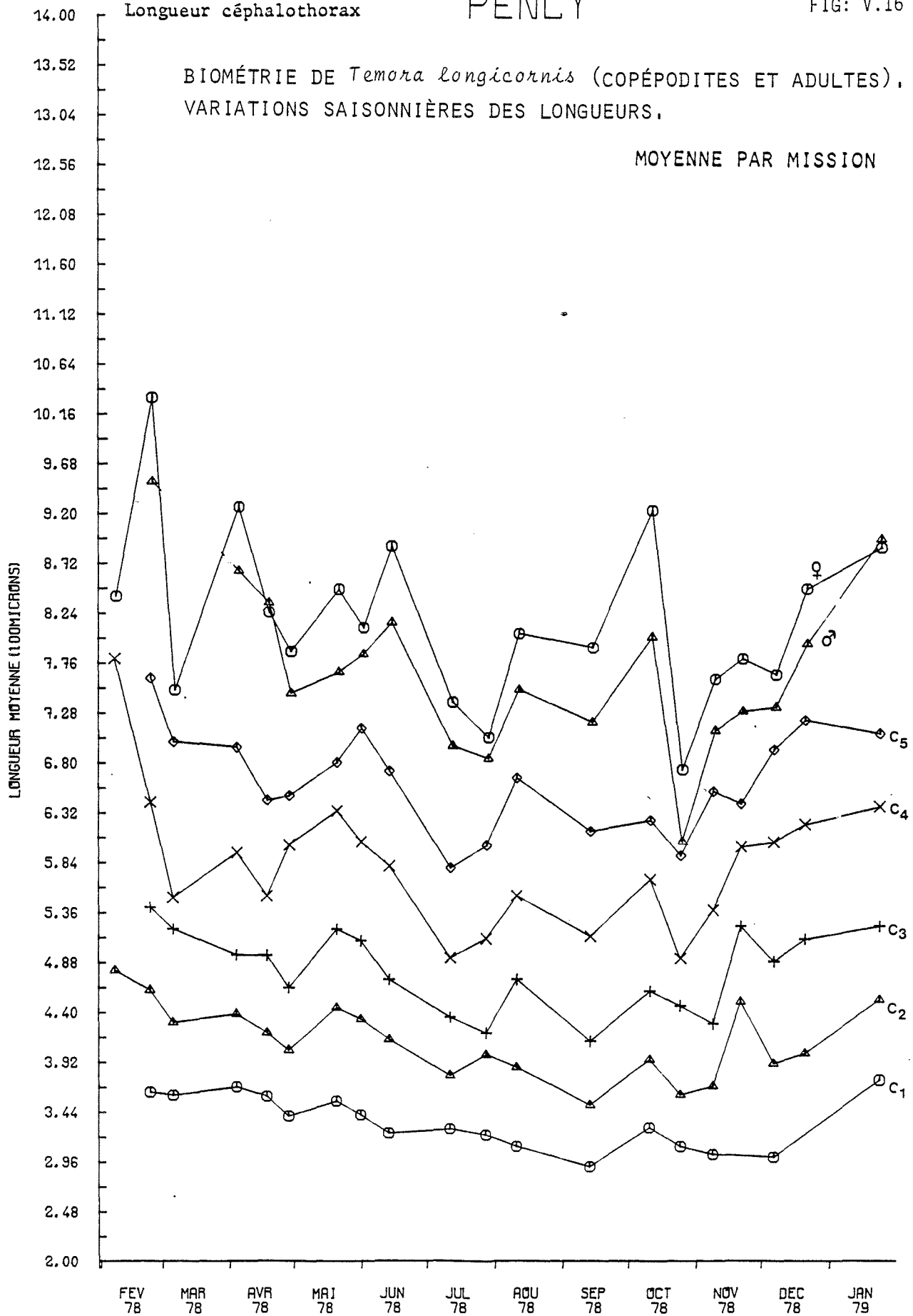
Longueur céphalothorax

PENLY

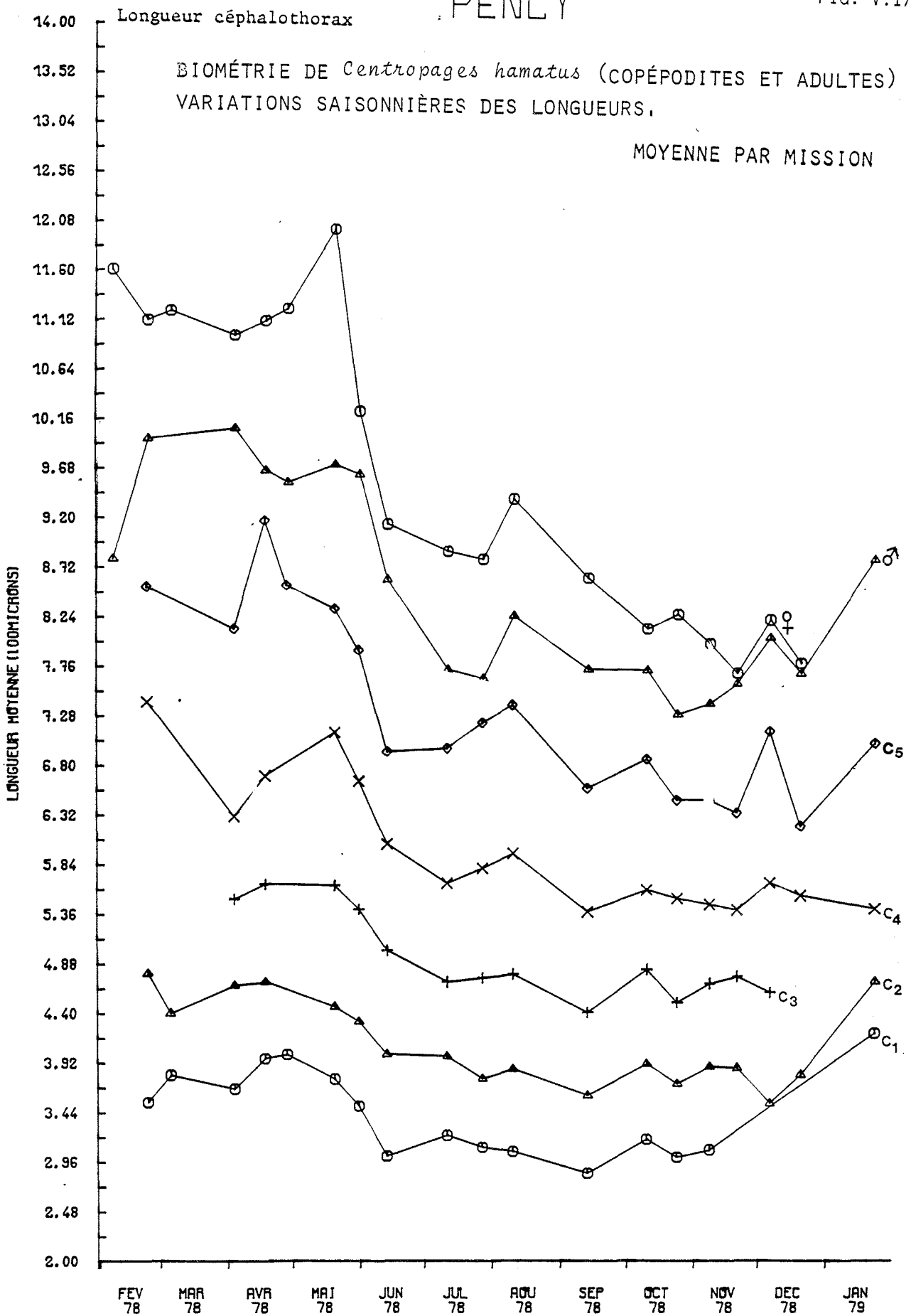
FIG: V.16

BIOMÉTRIE DE *Temora longicornis* (COPÉPODITES ET ADULTES),  
VARIATIONS SAISONNIÈRES DES LONGUEURS.

MOYENNE PAR MISSION



PENLY

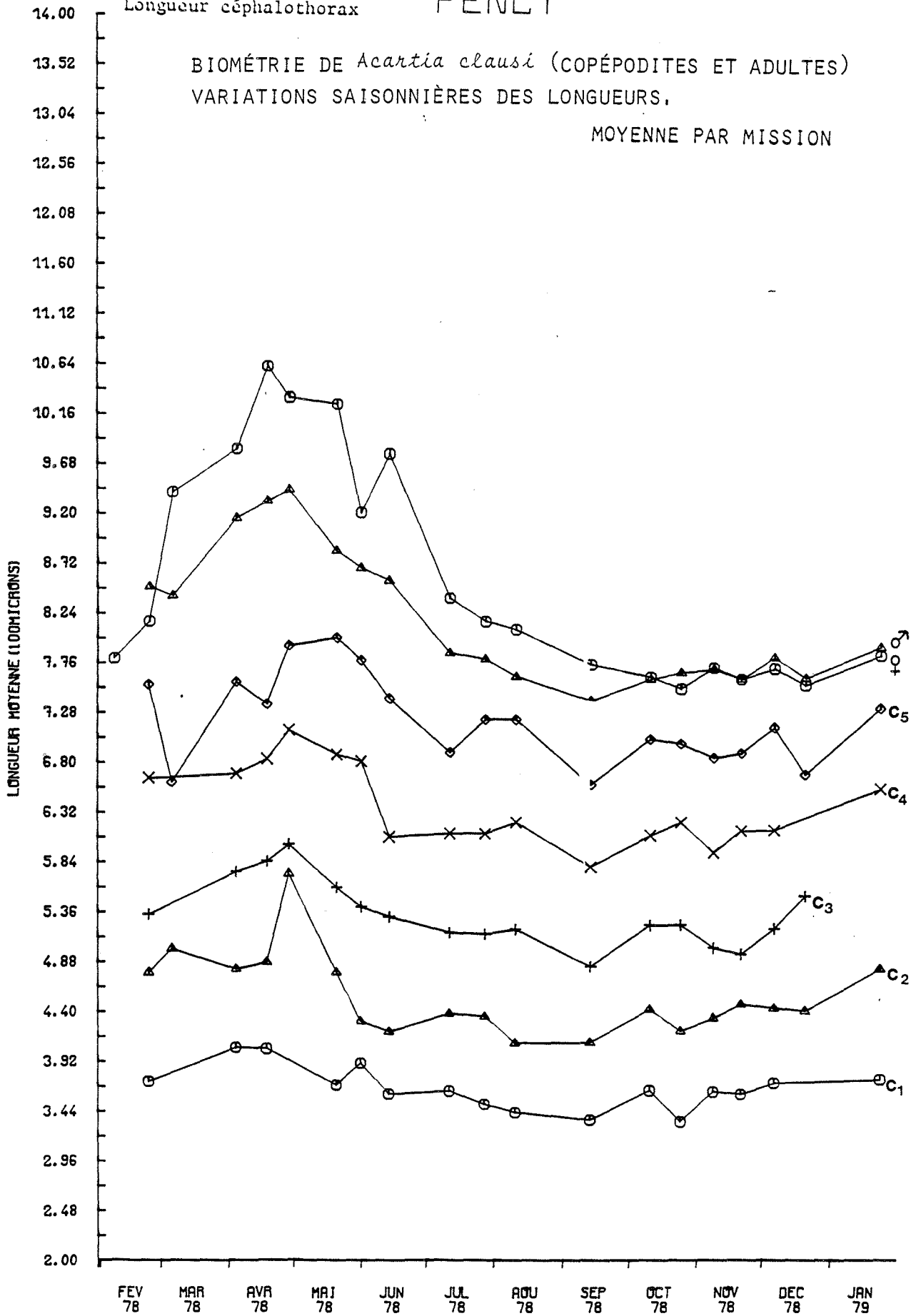


Longueur céphalothorax

# PENLY

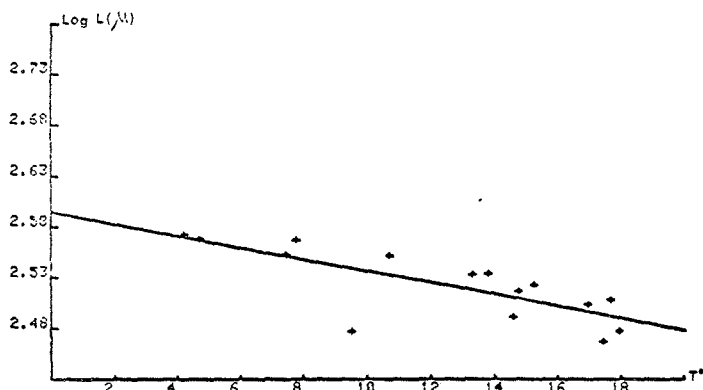
BIOMÉTRIE DE *Acartia clausi* (COPÉPODITES ET ADULTES)  
VARIATIONS SAISONNIÈRES DES LONGUEURS.

MOYENNE PAR MISSION



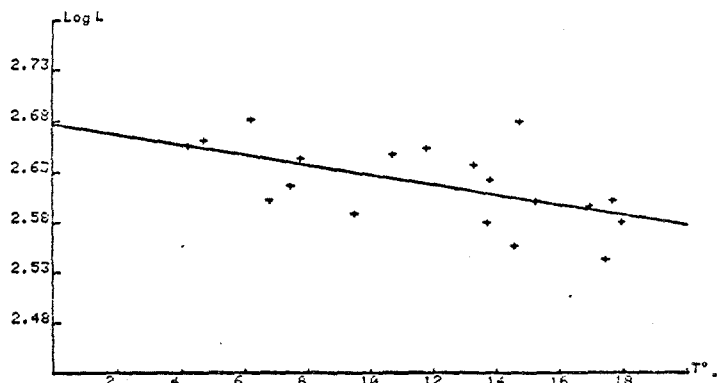
# RELATIONS LONGUEURS DES ESPÈCES ET TEMPÉRATURE DU MILIEU.

PENLY-TEMORA Longicornis-C1-logL/T-Station B



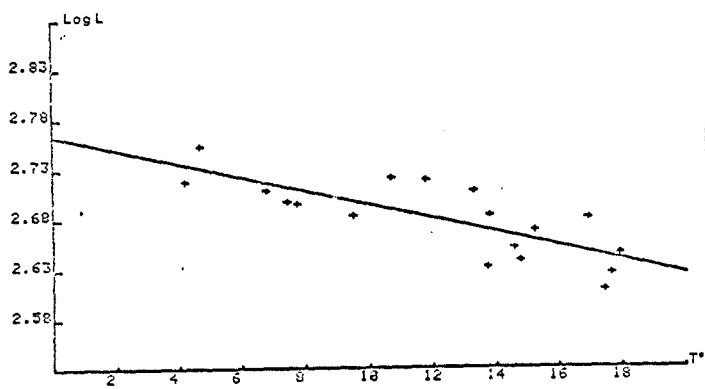
Equation de la droite de regression:  $Y = -0.096 X + 2.595$   
 Coefficient de correlation : 0.772      Nb. de points: 15

PENLY-TEMORA C2-logL/T-ST.B



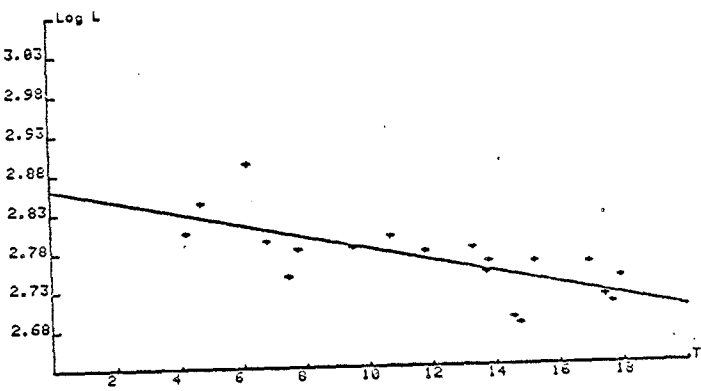
Equation de la droite de regression:  $Y = -0.005 X + 2.676$   
 Coefficient de correlation : 0.576      Nb. de points: 19

PENLY-TEMORA C3-logL/T-ST.B



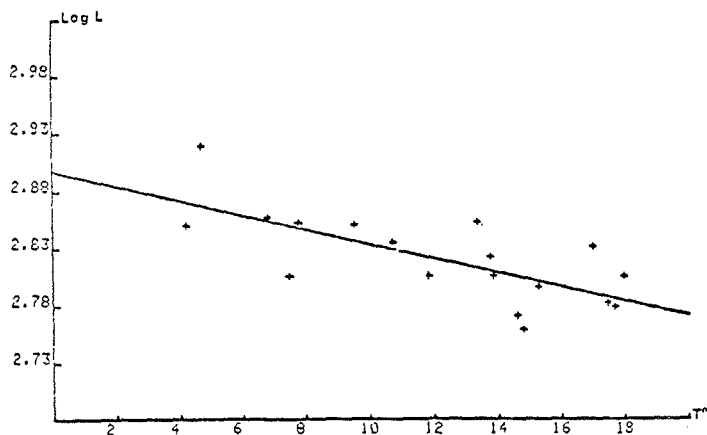
Equation de la droite de regression:  $Y = -0.007 X + 2.764$   
 Coefficient de correlation : 0.794      Nb. de points: 19

PENLY-TEMORA C4-logL/T-ST.B



Equation de la droite de regression:  $Y = -0.008 X + 2.862$   
 Coefficient de correlation : 0.730      Nb. de points: 19

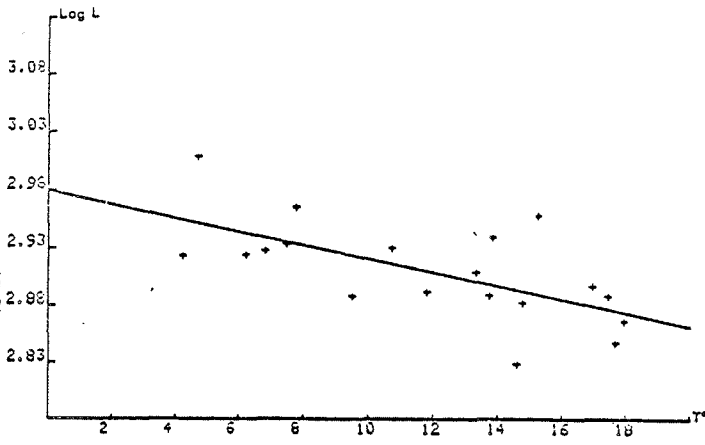
PENLY-TEMORA C5-logL/T-ST.B



Equation de la droite de regression:  $Y = -0.006 X + 2.899$   
 Coefficient de correlation : 0.718      Nb. de points: 12

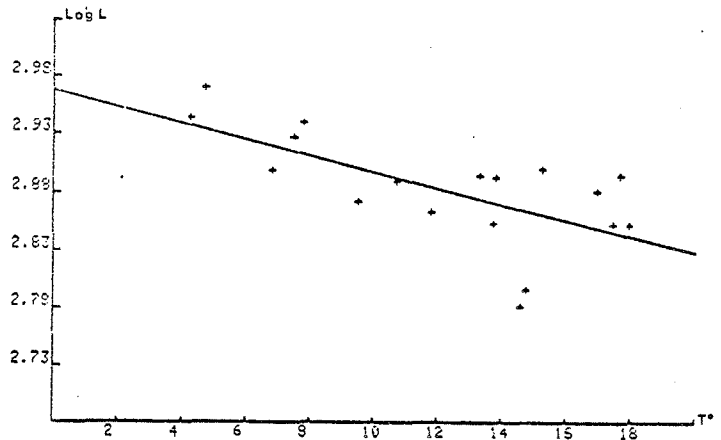
RELATIONS LONGUEURS DES ESPÈCES ET TEMPÉRATURE  
DU MILIEU.

PENLY-TEMORA FEM. logL/T-STB



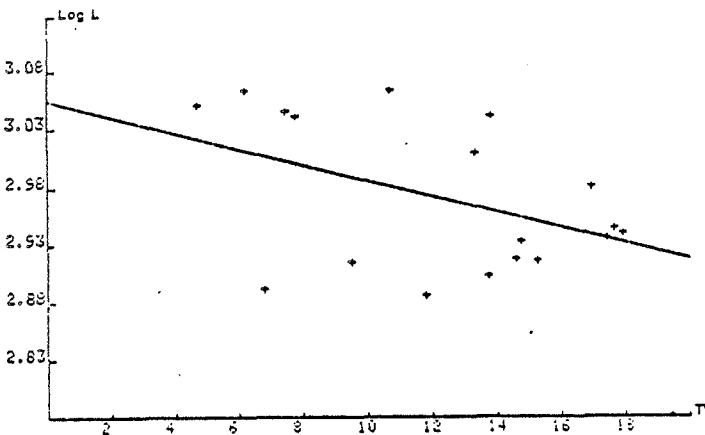
Equation de la droite de regression:  $Y = -0.006 X + 2.980$   
Coefficient de corrélation : 0.635  
Nb. de points: 19

PENLY-TEMORA MALES-logL/T-ST.B



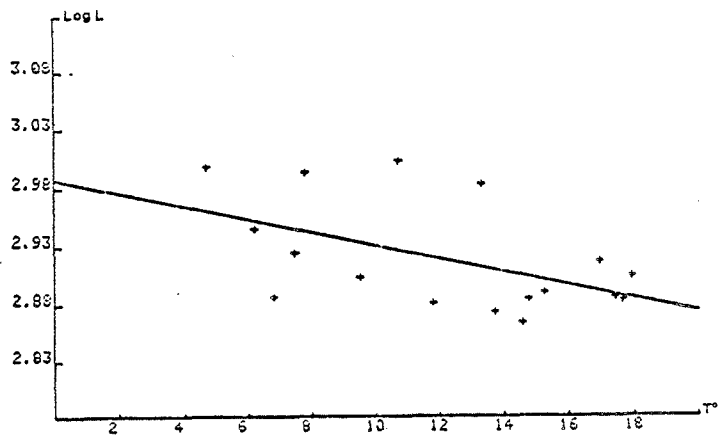
Equation de la droite de regression:  $Y = -0.007 X + 2.968$   
Coefficient de corrélation : 0.654  
Nb. de points: 18

PENLY CENT.FEM. ST.B logL/t



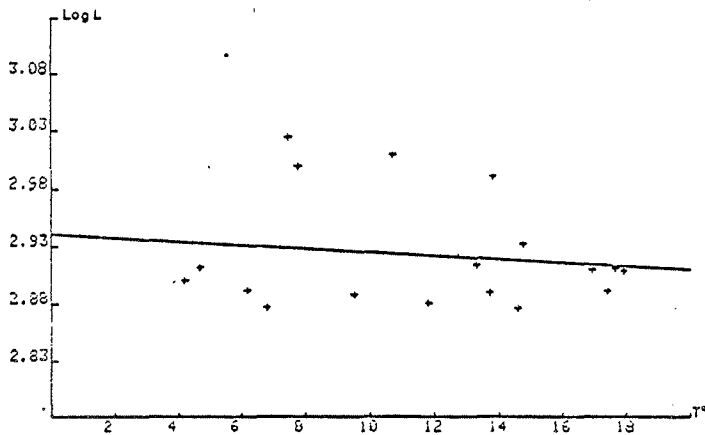
Equation de la droite de regression:  $Y = -0.007 X + 3.055$   
Coefficient de corrélation : 0.452  
Nb. de points: 18

PENLY CENT.MALES ST.B logL/t



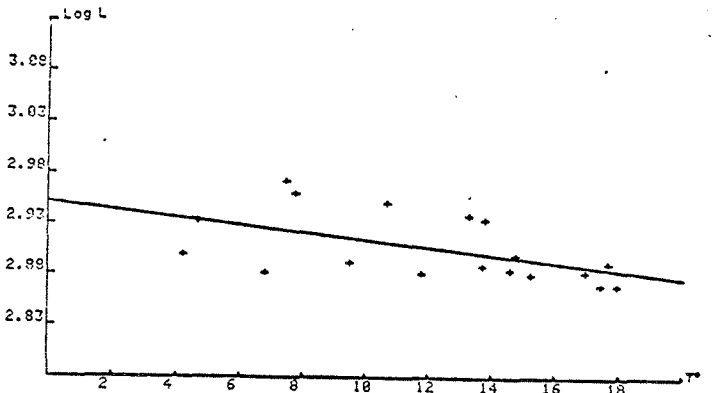
Equation de la droite de regression:  $Y = -0.006 X + 2.968$   
Coefficient de corrélation : 0.531  
Nb. de points: 17

PENLY ACAR. FEM. ST.B logL/T



Equation de la droite de regression:  $Y = -0.002 X + 2.941$   
Coefficient de corrélation : 0.149  
Nb. de points: 18

PENLY ACAR.MALES ST.B logL/t

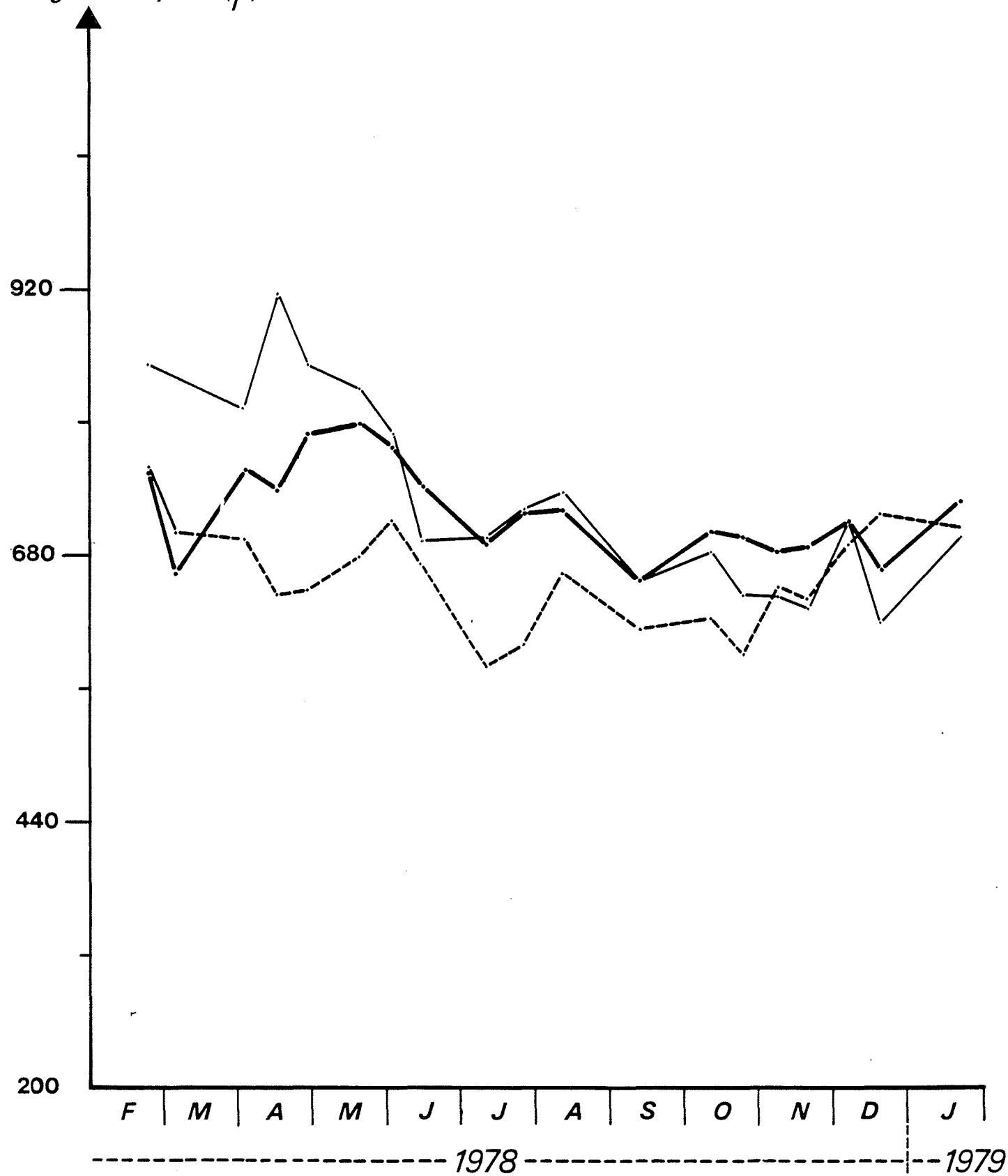


Equation de la droite de regression:  $Y = -0.004 X + 2.951$   
Coefficient de corrélation : 0.507  
Nb. de points: 18



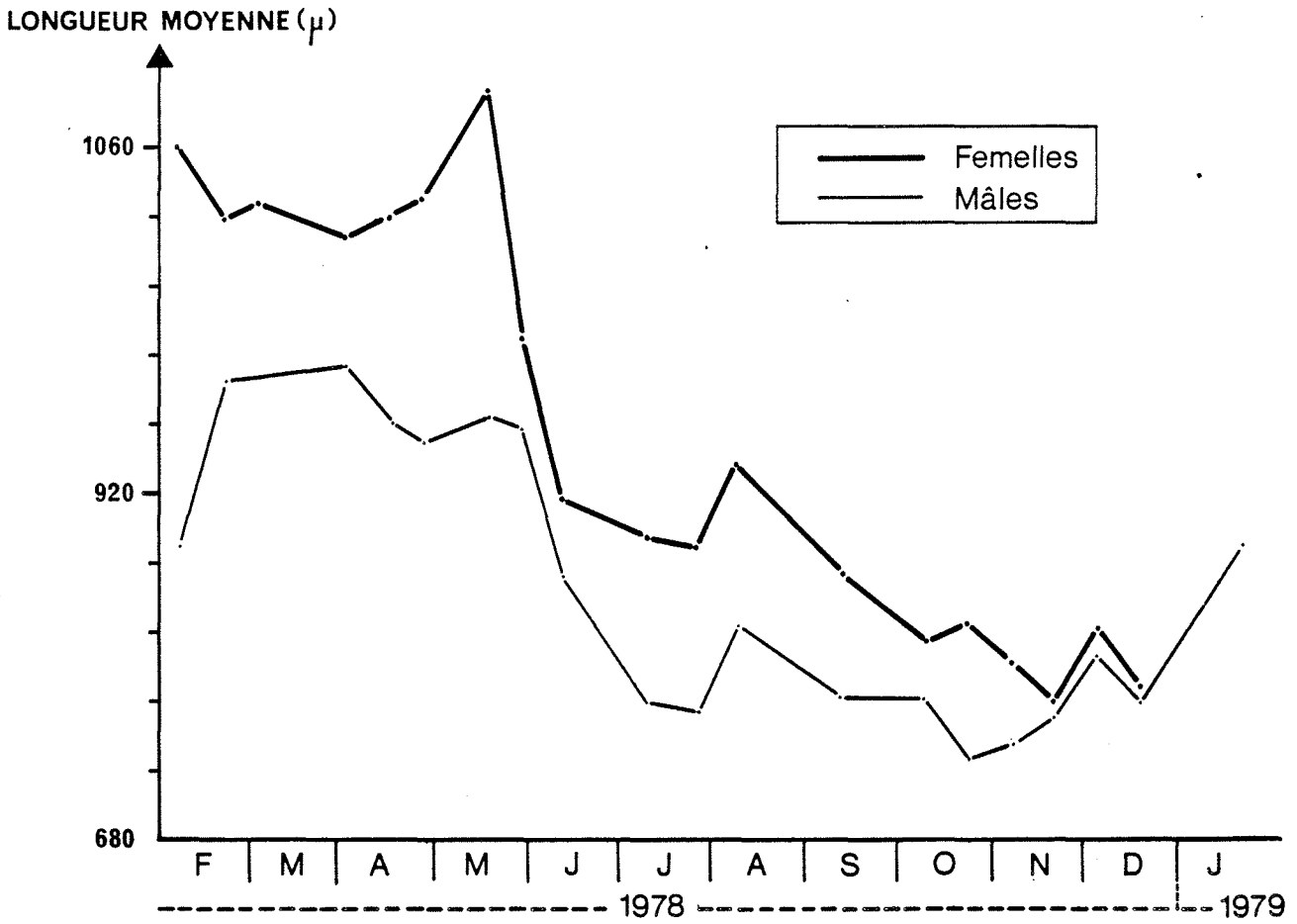
## STADE COPEPODITE "5"

- *Centropages hamatus*  
 - - - *Temora longicornis*  
 — *Acartia clausi*

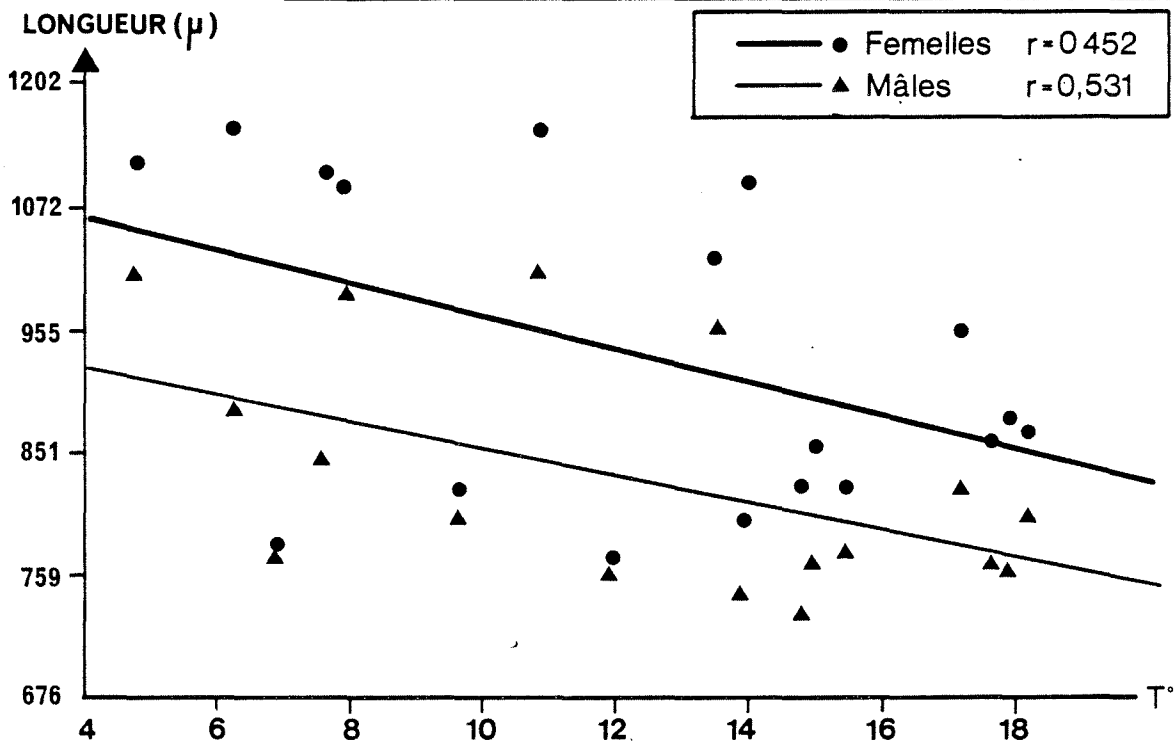
Longueur moyenne ( $\mu$ )

*Centropages hamatus*

VARIATIONS SAISONNIERES DES LONGUEURS



CORRELATIONS "LONGUEUR / T°" Fig. V 22 b



ANNEXE  
DU CHAPITRE V

PENLY 1ÈRE ANNÉE - BIOMASSES DE ZOOPLANCTON

Penly 1 : 23 février 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
A <sub>1</sub> .....	79.59	/	/	/	/	/
B <sub>1</sub> .....	18.00	22.69	4.17	3.50	0.64	5.44
C <sub>1</sub> .....	15.01	30.16	5.86	4.62	0.90	5.15
D <sub>0</sub> .....	6.16	24.80	5.68	1.73	0.40	4.37
B <sub>2</sub> .....	7.02	26.86	6.29	1.71	0.40	4.27
Moyenne ....	25.16	26.13	5.50	2.89	0.59	4.81

Penly 2 : 04 avril 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
A <sub>1</sub> .....	10.05	18.84	3.68	1.90	0.38	5.13
B <sub>1</sub> .....	22.85	9.59	2.01	2.12	0.44	4.99
C <sub>1</sub> .....	15.81	16.49	4.14	2.58	0.65	4.13
D <sub>0</sub> .....	13.53	25.56	6.27	3.44	0.84	4.14
Moyenne ....	15.56	17.62	4.02	2.51	0.57	4.60

Penly 3 : 18 avril 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
A <sub>1</sub> .....	24.33	32.47	7.81	7.91	1.90	4.18
B <sub>1</sub> .....	36.09	42.01	9.91	15.15	3.58	4.24
C <sub>1</sub> .....	49.78	39.84	10.20	19.71	5.10	3.91
D <sub>0</sub> .....	24.87	40.17	10.23	9.89	2.53	3.93
B <sub>2</sub> .....	59.95	44.79	10.94	26.85	6.55	4.11
Moyenne ....	39.00	39.85	9.82	15.90	3.93	4.07

Penly 3' : 28 avril 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
B .....	11.96	26.19	5.14	3.08	0.60	5.12
D <sub>0</sub> .....	14.29	40.29	8.21	/	/	4.91
Moyenne ....	12.73	30.89	6.16	3.08	0.60	5.05

Penly 4 : 20 mai 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
A <sub>1</sub> .....	51.40	29.26	7.29	15.01	3.73	4.18
B <sub>1</sub> .....	175.04	43.30	10.59	75.69	18.52	4.09
C <sub>1</sub> .....	139.88	44.32	10.45	61.90	14.49	4.27
D <sub>0</sub> .....	149.77	44.50	10.56	66.84	15.86	4.22
Moyenne ....	128.25	40.34	9.72	54.57	13.15	4.19

Penly 6 : 11 juillet 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
B <sub>1</sub> .....	49.47	16.59	6.70	8.74	2.84	2.93
D <sub>0</sub> .....	112.31	7.03	1.24	8.51	0.97	7.13
A <sub>2</sub> .....	39.40	12.29	1.16	4.84	0.46	10.59
B <sub>2</sub> .....	60.26	19.81	3.69	12.63	2.41	5.87
C <sub>2</sub> .....	66.04	36.09	8.06	23.83	5.32	4.48
Moyenne ....	68.69	16.90	4.06	11.05	2.27	5.87

Penly 7' : 27 juillet 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
B .....	49.56	22.66	5.48	11.33	2.77	4.19

Penly 7 : 10 août 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
A <sub>1</sub> .....	29.85	30.69	7.52	9.16	2.24	4.08
B <sub>1</sub> .....	127.52	30.72	8.01	39.93	10.08	3.87
C <sub>1</sub> .....	39.14	38.29	14.99	11.10	4.34	3.45
D <sub>0</sub> .....	195.87	32.99	7.85	63.18	14.72	4.22
A <sub>2</sub> .....	41.62	27.59	6.87	11.48	2.86	4.02
B <sub>2</sub> .....	123.58	32.78	9.25	40.50	11.43	3.55
Moyenne ...	111.61	32.17	8.41	35.87	8.43	3.87

Penly 8' : 29 août 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
B .....	/	20.38	5.61	/	/	3.63

Penly 8 : 13 septembre 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
A <sub>1</sub> .....	9.06	36.98	9.06	2.86	0.66	4.11
B <sub>1</sub> .....	19.51	33.98	8.20	7.66	1.85	4.14
C <sub>1</sub> .....	45.54	36.65	9.56	16.52	4.41	3.84
D <sub>0</sub> .....	15.57	32.62	7.61	4.88	1.17	4.28
B <sub>2</sub> .....	7.26	33.35	6.91	2.43	0.51	4.88
Moyenne ...	19.05	34.80	8.27	6.78	1.70	4.26

Penly 9 : 10 octobre 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
B <sub>1</sub> .....	47.21	33.64	9.58	15.98	4.48	3.53
D <sub>0</sub> .....	46.25	16.20	3.58	6.50	1.27	5.21
A <sub>2</sub> .....	41.52	20.40	5.15	7.87	1.80	4.32
B <sub>2</sub> .....	24.69	12.92	2.55	2.70	0.49	5.88
C <sub>2</sub> .....	34.40	23.54	6.44	8.07	2.19	3.67
Moyenne ...	38.86	21.34	5.46	8.22	2.04	4.52

Penly 10' : 24 octobre 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
B .....	11.79	26.32	6.38	2.92	0.64	4.19

Penly 10 : 08 novembre 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
A <sub>1</sub> .....	8.48	25.79	5.63	2.10	0.48	4.35
B <sub>1</sub> .....	14.71	32.05	7.52	4.72	1.12	4.27
C <sub>1</sub> .....	13.94	30.26	9.37	4.20	1.31	3.23
D <sub>0</sub> .....	12.27	25.43	5.75	3.13	0.71	4.42
B <sub>2</sub> .....	17.36	38.05	8.81	6.51	1.51	4.36
Moyenne ...	13.44	30.10	6.32	4.13	1.02	4.12

Penly 11' : 21 novembre 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
B .....	27.24	21.30	4.16	5.18	1.05	5.10

Penly 11 : 06 décembre 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
B <sub>1</sub> .....	6.50	25.22	5.37	1.67	0.35	4.69
C <sub>1</sub> .....	12.00	26.49	5.44	3.09	0.63	4.87
D <sub>0</sub> .....	14.16	33.10	6.72	4.40	0.85	5.09
B <sub>2</sub> .....	14.11	15.35	1.07	1.07	0.07	14.34
Moyenne ...	11.70	26.44	5.22	2.84	0.56	5.93

Penly 12' : 21 décembre 1978

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
B .....	12.99	27.25	6.15	/	/	4.45

Penly 12 : 23 janvier 1979

Station	Poids sec mg/m <sup>3</sup>	C %	N %	C mg/m <sup>3</sup>	N mg/m <sup>3</sup>	C/N
A <sub>1</sub> .....	10.73	23.00	5.81	1.77	0.41	4.01
B <sub>1</sub> .....	7.49	19.23	4.78	1.16	0.23	4.33
D <sub>0</sub> .....	19.31	24.65	4.70	/	/	5.24
Moyenne ...	12.33	22.29	5.10	1.47	0.32	4.52



CHAPITRE VI

CAPTAGE DE LARVES SUR COLLECTEURS

PAR F. TOULARASTEL



CHAPITRE VI

CAPTAGE DE LARVES SUR COLLECTEURS

PAR F. TOULANSTEL

## EXPERIENCE DE CAPTAGE DE LARVES SUR COLLECTEURS

Une première série de collecteurs avait été posée en juin 1978 dans la région de Penly sous la responsabilité de B. Seret. Ces collecteurs, posés en juin n'avaient pu être relevés qu'en septembre par suite d'intempéries. Le matériel zoologique récolté correspond donc à une période de recrutement de 3 mois.

Ce matériel, fixé et conservé à l'alcool, nous a été confié pour dépouillement après le départ de Mr SERET.

### 1 - Méthode :

Les filières avaient été immergées au large du site, dans la région nord entre la côte et les "ridins de Neuvillette". Le schéma de montage a été emprunté aux filières employées par le groupe des pêches (BAP - CNEXO) pour la collecte de naissain de coquilles St Jacques ( Fig. VI.2 ).

Les collecteurs sont composés d'un mètre (1 ou 2 m) de filet de nylon (de maillage 0,5 cm) plié en accordéon et enfermé dans un sac en filet de maillage plus fin. De nombreuses larves du plancton peuvent entrer à l'intérieur du sac et, si elles trouvent de bonnes conditions pour leur fixation, rester sur le filet intérieur et s'y développer à l'abri de nombreux prédateurs.

### 2 - Dépouillement :

La fixation et conservation à l'alcool étaient insuffisantes et nous avons eu beaucoup de mal à trier le matériel en mauvais état. Cependant, on a pu constater une assez grande richesse faunistique et une nouvelle série d'expériences plus précises, effectuée en 1979, complètera les premiers essais.

Les principaux groupes d'animaux fixés sont les Bryozoaires, les Hydraires, les Ascidies, les Moules. Toute la faune observée a été recrutée pendant juin - juillet - août, ce qui correspond à la période où les larves sont, dans le plancton, les plus nombreuses.

- a - Les Bryozoaires : sont sous forme de petits arbuscules touffus qui ne dépassent pas 5 cm; bien que fragiles, ils peuvent représenter une masse importante sur les substrats et retenir les sédiments.

On a trouvé surtout des *Nemertesia sp.* et *Eugulla sp.* Le mauvais état du matériel ne permet pas d'autre détermination pour l'instant.

Des larves de Bryozoaires se trouvent dans le plancton surtout en été.

- b - Les Ascidies : il s'agit exclusivement de *Molgula sp.*, qui encombrant les collecteurs sous forme de petites sphères de 1 à 2 cm de diamètre, assez solidement fixées; on en a récolté jusqu'à un volume de 2 litres à l'intérieur d'un seul collecteur.

Il est difficile de connaître les modalités de la fixation de cette ascidie. Dans le plancton on trouve très peu de larves de ce groupe. En tout cas, elles forment une masse compacte et retiennent aussi le sédiment entre les individus.

- c - Hydraires : dans ce groupe nous n'avons trouvé que quelques *Tubularia*, également en touffe; cet hydraire se reproduit par larves "planula" qui ne sont pas planctoniques mais qui sont nombreuses (Van de Vyver, 1958). Les polypes eux, bien que d'apparence fragile, sont solidement fixés, vivent relativement longtemps (jusqu'à un an) et accroissent beaucoup leurs colonies par stolonisation.

- d - Mollusques : nous avons repéré quelques jeunes de pectunculidés et vénéridés, et des moules. Les moules sont très abondantes dans la plupart des collecteurs, elles mesurent de 4 à 28 mm. La série d'expériences de pose de collecteur que j'ai effectuée en 1979 donnera quelques précisions sur la croissance des moules.

- e - Annélides : de nombreux annélides, fixés et vagiles seront déterminés ultérieurement.

Outre ces animaux fixés on recense beaucoup d'amphipodes (Caprelliens), des jeunes Copépodes (*Portunus puber*, *porcellana longicornis*) et quelques nudibranches.

Nous avons donné ici l'essentiel des résultats de cette première expérience dont le premier but était d'abord technique, une fois établis le type de filière à poser,

l'endroit, la méthode de relève et de dépouillement; cette première expérience nous montre un potentiel important de recouvrement de substrat. La deuxième série d'expériences apportera des précisions sur le cycle biologique et la croissance de plusieurs espèces.



FIGURES VI-1 A VI-2

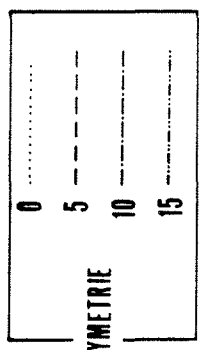
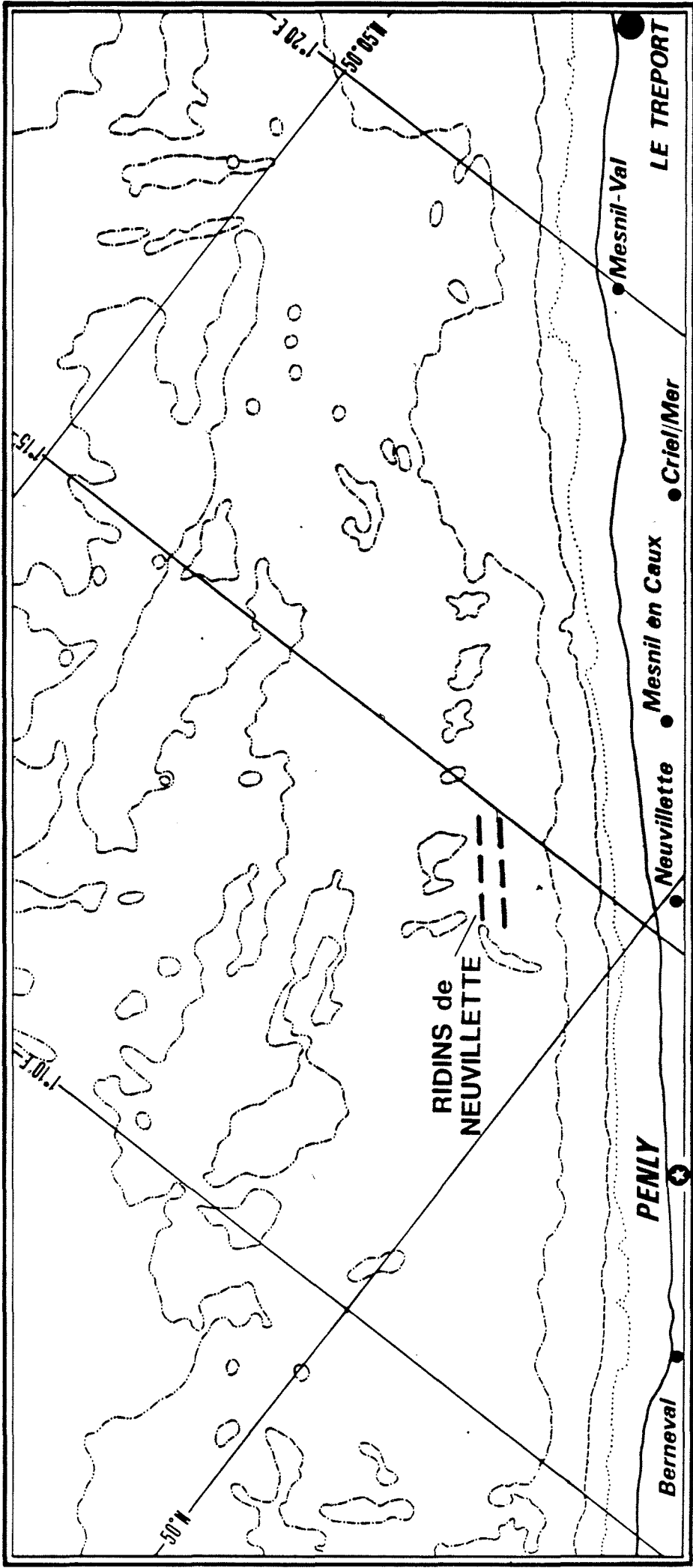




PENLY 1<sup>ère</sup> ANNEE

Fig: VII.1

EMPLACEMENT DES FILIERES DES COLLECTEURS

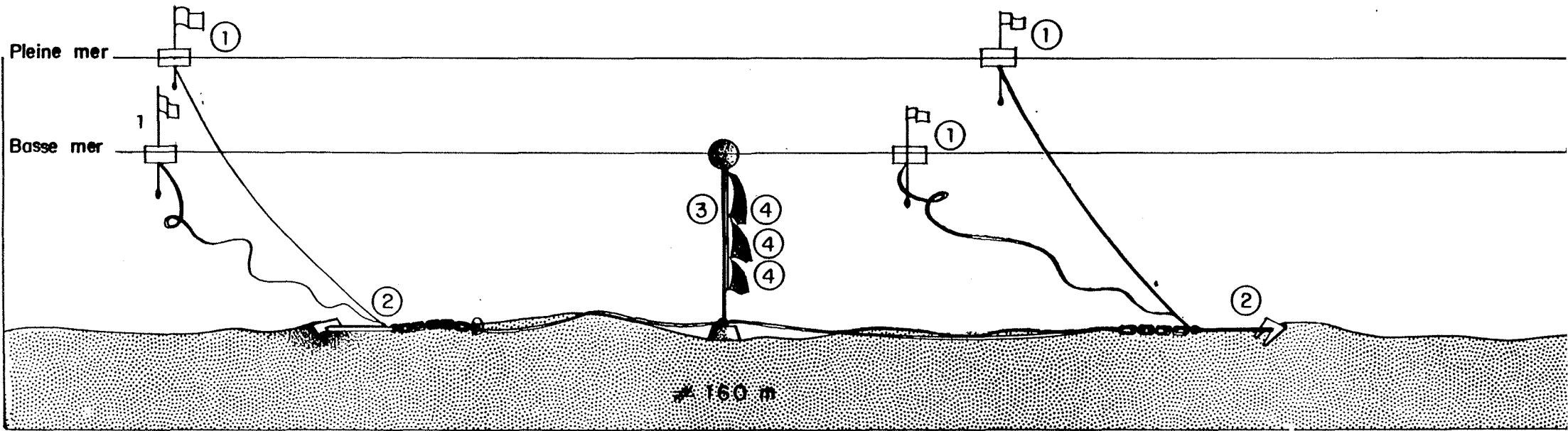


SITE DE PENLY

EXPERIENCE DE CAPTAGE DE NAISSAINS  
AU MOYEN DE COLLECTEURS IMMERGES

*Schéma d'une filière de fond*

- 1 VOYANT DE SURFACE
- 2 GRAPPIN
- 3 FILIERE SECONDAIRE
- 4 COLLECTEUR



CHAPITRE VII  
BENTHOS

PAR T. BELSHER (PHYTOBENTHOS)  
B. GUILLAUMONT (ZOOBENTHOS)  
D. HAMON (ZOOBENTHOS)  
R. LOARER (SEDIMENTOLOGIE)

avec la participation de L. DREVES et Y. GUENNEGAN





## A. INTRODUCTION

L'étude d'avant-projet (ANTOINE, L.) avait déjà permis de pressentir la grande simplicité structurale de la couverture algale en zone intertidale. Aussi l'objectif principal est-il, pour l'étude de projet, d'établir une cartographie, tant qualitative que quantitative, des grandes unités floristiques différenciées par photographie aérienne infrarouge et couleur, et identifiées par l'analyse des prélèvements de terrain. Des radiales, mais aussi de nombreuses stations réparties dans les principaux peuplements ont donc concerné le Phytobenthos intertidal, permettant ainsi d'obtenir, outre l'information qualitative, les données quantitatives centrées essentiellement sur les recouvrements et les biomasses. (fig. VII.1).

L'aire minimale qualitative de prélèvement a été calculée pour les principaux peuplements identifiés : les résultats complètent les informations précédemment obtenues.

## B. MÉTHODOLOGIE

Pour chacune des radiales retenues, certaines stations, réparties du haut en bas de la zone intertidale, font l'objet de prélèvements à deux périodes de l'année (avril et septembre 1978) afin d'apprécier les variations saisonnières. Mais la préoccupation essentielle, pour ce site, a été, chaque fois, d'établir la liste qualitative, affectée de données quantitatives, la plus exhaustive possible.

### I) TECHNIQUE D'ECHANTILLONNAGE

#### 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

Pour les relevés de chaque secteur étudié, le maximum de facteurs susceptibles de faire varier le peuplement algal a été fixé : exposition, pente, surface de prélèvement.

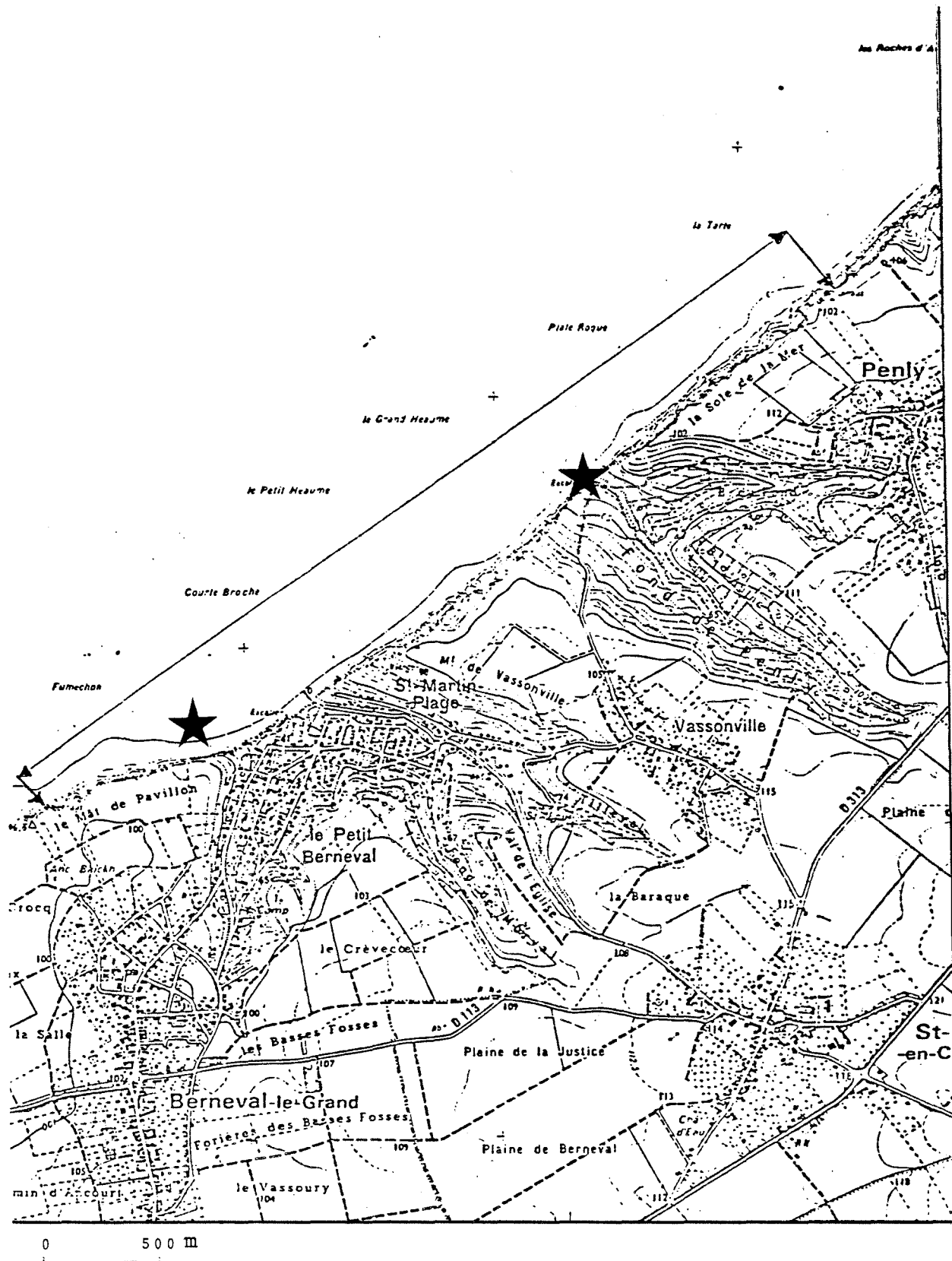


FIGURE VII.1 : LOCALISATION DE LA ZONE INTERTIDALE ÉTUDIÉE  
(d'après la carte DIEPPE-EST 1-2, IGN)



emplacement des radiales

## II) PARAMETRES ANALYTIQUES

Les espèces constitutives des relevés sont étudiées au Laboratoire sous la loupe binoculaire et le microscope, afin d'établir la 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.

### 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) 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)

---

\*

Une telle liste est longue à établir et limite le nombre des relevés

Le coefficient de reproduction  $C_g$  d'un relevé sera :

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

$R_i$  = 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 :

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

### 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, etc.).

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

### Coefficient Q

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

$$T = \sum Q$$

## III) PARAMETRES SYNTHETIQUES

### Dominance qualitative

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

$$DQ = \frac{\bar{Q}}{\bar{T}} \times 100$$



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  $\Psi$  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.

IV) ANALYSE DE SIMILITUDE

Les coefficients de corrélation suivants ont été retenus :

Coefficient de corrélation de point  $\Phi$ 

$$\Phi = \frac{ad - bc}{(a+b)(a+c)(b+d)(c+d)}$$

a = nombre de relevés contenant l'espèce i et l'espèce j

b = nombre de relevés contenant l'espèce i sans l'espèce j

c = nombre de relevés contenant l'espèce j sans l'espèce i

d = nombre de relevés ne contenant ni i ni j.

Le coefficient  $\phi$  est lié au paramètre  $\chi^2$  par l'expression :

$$\phi = \frac{\chi^2}{n} \quad \text{d'où } \chi^2 = n\phi^2 \quad (n = \text{nombre d'observations})$$

La détermination statistique des seuils de signification est donc aisée.

#### Coefficient de SORENSEN (1948)

$$S = \frac{2N_{pq}}{N_p + N_q} \times 100$$

$N_{pq}$  = nombre d'espèces communes aux relevés p et q

$N_p$  = nombre d'espèces du relevé p

$N_q$  = nombre d'espèces du relevé q

### C) RÉSULTATS

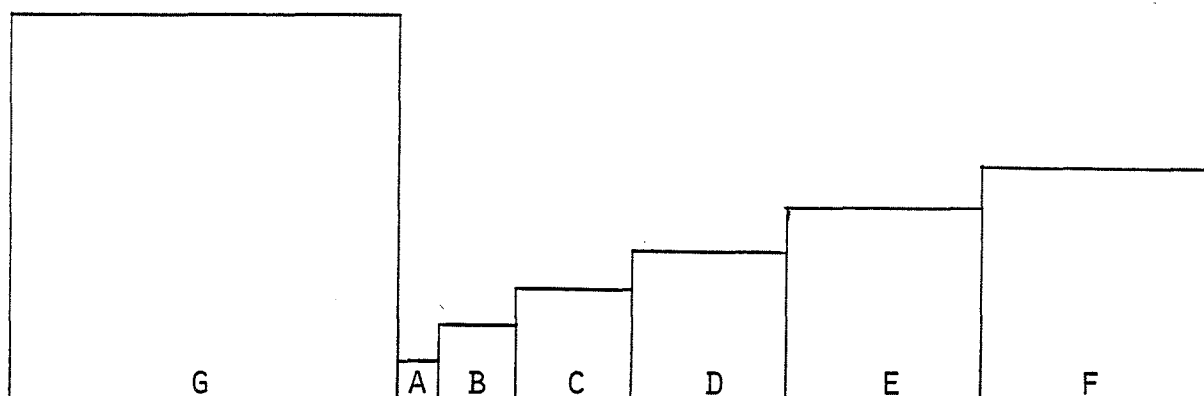
#### I) ETUDES D'AIRES MINIMALES QUALITATIVES

Elles ont concerné, en avril et septembre 1978, divers peuplements, en particulier à *Fucus serratus* (par H. NEDELEC) et à Ulvales. Le principe adopté pour chacune est le même : les espèces de prélèvements de taille croissante sont identifiées et comptabilisées pour chacune des surfaces considérées. Les données obtenues permettent alors le tracé de la courbe aire-espèces, sur laquelle sont portés les points MOLINIER 20/1 et 20/2 (BOUDOURESQUE, C.F. et BELSHER, T., 1978). L'aire minimale, par définition, est considérée comme comprise entre les deux valeurs ainsi obtenues. Afin de tenir compte des variations aléatoires au sein des peuplements, la valeur retenue, pour être celle de l'aire minimale, correspondra à la limite supérieure définie par le point MOLINIER 20/1.\*

\* Le point MOLINIER 20/1 est le point tel qu'à une augmentation de 20 % de la superficie correspond une augmentation de 1 % du nombre d'espèces.  
Le point MOLINIER 20/2 est le point tel qu'à une augmentation de 20 % de la superficie correspond une augmentation de 2 % du nombre d'espèces.

1) Aire minimale qualitative d'un peuplement à *Fucus serratus* L

Plan d'échantillonnage

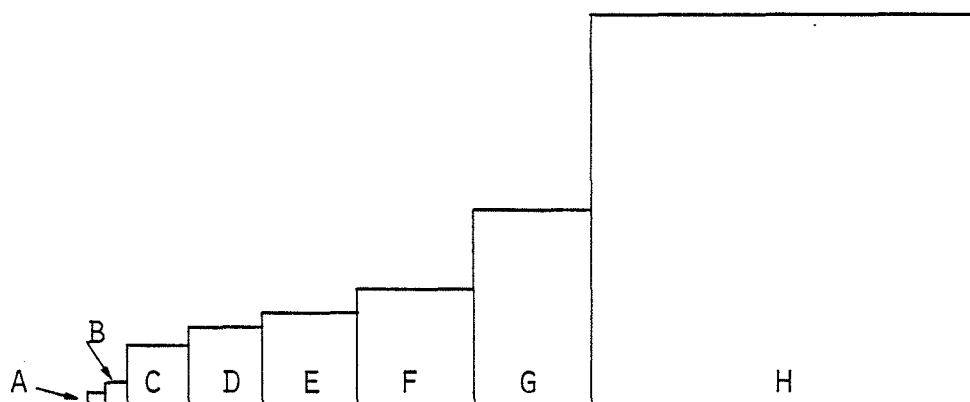


A = 25 cm <sup>2</sup>	B = 100 cm <sup>2</sup>	C = 225 cm <sup>2</sup>	D = 400 cm <sup>2</sup>
E = 625 cm <sup>2</sup>	F = 900 cm <sup>2</sup>	G = 2500 cm <sup>2</sup>	

Courbe aire-espèces et détermination de l'aire minimale qualitative.

La courbe aire-espèces (figure VII.2) obtenue grâce à l'analyse des quadrats (tableau VII.1) se stabilise assez rapidement pour un petit nombre d'espèces. Aussi, le point MOLINIER 20/1 permet-il de déterminer une aire minimale qualitative réduite (1700 cm<sup>2</sup>) par rapport à celles calculées pour le même type de peuplement en d'autres sites (FLAMANVILLE, PALUEL).

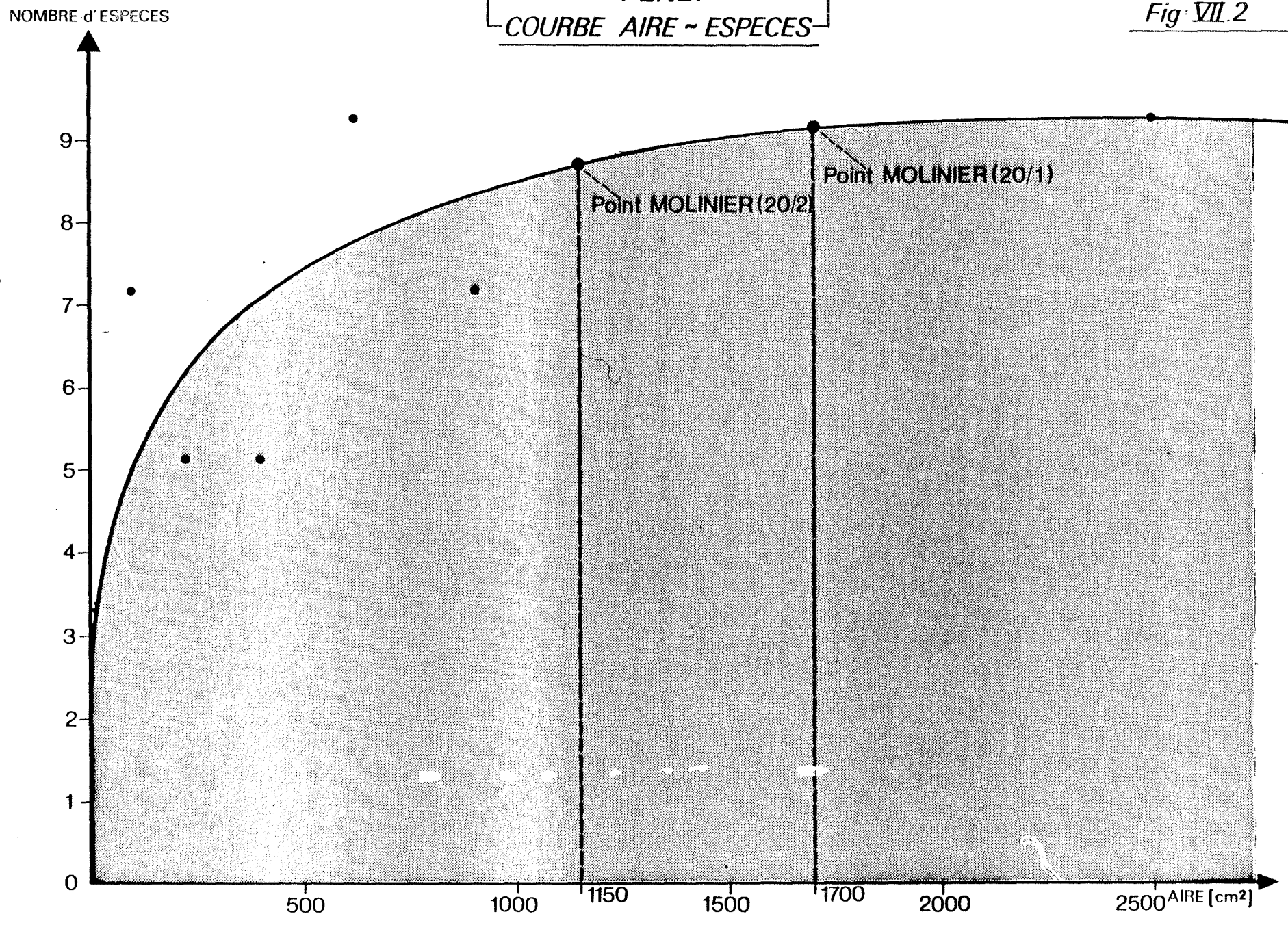
2) Aire minimale qualitative d'un peuplement à Ulvales de haut niveau, colonisant des éboulis et des blocs situés à proximité de la falaise



A = 1 cm <sup>2</sup>	B = 4 cm <sup>2</sup>	C = 9 cm <sup>2</sup>	D = 12.25 cm <sup>2</sup>
E = 25 cm <sup>2</sup>	F = 36 cm <sup>2</sup>	G = 100 cm <sup>2</sup>	H = 400 cm <sup>2</sup>

PENLY  
COURBE AIRE - ESPECES

Fig: VII.2



Espèces	Quadrats						
	A	B	C	D	E	F	G
<i>Blidingia minima</i> .....	+	+	+		+	+	+
Cladophoracée .....					+		
<i>Ulothrix flacca</i> .....				+			
<i>Ulva lactuca</i> .....	+	+	+	+	+	+	+
<i>Rhizosolenium kernerii</i> .....		+	+	+			+
Ectocarpacée .....						+	
<i>Fucus serratus</i> .....	+	+	+	+	+	+	+
<i>Pylaiella littoralis</i> .....	+	+			+	+	+
<i>Sphacelaria</i> sp. ....				+			
<i>Ceramium gracillimum</i> .....					+		+
Corallinacée encroûtante(1) .		+	+		+	+	+
Corallinacée encroûtante(2) .							+
<i>Plocamium cartilagineum</i> .....							+
<i>Porphyra</i> sp. ....					+		
<i>Rhodothamniella floridula</i> ...		+			+	+	

TABLEAU VII.1 : RÉPARTITION DES ESPÈCES PAR QUADRAT

Espèces	Quadrats							
	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Blidingia minima</i> .....	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>Enteromorpha compressa</i> .				+	+	+	+	+

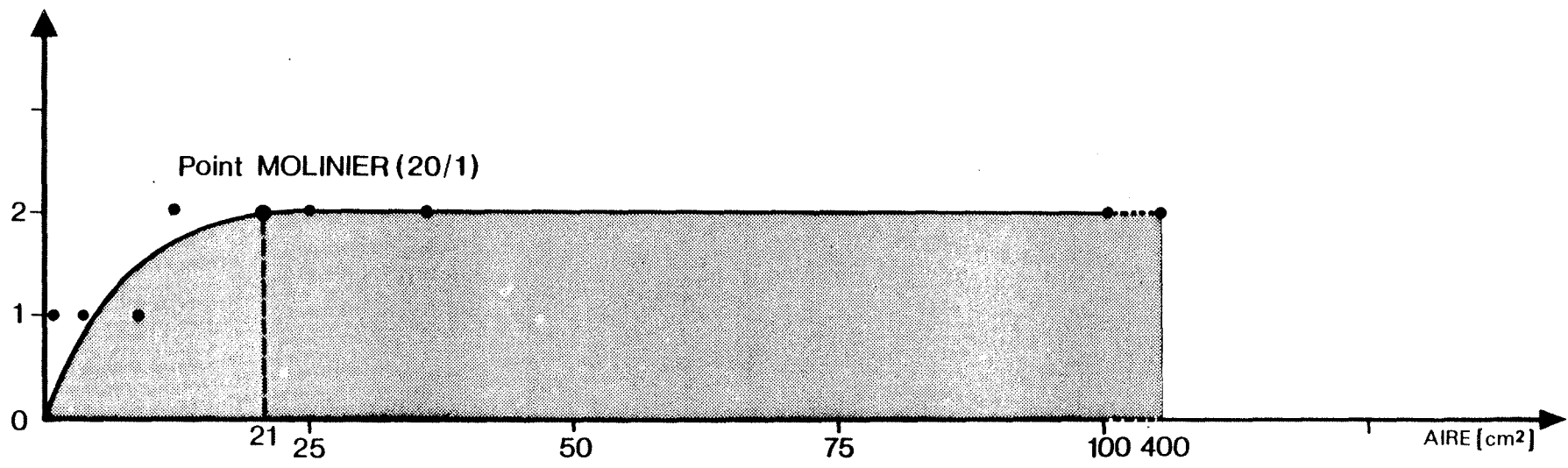
TABLEAU VII.2 : RÉPARTITION DES ESPÈCES PAR QUADRAT

Courbe aire-espèces et détermination de l'aire minimale qualitative

Le nombre d'espèces s'élève à 2 très rapidement et ne dépasse plus cette valeur (tableau VII.2) ; aussi, le point MOLINIER 20/1 (figure VII.3) permet-il de déterminer une aire minimale de très petite taille (21 cm<sup>2</sup>).

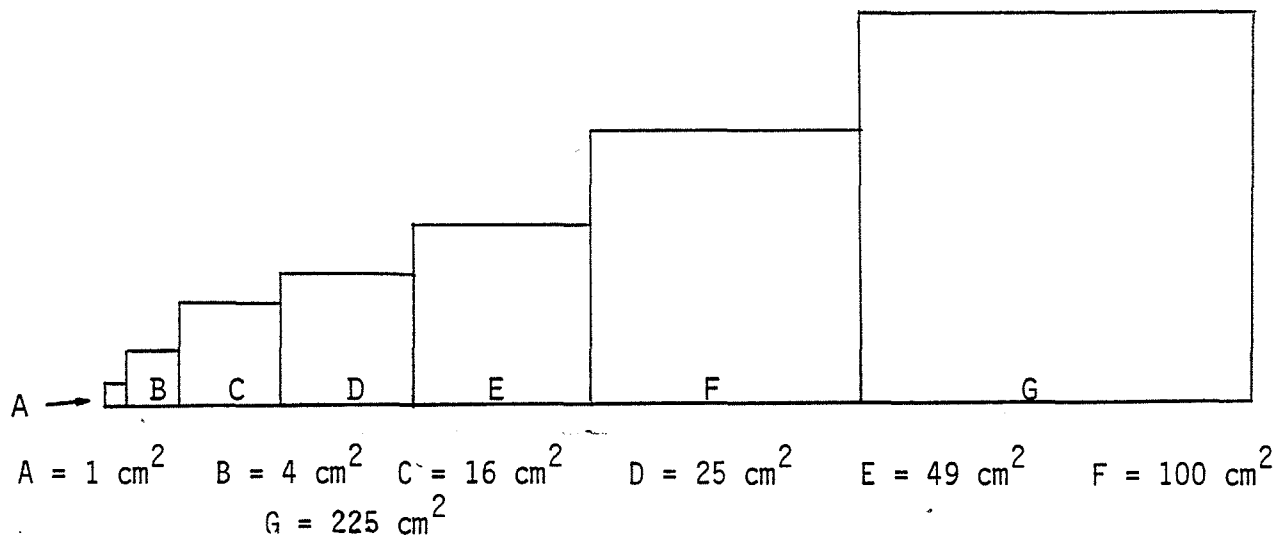
PENLY  
COURBE AIRE ~ ESPECES

Fig. VII.3



3) Aire minimale qualitative d'un peuplement hétérogène situé en limite médio-littoral - infralittoral, au-delà du peuplement à *Fucus serratus*

Plan d'échantillonnage



Quadrats	A	B	C	D	E	F	G
Espèces							
<i>Ulva lactuca</i> .....	+		+	+	+	+	+
<i>Bryopsis plumosa</i> .....			+	+	+	+	+
<i>Antithamnion cruciatum</i> .			+	+		+	+
<i>Polysiphonia urceolatae</i>				+	+	+	+
<i>Cladophora</i> sp. ....				+			
<i>Chaetomorpha aerea</i> ....				+	+	+	
<i>Blidingia minima</i> .....					+	+	+
<i>Sphacelaria</i> sp. ....					+		
<i>Gomontia polyhriza</i> ....						+	
<i>Rhodothamniella floridula</i>							+
<i>Enteromorpha compressa</i> .							+
<i>Hypoglossum woodwardi</i>							+

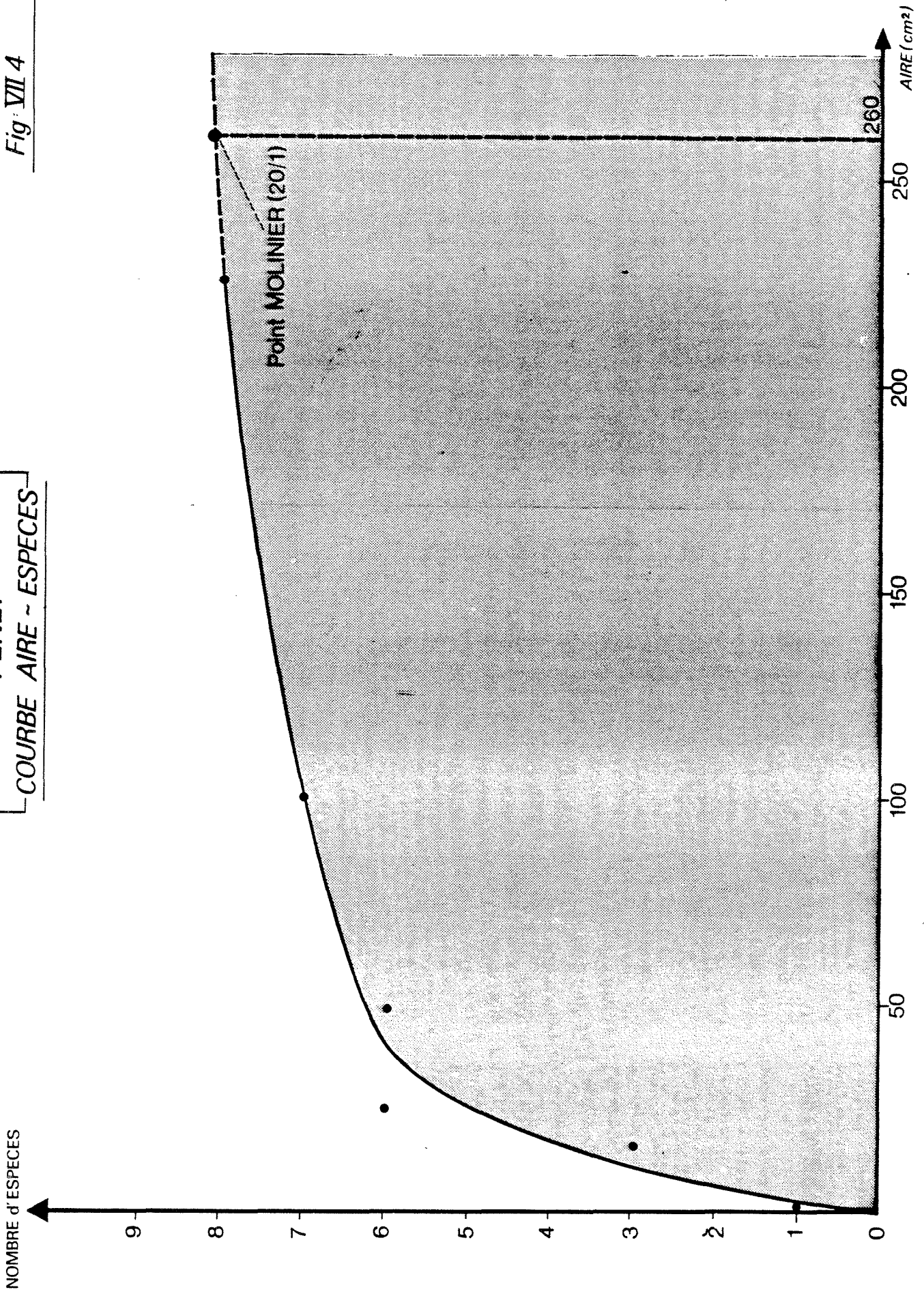
TABLEAU VII.3 : RÉPARTITION DES ESPÈCES PAR QUADRAT

Courbe aire-espèces et détermination de l'aire minimale qualitative

Le point MOLINIER 20/1 situerait l'aire minimale aux alentours de 260 cm<sup>2</sup> (figure VII.4).

PENLY  
COURBE AIRE ~ ESPECES

Fig. VII 4





## II) RADIALES ET RELEVÉS

En avril et en septembre 1978, les secteurs dits du "Blockhaus" et de "Berneval" (figures VII.5 et 6) ont été prospectés.

Les résultats obtenus sont analysés secteur par secteur pour chacune des périodes d'échantillonnage.

### 1) Nombre d'espèces (T)

L'analyse de ce paramètre permet déjà de pressentir la grande simplicité structurale du site. Le nombre d'espèces par relevé est très faible puisque compris en avril entre 1 (Py 4) et 9 (Py 6), dans le secteur du "Blockhaus" et 4 (Py 17) et 14 (Py 15) pour celui de "Berneval" (tableaux VII.4 à 7). En septembre, il fluctue respectivement entre 5 (Py 19) et 11 (Py 20) et 2 (Py 45) et 9 (Py 30) (tableaux VII.8 à 11).

Pour chacune des périodes envisagées, le nombre d'espèces différentes répertoriées est sensiblement le même (32 en avril, 29 en septembre). Il ne dépasse pas 43 pour la durée de l'étude (liste systématique p. 117).

### 2) Recouvrement (Rt%)

Les valeurs obtenues sont comprises, en avril, entre 10.10 et 88.50 (Py 18, Py 15, tableau VII.6), en septembre entre 17.03 et 77.55 (Py 42, Py 40 ; tableau VII.10). Les plus fortes sont dues essentiellement aux Phéophycées et aux Chlorophycées (tableaux VII.7 et VII.11). Dans les deux secteurs prospectés, la couverture végétale est discontinue et ce pour l'ensemble du site, comme le confirment les photographies aériennes en infrarouge (figures VII.5 et VII.6). Aussi les valeurs données sont-elles d'autant plus faibles pour la zone intertidale considérée.

TABLEAU VII.4 : RADIALE 1 "BLOCKHAUS " (AVRIL 1978)

Relevés		Py.1	Py.2	Py.3	Py.4	Py.5	Py.6
Paramètres							
Nombre d'espèces (T) .....		5.00	5.00	5.00	1.00	4.00	9.00
Recouvrement (Rt%) .....		27.05	47.05	35.10	40.00	18.50	20.65
Indice de diversité (D) .....		1.66	1.55	0.75	-	1.60	2.88
Equitabilité (Eq) .....		0.71	0.67	0.32	-	0.80	0.10
Coefficient de reproduction (cG).....		185.00	150.00	320.00	400.00	200.00	40.00
Densité de reproduction (dG) .....		6.84	3.19	9.12	10.00	10.81	1.94
Dominance qualitative (DQ%)	Rhodophycées .....	20.00	20.00	0.00	0.00	0.00	33.33
	Phéophycées .....	40.00	40.00	40.00	100.00	50.00	11.11
	Chlorophycées .....	40.00	40.00	60.00	0.00	50.00	33.33
	Bryopsidophycées .....	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	22.22
Dominance quantitative (DR%)	Rhodophycées .....	0.18	0.11	0.00	0.00	0.00	29.30
	Phéophycées .....	73.94	42.51	91.17	100.00	64.86	19.37
	Chlorophycées .....	25.88	57.39	8.83	0.00	35.14	24.70
	Bryopsidophycées .....	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	26.63
Tension ( $\Psi$ )	Rhodophycées .....	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.88
	Phéophycées .....	1.85	1.06	2.28	1.00	1.30	1.74
	Chlorophycées .....	0.65	1.43	0.15	0.00	0.70	0.74
	Bryopsidophycées .....	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.20
Rapport R/P .....	0.50	0.50	0.00	0.00	0.00	3.00	
Biomasse (poids sec en g/m <sup>2</sup> ) .....	148.16	83.16	225.76	445.12	106.56	161.68	

TABLEAU VII.5 : RADIALE 1 "BLOCKHAUS" (AVRIL 1978) - RÉPARTITION  
DES ESPÈCES, PAR RELEVÉ, ACCOMPAGNÉES DE LEUR  
RECOUVREMENT, EXPRIMÉ EN POURCENTAGE,

Espèces	Stations					
	Py.1	Py.2	Py.3	Py.4	Py.5	Py.6
<i>Fucus spiralis</i> .....	5.00	5.00	<u>30.00</u>	-	2.00	-
<i>Blidingia minima</i> .....	2.00	2.00	0.05	-	-	0.05
<i>Enteromorpha compressa</i> .....	5.00	<u>25.00</u>	3.00	-	6.00	-
<i>Pylaiella littoralis</i> .....	<u>15.00</u>	-	2.00	-	10.00	-
<i>Porphyra linearis</i> .....	0.05	-	-	-	-	-
<i>Antithamnion cruciatum</i> .....	-	0.05	-	-	-	-
<i>Ulva lactuca</i> .....	-	-	0.05	-	0.50	-
<i>Fucus vesiculosus</i> .....	-	-	-	<u>40.00</u>	-	5.00
<i>Fucus serratus</i> .....	-	-	-	-	-	4.00
<i>Ulva curvata</i> .....	-	-	-	-	-	0.05
<i>Ceramium tenuissimum</i> .....	-	-	-	-	-	0.05
<i>Rhodothamniella floridula</i> .....	-	-	-	-	-	5.00
<i>Polysiphonia lanosa</i> .....	-	-	-	-	-	1.00
<i>Cladophora pellucida</i> .....	-	-	-	-	-	5.00
<i>Iola implexa</i> .....	-	-	-	-	-	0.50

Aires de prélèvement (tableaux VII.5 à VII.9) :

Stations à dominante d'Ulvaes : 21 cm<sup>2</sup>

Stations à dominante de *Fucus serratus* : 1700 cm<sup>2</sup>

Stations à peuplements hétérogènes, sous dominante de *Fucus serratus* :  
260 cm<sup>2</sup>

TABLEAU VII.6 : RADIALE 2 "BERNEVAL" (AVRIL 1978)

Relevés		Paramètres				
		Py.7	Py.15	Py.16	Py.17	Py.18
Nombre d'espèces (T) .....		7.00	14.00	12.00	4.00	5.00
Recouvrement (Rt%) .....		63.03	88.50	13.32	21.06	10.10
Indice de diversité (D) .....		1.98	2.97	1.11	0.30	0.65
Equitabilité (Eq) .....		0.70	0.78	0.31	0.15	0.28
Coefficient de reproduction (cG) .....		18.00	173.00	27.36	0.00	0.00
Densité de reproduction (dG) .....		0.29	1.95	2.05	0.00	0.00
Dominance qualitative (DQ%)	Rhodophycées .....	28.57	35.71	58.33	25.00	40.00
	Phéophycées .....	28.57	28.57	16.67	25.00	20.00
	Chlorophycées .....	42.86	28.57	16.67	50.00	40.00
	Bryopsidophycées .....	0.00	7.14	8.33	0.00	0.00
Dominance quantitative (DR%)	Rhodophycées .....	6.39	10.17	1.73	0.14	5.45
	Phéophycées .....	6.35	28.81	67.79	94.97	4.95
	Chlorophycées .....	87.26	55.37	30.26	4.89	89.60
	Bryopsidophycées .....	0.00	5.65	0.23	0.00	0.00
Tension (Ψ)	Rhodophycées .....	0.22	0.28	0.03	0.01	0.14
	Phéophycées .....	0.22	<u>1.01</u>	<u>4.07</u>	<u>3.80</u>	0.25
	Chlorophycées .....	<u>2.04</u>	<u>1.94</u>	<u>1.82</u>	0.10	<u>2.24</u>
	Bryopsidophycées .....	0.00	0.79	0.03	0.00	0.00
Rapport R/P .....		1.00	1.25	3.50	1.00	2.00
Biomasse (poids sec, en g/m <sup>2</sup> ) .....		73.48	196.76	341.44	150.40	9.36

TABLEAU VII.7 : RADIALE 2 "BERNEVAL" (AVRIL 1978) : RÉPARTITION  
DES ESPÈCES PAR RELEVÉ, ACCOMPAGNÉES DE LEUR  
RECOUVREMENT EXPRIMÉ EN POURCENTAGE.

Espèces	Stations				
	Py.7	Py.15	Py.16	Py.17	Py.18
<i>Fucus spiralis</i> .....	1.00	3.00	0.03		
<i>Blidingia minima</i> .....	10.00	20.00			0.05
<i>Euteromorpha compressa</i> .....	30.00	20.00	0.03	0.03	
<i>Pylaiella littoralis</i> .....	3.00	20.00			
<i>Porphyra umbilicalis</i> .....	4.00	0.50			
<i>Aglaothamnionscopulorum</i> .....	0.03	5.00			
<i>Ulva lactuca</i> .....	15.00	5.00		1.00	9.00
<i>Acrochaetium secundatum</i> .....		2.00			
<i>Ceramium rubrum</i> .....		1.00	0.03		
<i>Sphacelaria radicans</i> .....		2.00			
<i>Cladophora glaucescens</i> .....		5.00	0.03		
<i>Ectocarpus sp.</i> .....		0.50			
<i>Rhodothamniella floridula</i> .....		0.50	0.03		
<i>Gomontia polyrhiza</i> .....		4.00			
<i>Plocamium cartilagineum</i> .....			0.03		
<i>Ulva rigida</i> .....			4.00		
<i>Fucus serratus</i> .....			9.00	20.00	0.50
<i>Ceramium diaphanum</i> .....			0.05	0.03	
<i>Polysiphonia opaca</i> .....			0.03		
<i>Ceramium tenuissimum</i> .....			0.03		0.05
<i>Polysiphonia nigrescens</i> .....					0.50

TABLEAU VII.8 : RADIALE 1 'BLOCKHAUS" (SEPTEMBRE 1978)

Relevés		Py.19	Py.20	Py.21
Paramètres				
Nombre d'espèces (T) .....		5.00	11.00	10.00
Recouvrement (Rt%) .....		74.50	45.13	51.55
Indice de diversité (D) .....		0.75	1.63	2.24
Equitabilité (Eq) .....		0.32	0.47	0.67
Coefficient de reproduction (cG) ..		0.00	0.30	6.50
Densité de reproduction (dG) .....		0.00	0.01	0.13
Dominance qualitative (DQ%)	Rhodophycées .....	20.00	45.45	50.00
	Phéophycées .....	20.00	27.27	10.00
	Chlorophycées .....	60.00	18.18	20.00
	Bryopsidophycées .....	0.00	9.09	20.00
Dominance quantitative (DR%)	Rhodophycées .....	4.03	4.54	20.37
	Phéophycées .....	0.67	6.76	5.82
	Chlorophycées .....	95.30	88.63	67.90
	Bryopsidophycées .....	0.00	0.07	5.92
Tension ( $\Psi$ )	Rhodophycées .....	0.20	0.10	0.41
	Phéophycées .....	0.03	0.25	0.58
	Chlorophycées .....	<u>1.59</u>	<u>4.88</u>	<u>3.40</u>
	Bryopsidophycées .....	0.00	0.01	0.30
Rapport R/P .....	1.00	1.67	5.00	
Biomasse (poids sec, en g/m <sup>2</sup> ) .....	93.60	51.00	76.48	

## TABLEAU VII.9 : RADIALE 1 "BLOCKHAUS" (SEPTEMBRE 1978) :

REPARTITION DES ESPÈCES, PAR RELEVÉ, ACCOMPAGNÉES  
DE LEUR RECOUVREMENT, EXPRIMÉ EN POURCENTAGE.

Espèces	Stations		
	Py.19	Py.20	Py.21
<i>Enteromorpha compressa</i> .....	65.00	-	10.00
<i>Ulva lactuca</i> .....	1.00	-	25.00
<i>Blidingia minima</i> .....	5.00	15.00	-
<i>Fucus serratus</i> .....	0.50	2.00	3.00
<i>Porphyra umbilicalis</i> .....	3.00	0.50	-
<i>Rhodothamniella floridula</i> .....	-	0.50	3.00
<i>Ceramium tenerrimum</i> .....	-	0.50	-
<i>Ceramium diaphanum</i> .....	-	0.50	0.50
<i>Plocamium cartilagineum</i> .....	-	0.05	-
<i>Cladophora glaucescens</i> .....	-	0.03	3.00
<i>Pylaiella littoralis</i> .....	-	1.00	-
<i>Sphacelaria radicans</i> .....	-	0.05	-
<i>Ulva rigida</i> .....	-	25.00	-
<i>Ceramium circinatum</i> .....	-	-	6.00
<i>Polysiphonia lanosa</i> .....	-	-	0.50
<i>Chaetomorpha aërea</i> .....	-	-	0.05
<i>Ceramium gracillimum</i> .....	-	-	0.50

TABLEAU VII.10 : RADIALE 2 "BERNEVAL" (SEPTEMBRE 1978)

Relevés		Py.30	Py.39	Py.40	Py.41	Py.42	Py.43	Py.44	Py.45
Paramètres									
Nombre d'espèces (T) .....		9.00	8.00	6.00	3.00	5.00	3.00	7.00	2.00
Recouvrement (Rt%) .....		32.70	48.10	77.55	21.03	17.03	31.03	21.15	28.00
Indice de diversité (D) ....		1.16	1.42	1.35	0.29	0.66	0.22	1.76	0.49
Equitabilité (Eq) .....		0.36	0.47	0.52	0.18	0.29	0.14	0.62	0.49
Coefficient de reproduction (cG) .....		0.00	210	0.00	0.00	0.75	180	0.00	0.00
Densité de reproduction (dG) .....		0.00	4.37	0.00	0.00	0.04	5.80	0.00	0.00
Dominance qualita- tive (DQ%)	Rhodophycées .....	44.44	25.00	33.00	0.00	40.00	0.00	57.00	0.00
	Phéophycées .....	11.11	12.50	17.00	33.33	20.00	33.33	14.00	0.00
	Chlorophycées ....	44.44	50.00	50.00	66.66	40.00	66.66	29.00	100.00
	Bryopsidophycées .	0.00	12.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Dominance quantita- tive (DR%)	Rhodophycées .....	0.61	2.18	0.71	0.00	2.94	0.00	47.99	0.00
	Phéophycées .....	1.53	72.77	64.47	95.10	88.08	96.68	23.64	0.00
	Chlorophycées ....	97.86	24.95	34.82	4.90	8.98	3.32	28.37	100.00
	Bryopsidophycées .	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Tension ( $\Psi$ )	Rhodophycées .....	0.01	0.09	0.02	0.00	0.07	0.00	0.84	0.00
	Phéophycées .....	0.14	5.82	3.79	2.85	4.40	2.90	1.69	0.00
	Chlorophycées ....	2.20	0.50	0.70	0.07	0.22	0.05	0.98	1.00
	Bryopsidophycées .	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Rapport R/P .....		4.00	2.00	2.00	0.00	2.00	0.00	4.00	0.00
Biomasse (poids sec, en g/m <sup>2</sup> ) .....		230.44	831.76	385.54	133.00	74.00	444	33.45	14.80



TABLEAU VII.11 : RADIALE 2 "BERNEVAL" (SEPTEMBRE 1978) - RÉPARTITION  
DES ESPÈCES, PAR RELEVÉ, ACCOMPAGNÉES DE LEUR  
RECOUVREMENT, EXPRIMÉ EN POURCENTAGE.

Espèces	Stations							
	Py.30	Py.39	Py.40	Py.41	Py.42	Py.43	Py.44	Py.45
<i>Enteromorpha compressa</i> .....	25.00	3.00	2.00	-	-	-	-	3.00
<i>Blidingia minima</i> .....	5.00	1.00	-	0.03	0.03	0.03	1.00	-
<i>Ulva rigida</i> .....	1.00	-	-	-	-	-	-	-
<i>Corallina</i> sp. ....	0.05	-	-	-	-	-	-	-
<i>Fucus serratus</i> .....	0.50	35.00	50.00	20.00	15.00	30.00	5.00	-
<i>Spermothamnion</i> sp. ....	0.05	-	-	-	-	-	-	-
<i>Porphyra umbilicalis</i> .....	0.05	-	-	-	-	-	-	10.00
<i>Ulva lactuca</i> .....	1.00	5.00	5.00	1.00	1.50	1.00	5.00	25.00
<i>Rhodothamniella floridula</i> ..	0.05	0.05	-	-	-	-	0.05	-
<i>Petrocelis cruenta</i> .....	-	1.00	-	-	-	-	-	-
<i>Gomontia polyhriza</i> .....	-	3.00	20.00	-	-	-	-	-
<i>Cladophora glaucescens</i> .....	-	0.05	-	-	-	-	-	-
<i>Plocamium cartilagineum</i> ....	-	-	0.50	-	-	-	0.05	-
<i>Ceramium gracillimum</i> .....	-	-	0.05	-	-	-	-	-
<i>Ceramium diaphanum</i> .....	-	-	-	-	0.25	-	-	-
<i>Pterocladia capillacea</i> .....	-	-	-	-	0.25	-	-	-
<i>Goniotrichum elegans</i> .....	-	-	-	-	-	-	0.05	-

### 3) Indice de Diversité (D) et Equitabilité (Eq)

L'indice de Diversité est fluctuant, d'un relevé, d'un secteur et d'une saison à l'autre, et très généralement inférieur à 2, ce qui est faible.

La plupart des valeurs d'Equitabilité sont également faibles ( $< 0.5$ ) caractérisant ainsi des peuplements en déséquilibre.

Des valeurs plus fortes, cependant, affectent quelques relevés appartenant, surtout en avril, généralement au haut de la zone intertidale (tableaux VII. 4, 6, 8 et VII.10).

### 4) Coefficient (cG) et densité de reproduction (dG)

Le coefficient et la densité de reproduction sont les plus élevés en avril, particulièrement dans le secteur du "Blockhaus" (tableau VII.4).

### 5) Dominances qualitative (DQ%) et quantitative (DR%)

La dominance quantitative des Phéophycées et des Chlorophycées est nette.

Au point de vue qualitatif, les Rhodophycées peuvent supplanter les Phéophycées, parfois même les Chlorophycées, dans les relevés de moyen et de bas niveau de la zone intertidale (tableaux VII. 4, 6, 8 et VII.10).

### 6) Tension (Ψ)

Les valeurs de surtension concernent essentiellement les Phéophycées et, dans une moindre mesure, les Chlorophycées qui apparaissent ainsi comme les deux grands groupes systématiques adaptés au biotope.

Quelques fluctuations interviennent en fonction de la saison d'étude (tableaux VII.4, 6, 8 et VII.10).

7) Rapport R/P

Faible en avril, en particulier dans le secteur du "Blockhaus", il augmente sensiblement, en tous secteurs, en septembre.

8) Biomasse

Les biomasses sont, dans l'ensemble, peu élevées. Les valeurs les plus fortes concernent des peuplements à Fucales, en particulier à *Fucus serratus* (Py 39, tableau VII.10).

III) ESSAI DE CARTOGRAPHIE DES PEUPEMENTS ALGAUX

Le 16 septembre 1978, par un coefficient de marée de 105, la couverture aérienne du site a été effectuée (LE VERGE, A.) d'une altitude de 680 m.

Deux passages ont concerné le site de Penly, l'un réalisé en photographies couleur (17h53 à 18h), l'autre en infrarouge fausse couleur (18h05 à 18h12). La basse mer était, à Dieppe, à 18h09 (T.U.+1).

Les données issues de l'exploitation des relevés, des comptages et des estimations de recouvrement des principales espèces réalisés sur le terrain permettent de caractériser les principaux peuplements algaux du site sur les documents photographiques obtenus.

La méthode ainsi testée au cours de cette première tentative cartographique sera perfectionnée et développée pour l'étude de 2ème année de projet.

1) Peuplements différenciés

Trois peuplements peuvent être différenciés (figures VII.5 et VII.6). Ce sont successivement, au fur et à mesure que l'on progresse vers les bas niveaux de la zone intertidale :

- un peuplement à Ulvales, colonisant les blocs et les éboulis, à proximité de la falaise,

- un peuplement à Fucales, principalement à *Fucus serratus*,
- un peuplement hétérogène où, aux Ulvales, peuvent se mêler quelques Rhodophycées, principalement des Cérámiales.

## 2) Etude d'homogénéité

L'homogénéité du peuplement à Fucales a été testée sur un ensemble de relevés (Py 41 à 43) le concernant grâce au coefficient de similitude de SORENSEN (1948).

Les relevés sont comparés deux à deux.

Les valeurs extrêmes obtenues sont de 75 et 100 % ; l'homogénéité moyenne se situe donc à 87,5 %, ce qui est très élevé.

Un test du  $\chi^2$ , effectué après traitement par un autre coefficient de similitude, celui de corrélation de point  $\Phi$  confirme cette forte homogénéité. En effet, les liaisons entre relevés sont très significatives, puisque s'effectuant bien au dessus du seuil de signification  $P = 99 \%$ .

Bien que cette étude d'homogénéité ne porte que sur un petit nombre de relevés, elle semble permettre une généralisation de certains résultats obtenus dans un secteur, à l'ensemble du peuplement concerné. Ceci demanderait à être confirmé, bien sûr, par une analyse de similitude de plus grande ampleur.

## 3) Estimations quantitatives





### a) Peuplement à Ulvales

Recouvrement (%) : Les valeurs moyennes, obtenues à partir de nombreux comptages et estimations sur quadrats répartis dans le peuplement concerné, sont comprises entre 3 et 22 % dans le secteur du "Blockhaus", 7 et 49 % dans le secteur de Berneval, en avril 1978.

En septembre, les valeurs sont généralement plus faibles.

Biomasses (g/m<sup>2</sup>) : en avril, elles sont comprises entre 83 et 149 dans le secteur du "Blockhaus", 73 et 197 dans celui de Berneval. En septembre, la limite supérieure de la fourchette est dépassée dans le secteur du Blockhaus mais en un seul point (Py 30).



- 
RELEVES, COMPTAGES, ESTIMATIONS de RECOUVREMENT
- 
PEUPEMENT à ULVALES
- 
PEUPEMENT à FUCALES
- 
PEUPEMENT HETEROGENE (Moulières en bas niveau)

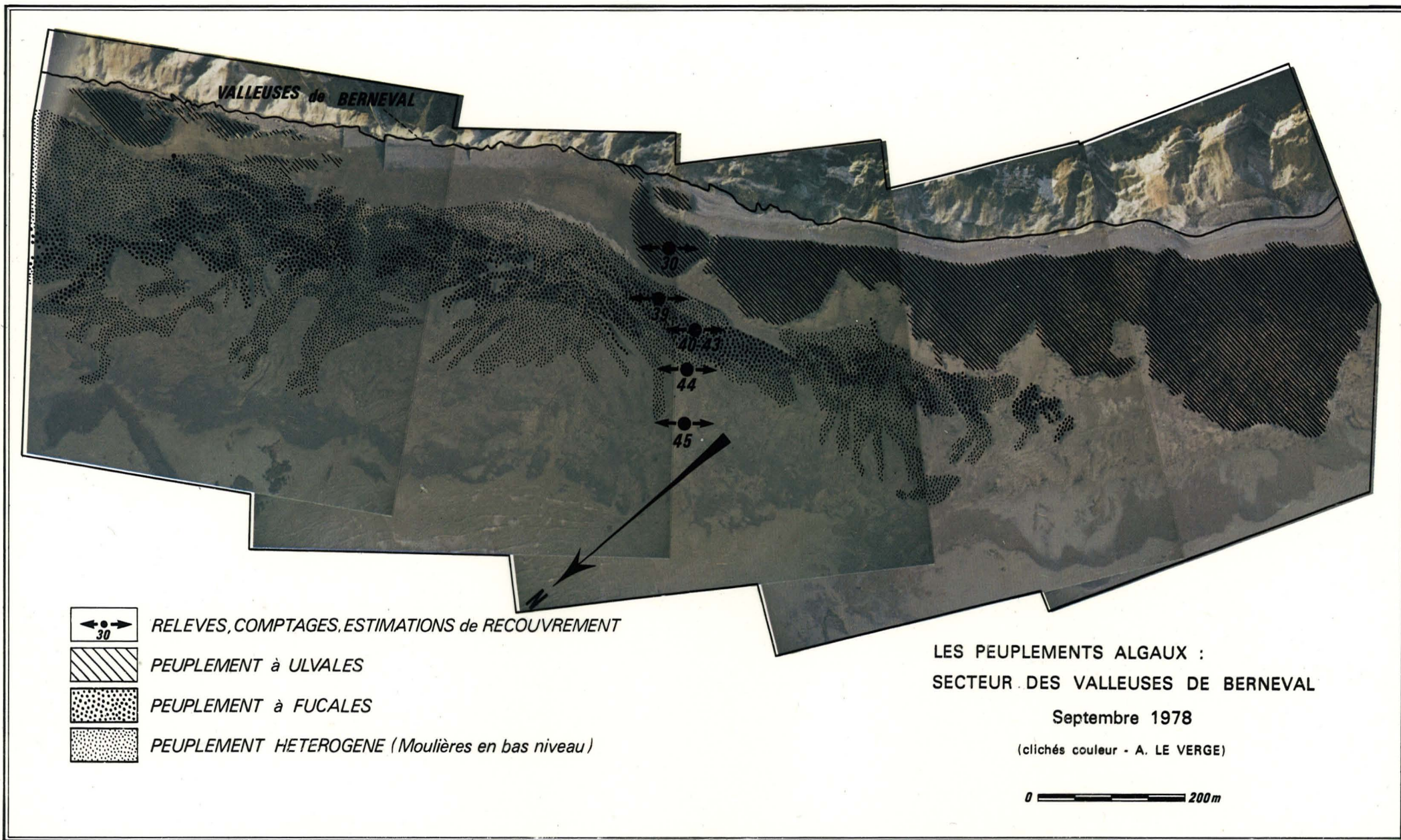
LES PEUPEMENTS ALGAUX :  
 SECTEUR DU BLOCKHAUS A LA VALLEUSE DE PENLY

Septembre 1978

(clichés I.R. fausse couleur - A LE VERGE)

0  200m.





	1 9 7 8	
	Avril	Septembre
<u>RHODOPHYCÉES</u>		
<u>BANGIOPHYCIDÉES</u>		
<u>Ordre des Bangiales</u>		
PORH LIN <i>Porphyra linearis</i>	+	
PORH UMB <i>Porphyra umbilicalis</i>	+	+
<u>Ordre des Goniotrichales</u>		
GONT ELE <i>Goniotrichum elegans</i>		+
<u>FLORIDÉES</u>		
<u>Ordre des Acrochaetiales</u>		
ACRC SEC <i>Acrochaetium secundatum</i>	+	
RODT FLO <i>Rhodothamniella floridula</i>	+	+
<u>Ordre des Gélidiales</u>		
PTEO CAP <i>Pterocladia capillacea</i>		+
<u>Ordre des Gigartinales</u>		
PTRC CRV <i>Petrocelis cruenta</i>		+
PHYL CRI <i>Phyllophora crispa</i>		+
PLOM CAR <i>Plocamium cartilagineum</i>	+	+
<u>Ordre des Cryptonemiales</u>		
CORA SPA Corallinacée encroûtante	+	+
CORA SPB Corallinacée encroûtante	+	
<u>Ordre des Céramiales</u>		
ANTI CRU <i>Antithamnion cruciatum</i>	+	+
AGLT SCO <i>Aglaothamnion scopulorum</i>	+	
CERA CIR <i>Ceramium circinatum</i>		+
CERA DIA <i>Ceramium diaphanum</i>	+	+
CERA GRA <i>Ceramium gracillimum</i>	+	+
CERA RUB <i>Ceramium rubrum</i>	+	
CERA TEN <i>Ceramium tenuissimum</i>	+	
CERA TER <i>Ceramium tenerrimum</i>		+
HYP0 WOO <i>Hypoglossum woodwardii</i>		+
POLS LAN <i>Polysiphonia lanosa</i>	+	+
POLS NGC <i>Polysiphonia nigrescens</i>	+	+
POLS OPA <i>Polysiphonia opaca</i>	+	
POLS URC <i>Polysiphonia gr.urceolatae</i>		+
SPMO REP <i>Spermothamnion repens</i>		+

	1 9 7 8	
	Avril	Septembre
<u>PHÉOPHYCÉES</u>		
<u>Ordre des Ectocarpales</u>		
PYLA LIT <i>Pylaiella littoralis</i>	+	+
<u>Ordre des Sphacelariales</u>		
SPHA RAD <i>Sphacelaria radicans</i>	+	+
<u>Ordre des Fucales</u>		
FUCU SER <i>Fucus serratus</i>	+	+
FUCU SPI <i>Fucus spiralis</i>	+	
FUCU VES <i>Fucus vesiculosus</i>	+	
<u>BRYOPSIDOPHYCÉES</u>		
<u>Ordre des Cladophorales</u>		
CHET AER <i>Chaetomorpha aerea</i>		+
CLAD GLA <i>Cladophora glaucescens</i>	+	+
CLAD PEL <i>Cladophora pellucida</i>	+	
LOLA IMP <i>Lola implexa</i>	+	
RHIZ KER <i>Rhizoclonium kernerii</i>	+	
<u>Ordre des Codiales</u>		
BRYO PLU <i>Bryopsis plumosa</i>		+
<u>CHLOROPHYCÉES</u>		
<u>Ordre des Chlorococcales</u>		
GOMO POL <i>Gomontia polyhriza</i>	+	+
<u>Ordre des Ulvales</u>		
BLID MIN <i>Blidingia minima</i>	+	+
ENTE FLE <i>Enteromorpha compressa</i>	+	+
ULVA CUR <i>Ulva curvata</i>	+	
ULVA LAC <i>Ulva lactuca</i>	+	+
ULVA RIG <i>Ulva rigida</i>	+	+
<u>Ordre des Ulotrichales</u>		
ULOT FLA <i>Ulothrix flacca</i>	+	



b) Peuplement à Fucalées

Recouvrement (%) : de 30 à 40 % en avril, à 50 % en septembre pour le secteur de Berneval.

Biomasses (g/m<sup>2</sup>) : ce peuplement est, à Berneval, mieux développé que dans le secteur du Blockhaus, puisque les valeurs de biomasse, aussi bien en avril qu'en septembre, sont plus de 2 fois supérieures (avril : 341,44 ; septembre : 385,54).

c) Peuplement hétérogène

Recouvrement (%) : il peut atteindre, dans les 2 secteurs, 60 %.

Biomasses (g/m<sup>2</sup>) : elles n'excèdent pas 20 g/m<sup>2</sup>.

## D) CONCLUSION

L'étude du Phytobenthos de la zone intertidale du site de Penly a concerné, à deux périodes de l'année, un secteur s'étendant entre 2 blockhaus, l'un situé au Nord-Est de la valleuse de Penly (secteur du "blockhaus à la valleuse de Penly"), l'autre au Sud-Ouest de la valleuse de Berneval (secteur de la "valleuse de Berneval").

La méthodologie employée permet de caractériser les trois principaux peuplements algaux rencontrés.

### Aires minimales qualitatives de prélèvements préconisées

Peuplement à Ulvales de haut niveau : la très faible diversité spécifique de ce peuplement conduit à une aire minimale minuscule de 21 cm<sup>2</sup>.

Peuplement à *Fucus serratus* : la courbe aire-espèces se stabilise assez rapidement ; l'aire minimale déterminée, de l'ordre de 1700 cm<sup>2</sup>, est inférieure à celles obtenues pour le même type de peuplement à Paluel (4225 cm<sup>2</sup>) et à Flamanville (6400 cm<sup>2</sup>).

Peuplement hétérogène de bas niveau : l'aire minimale se situerait à 260 cm<sup>2</sup>.

Une couverture algale éparses et très peu fournie : les valeurs de recouvrement sont les plus faibles que nous ayons jamais rencontrées lors d'études similaires de site en Manche : aucune ne dépasse 100 %. Les valeurs sont souvent nulles.

Une diversité spécifique faible : le nombre d'espèces différentes répertoriées approche la cinquantaine. Au sein des relevés, l'indice de diversité est très généralement inférieur à 2.

La dominance quantitative des Phéophycées et des Chlorophycées : la dominance quantitative des Phéophycées et des Chlorophycées est particulièrement nette sur l'ensemble de la zone intertidale.

Stabilité et adaptation : les valeurs de surtension désignent les Phéophycées et, dans une moindre mesure, les Chlorophycées, comme les 2 groupes systématiques adaptés au biotope.

Mais celles inégales et peu élevées d'équitabilité, qui concernent, il est vrai, l'ensemble des espèces d'un relevé, nous amènent à tempérer cette appréciation dans la mesure où elles témoignent d'un certain déséquilibre général.

En effet, la constitution même de la zone intertidale et de la falaise, propice à des remaniements fréquents, s'avère peu favorable au développement et à l'installation durable de peuplements exubérants et bien différenciés.

Rapport R/P : FELDMANN (1937) a montré que le rapport R/P permettait de caractériser une région donnée. A Penly, ce rapport fluctue entre 0 et 5.

Cartographie par photographies aériennes : dans un site tel que celui de Penly, où la couverture algale est non seulement faible mais irrégulière, la possession de documents en infrarouge est particulièrement précieuse. Leur interprétation, à l'aide de données qualitatives et quantitatives acquises "in situ" nous apparaît comme la seule susceptible de mener à une vision précise de l'importance réelle de la couverture végétale de cette zone intertidale.

## II. ZOOBENTHOS SUBLITTORAL

### A) INTRODUCTION :

La description des peuplements benthiques dans le secteur proche du site de Penly a été entreprise à l'occasion des études d'avant-projet ; une campagne de dragages était effectuée en août 1975, elle concernait la bande côtière qui s'étend de Dieppe au Tréport, jusqu'à une distance de 6 M au large (cf. rapport d'avant-projet).

En 1977, la publication des travaux de L. Cabioch et R. Glaçon (distribution des peuplements benthiques en Manche orientale, du Cap d'Antifer à la Baie de Somme) a permis de replacer ces résultats dans un cadre régional et de confirmer l'importance de la zone située à proximité immédiate de la côte (sables fins plus ou moins envasés à Abra alba)-fig. VII. 7.

Dans le cadre des études de projet (1° cycle), un nouvel échantillonnage à la drague Rallier de Baty, a été réalisé en mai 1978 (tableau VII. 13, fig. VII. 8) de manière à compléter la description et détecter d'éventuelles modifications par rapport aux données antérieures.

D'autre part, au cours de la campagne ECOMANCHE (juillet 1979) deux séries de prises de vues sous-marines, totalisant plus de 1 500 photos, ont pu être obtenues grâce à l'emploi d'une troïka équipée d'un système couplé : Caméra de télévision / Appareil photographique.

Des évaluations quantitatives ont été abordées en mai et septembre 1978 à l'aide de la benne Smith Mac Intyre. Les informations recueillies ont permis de retenir une station de référence en vue du 2° cycle d'étude (station n° 13). Le dépouillement étant en cours, ces résultats feront l'objet d'une analyse détaillée lors du 2° cycle.

## Légende figure VII.7

Distribution des peuplements benthiques en Manche Orientale, du Cap d'Antifer à la Baie de Somme d'après L. Cabioch et R. Glaçon (1977).



+ Peuplement à *Abra alba* - *Pectinaria koreni*



+ Peuplement à *Ophelia borealis*



+ Peuplement à *Amphioxus lanceolatus*

+ Peuplement des cailloutis et graviers circalittoraux à épibiose sessile

- faciès type :



. Aspect des graviers



. Aspect caillouteux



. Populations denses d'*Ophiothrix fragilis*

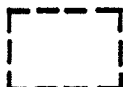


- faciès subcôtier



+ Peuplement des fonds durs et caillouteux infralittoraux

----- Limite nord de l'influence des eaux côtières turbides et dessalées



Secteur ayant fait l'objet d'une description dans le cadre du rapport d'avant-projet

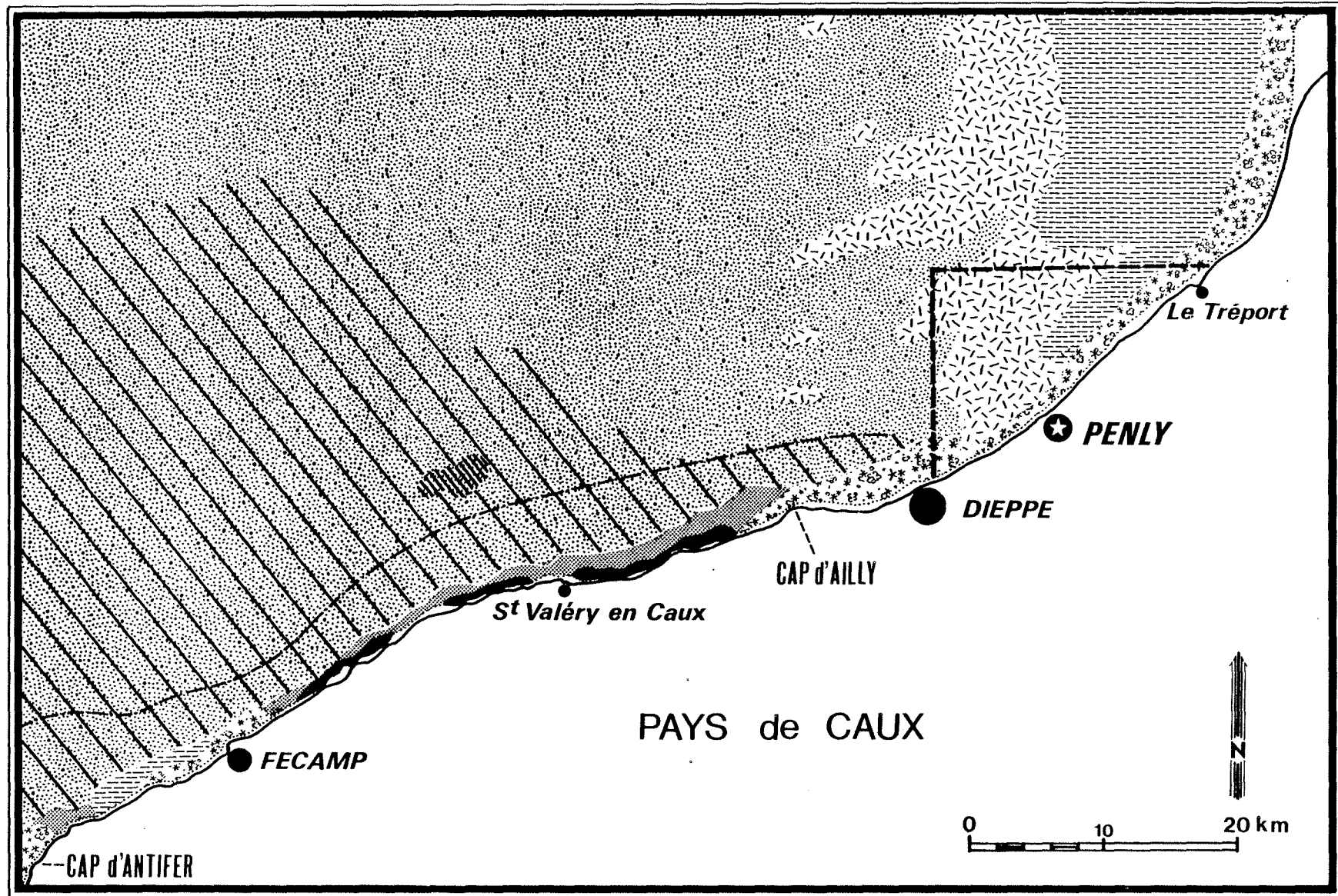


Fig:VII 7 — **DISTRIBUTION DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES EN MANCHE ORIENTALE** —  
 — **DU CAP D'ANTIFER A LA BAIE DE SOMME** —

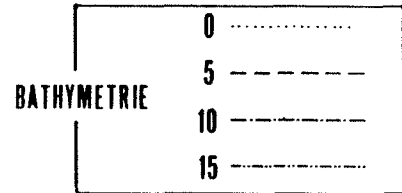
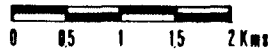
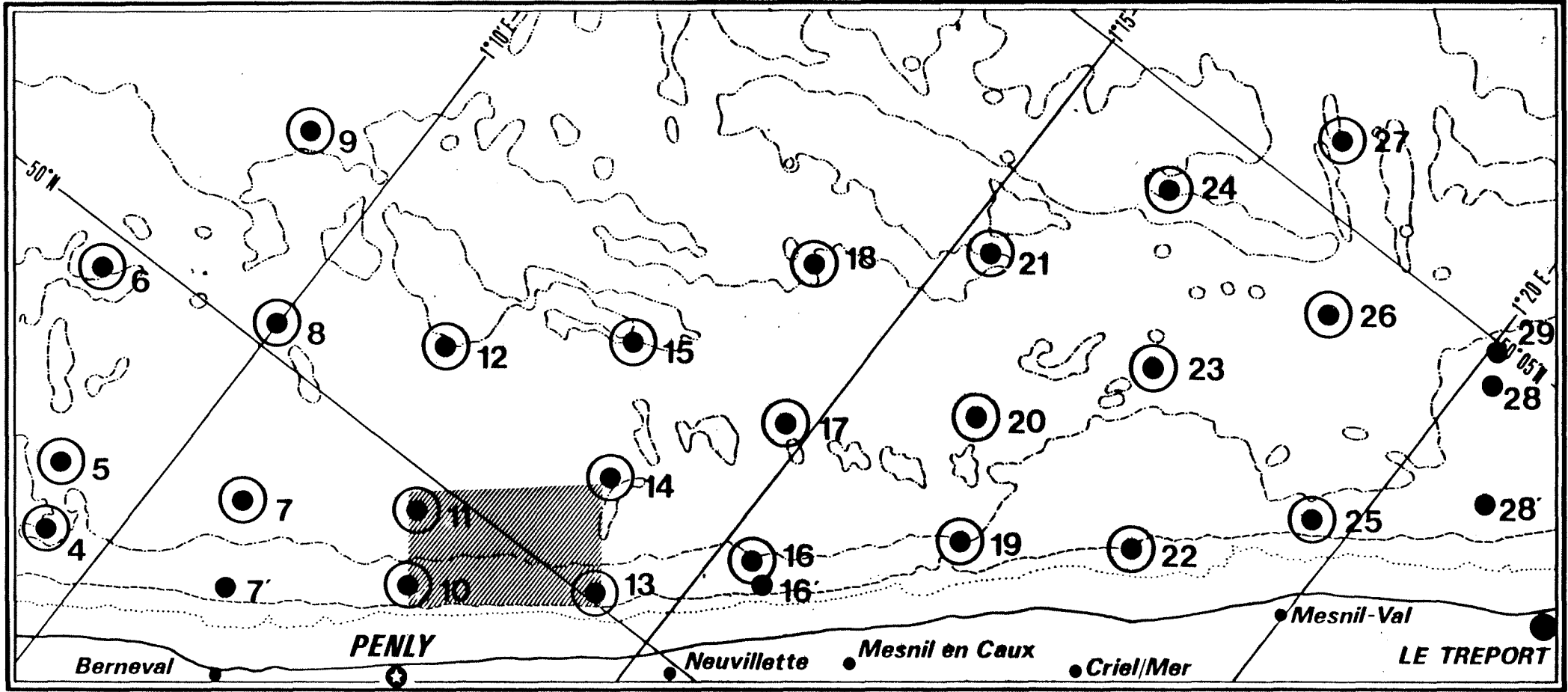
d'après L.CABIOCH et R. GLACON (1977)

TABLEAU VII.13. CALENDRIER DES MISSIONS

Objet Date	Prélèvements semi-quantitatifs (Drague Rallier du Baty)	Prélèvements quantitatifs (Benne Smith Mac Intyre)	Prises de vues sous-marines
17 et 18/5/78	Etude faunistique et granulométrique Dragages n° 4 à 27	10 prélèvements dans chacune des stations n° 13 et n° 15	
19 et 20/9/78	Etude granulo- métrique Dragages n° 28-29	10 prélèvements dans chacune des stations n° 4, 13, 15 essais de prélèvement au niveau des stations 5, 14, 26	
3 et 4/7/79			Films n° 22 et 23

LOCALISATION DES DRAGAGES

ETUDE { GRANULOMETRIQUE ●  
 GRANULOMETRIQUE et FAUNISTIQUE ⊙  
 SECTEUR CONCERNE PAR LES PRISES DE VUES SOUS-MARINES



## A) PRESENTATION SEDIMENTOLOGIQUE :

### 1. Description des dépôts superficiels :

L'espace infralittoral (fig. VII.9) compris entre Dieppe et le Tréport est composé de dépôts meubles dont la granulométrie est largement fonction de l'hydrodynamisme local, décrit par ailleurs (chapitre I, § 2). Celui-ci explique le double gradient d'affinement :

- au large, parallèlement au littoral : de Dieppe au Tréport on trouve successivement :

- . des graviers caillouteux devant Dieppe,
- . des sables graveleux à partir de Berneval,
- . des sables fins devant Criel,
- . des sables vaseux et fins devant le Tréport.

- du large à la côte : devant Neuvillette on observe :

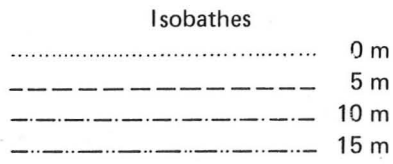
- . des sables graveleux jusqu'à environ 1 mille de la côte,
- . des sables fins,
- . et enfin des sables légèrement vaseux dans la zone 0-10 m, là où la côte présente le tracé le plus concave.

La zone des sables à cailloutis, devant Criel-sur-Mer est expliquée d'une part, par le tracé de côte en légère saillie, ce qui favorise l'action des courants de marée littoraux, et d'autre part, par le lessivage des éléments fins par l'Yères.

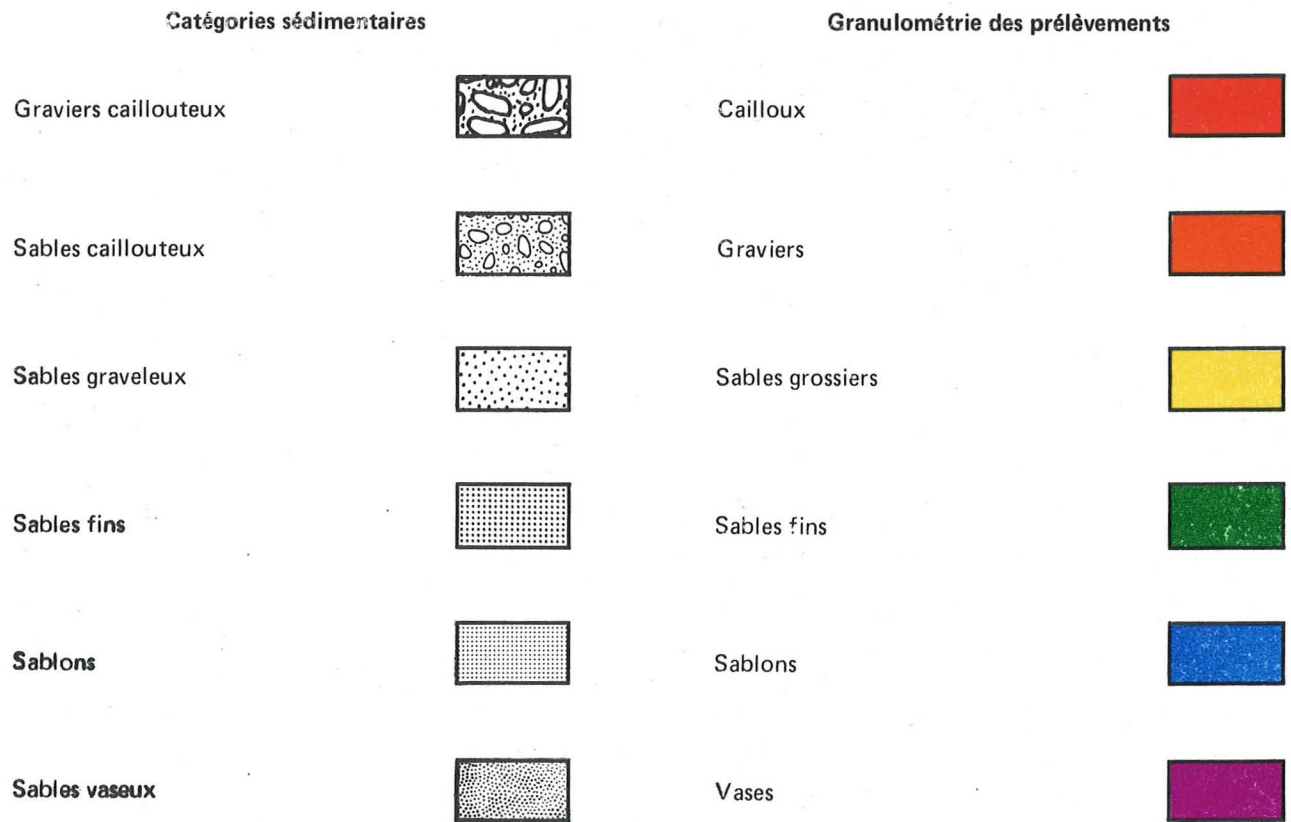
### 2. Résultats granulométriques :

La répartition des sédiments au voisinage de Penly, mise en évidence par la carte de sédiments superficiels de la Manche a, par ailleurs, été affinée par une analyse granulométrique des sédiments prélevés au cours de dragages réalisés en mai 1978 et septembre 1978. Leur analyse granulométrique (tableau n°1 en annexe) permet de caractériser :



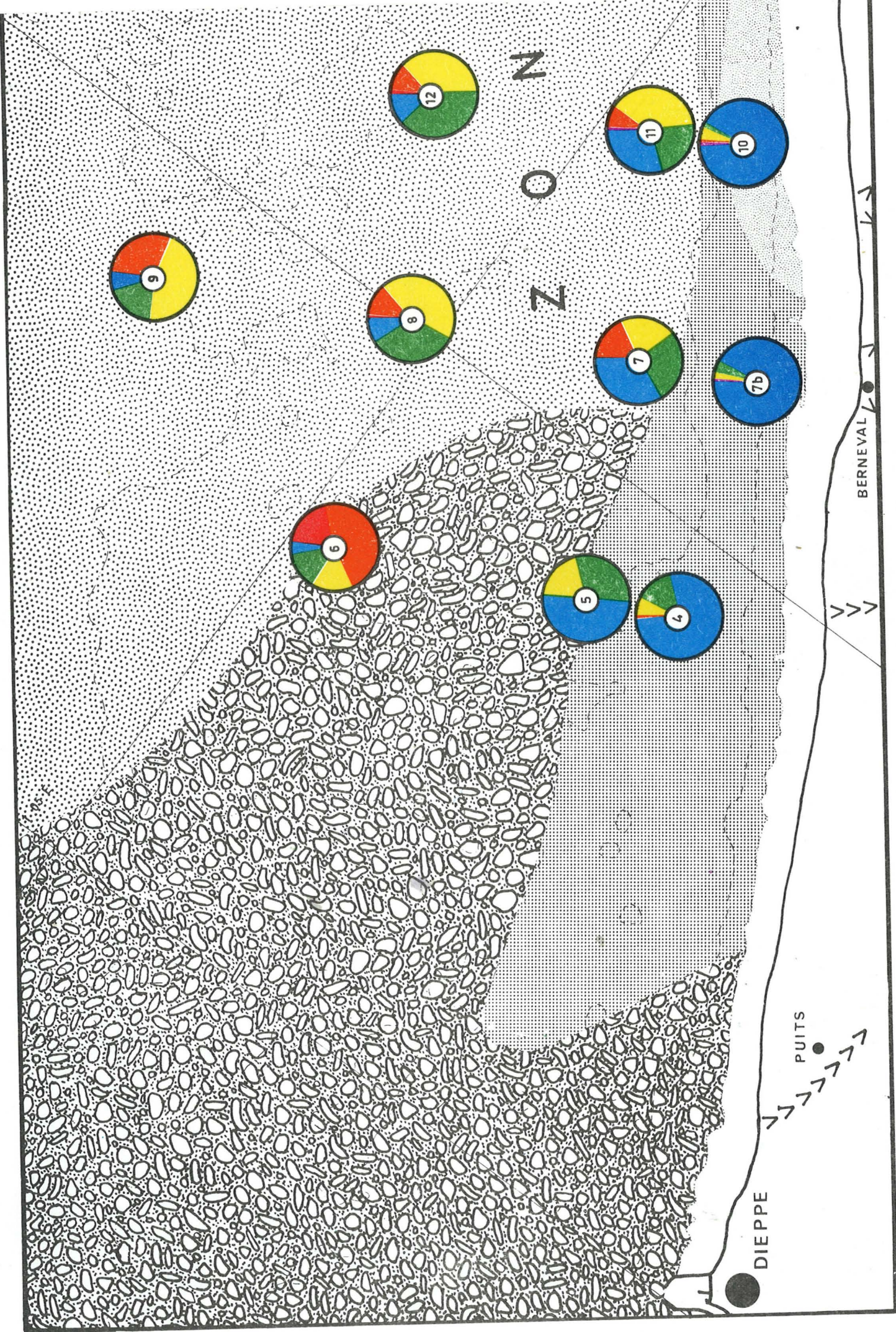


>>> Valleuse

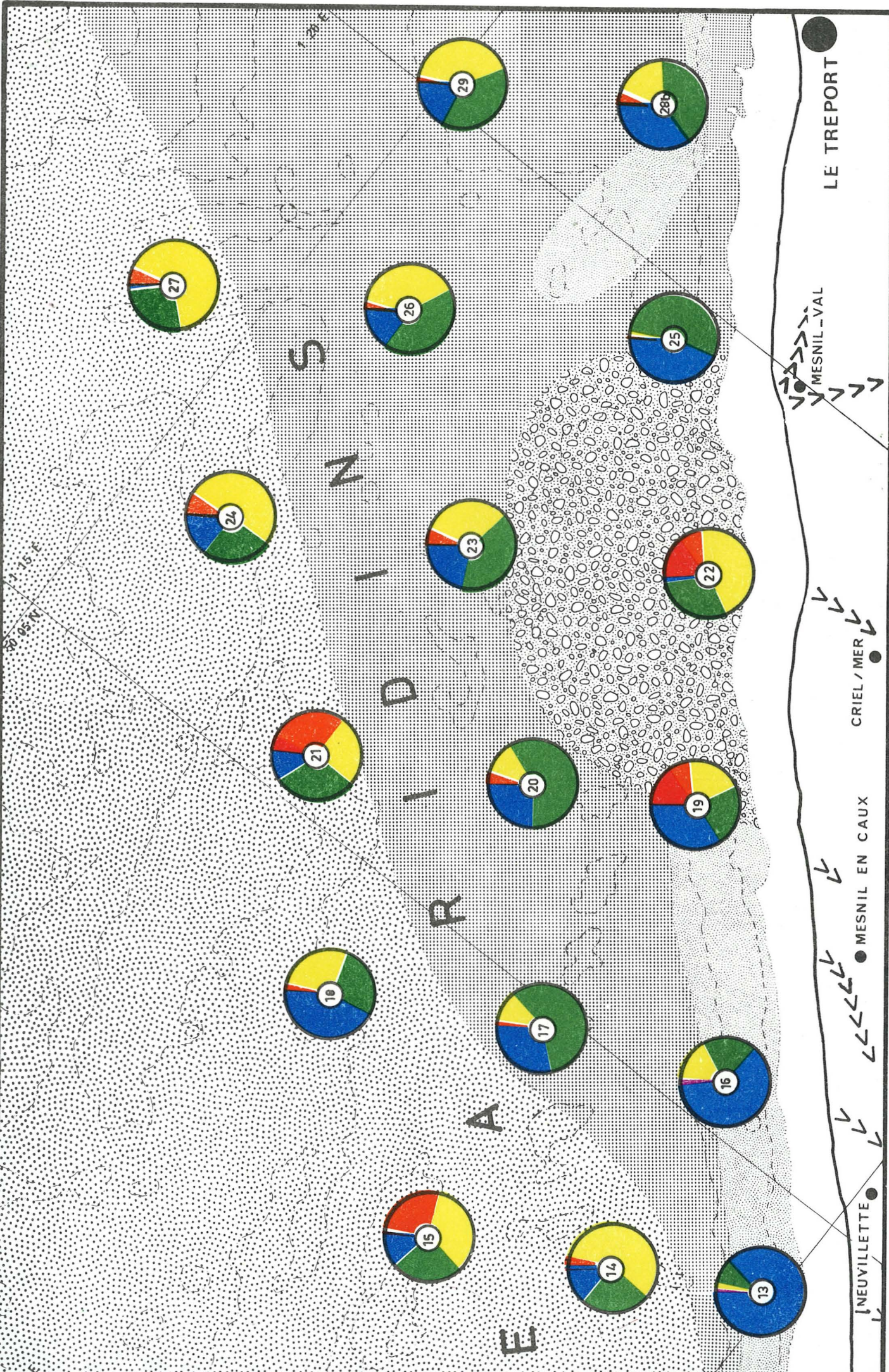


D'après la carte des Sédiments Superficiels de la Manche, (C. LARSONNEUR 1977) modifiée par R. LOARER (1980)









LE TREPORT

MESNIL-VAL

CRIEL/MER

MESNIL EN CAUX

NEUVILLETTTE



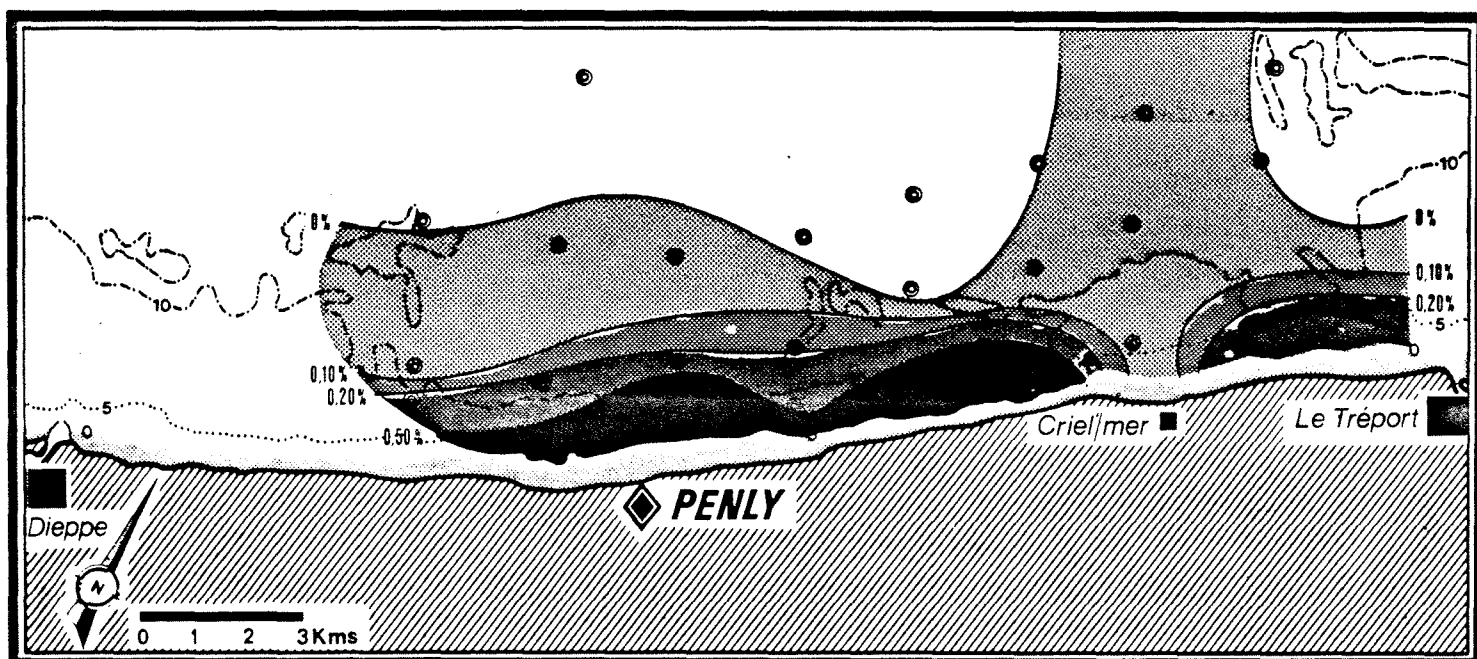
- à la côte :

- . une bande sablonneuse, parfois légèrement envasée, entre Belleville et Mesnil en Caux,
- . un cône de sables caillouteux devant Criel-sur-Mer,
- . une zone de sables fins à sablonneux entre Mesnil-Val et le Tréport.

- Plus au large :

- . Un glacis de graviers caillouteux devant Dieppe,
- . Un large couloir, de granulométrie variable (des graviers aux sables fins), s'étirant de Berneval au Tréport et marqué par les ridins de Belleville, de Neuville et du Tréport. Les ridins sont des dunes hydrauliques, de plusieurs dizaines de mètres de long et pouvant atteindre 4 à 5 mètres de hauteur, disposées perpendiculairement aux courants de marée côtiers.

Le manque d'efficacité de ces courants de marée explique les dépôts vaseux à la côte<sup>(1)</sup>, dépôts plus ou moins lessivés par l'Yères devant Criel-sur-Mer, et leur absence dans les prélèvements du large (fig. VII.10.).



**Fig. VII 10 SEDIMENTS VASEUX REPARTITION des % de POIDS**

(1) Cette fraction vaseuse est probablement sous-estimée en raison du lessivage qui se produit, en cours de prélèvement, durant la remontée de la drague ou de la benne.

De même, ce manque d'efficacité dans le transport des matériaux explique la répartition des sables fins dont l'importance croît de Belleville au Tréport, passant de - 10 % du poids de sédiments, à + de 40 % (fig. VII.11).

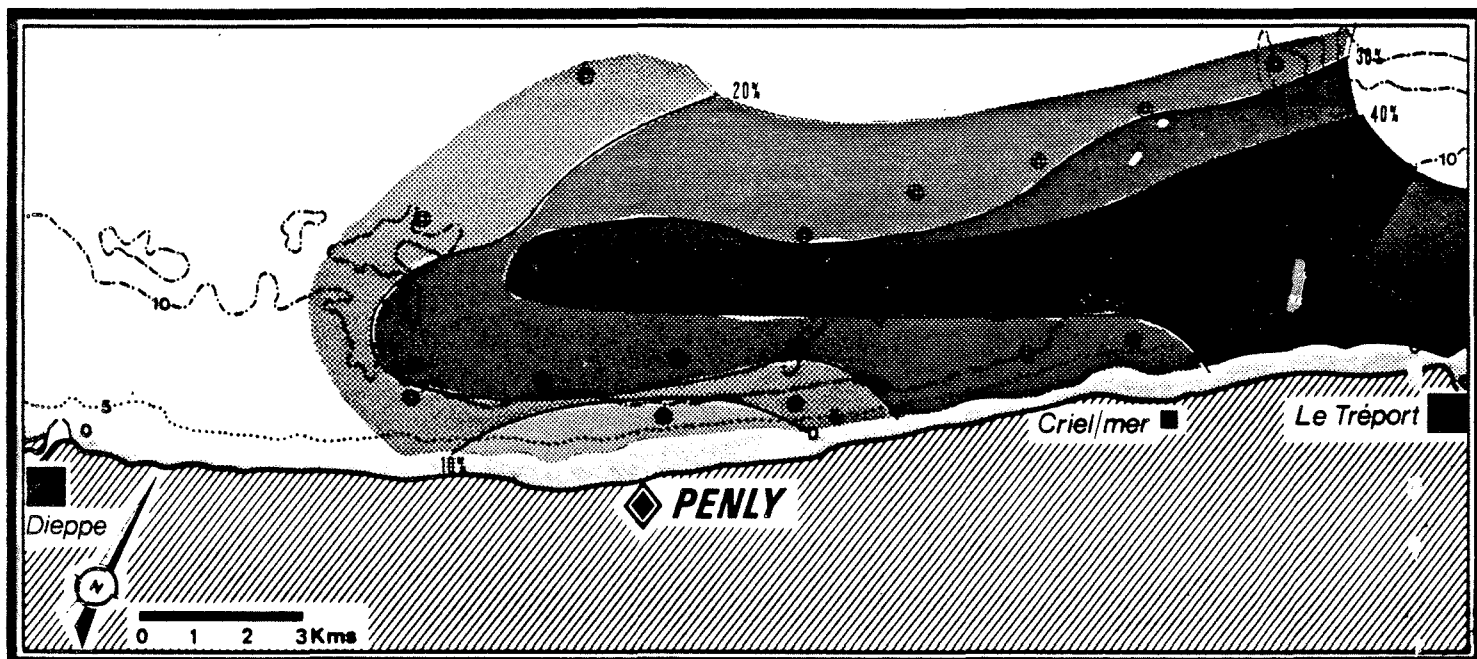


Fig.VII 11 SABLES FINS · REPARTITION des % de POIDS

### C) RESULTATS FAUNISTIQUES

#### 1. Résultats des dragages (mai 1978) :

##### 1. Méthodologie :

Au cours de la campagne du 17 et 18 mai 1978, vingt cinq échantillons ont été prélevés à la drague Rallier du Baty (fig. VII.8). A chaque station, 30 l de sédiments sont tamisés sur maille carrée de 1 mm puis fixés . Le tri est effectué intégralement au laboratoire après coloration au rose Bengale.

##### 1.2. Analyse faunistique :

La liste des espèces recueillies ainsi que l'ensemble des résultats faunistiques<sup>+</sup> des dragages de mai 1978 figurent en annexes (tableaux 3 et 4). Rappelons que la méthodologie de prélèvements utilisés ne permet de recueillir que des valeurs semi-quantitatives

(<sup>+</sup> Le dragage n° 16 bis effectué sur substrat dur où la drague se révèle inefficace, n'apparait pas dans ce tableau).

Les données concernent essentiellement 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 peuplement. L'épifaune sessile, très peu représentée sur le site de Penly et ayant déjà fait l'objet d'une description au cours de l'avant-projet, n'a pas été prise en compte, seules certaines espèces appartenant notamment aux Phyla des Annélides polychètes et des Mollusques ont été répertoriées, mais n'entrent pas dans les traitements ultérieurs de données.

Certaines difficultés d'identification systématique sont apparues au cours de cette étude, elles résultent principalement :

- De la présence de très nombreux juvéniles souvent difficilement identifiables au niveau spécifique.
- De la très faible représentativité d'un grand nombre d'espèces (une trentaine d'espèces ne sont représentées que par un seul individu).
- De la récolte d'individus souvent incomplets. Signalons, en particulier, le cas des couteaux pour lesquels seuls les siphons sont communément prélevés mais que nous avons attribués généralement à l'espèce Ensis arcuatus.
- De la présence de caractères intermédiaires entre deux espèces décrites antérieurement. Ainsi, la séparation entre Holoë synophthalnica et Holoë minuta s'étant révélée impossible, tous les individus récoltés ont été rapportés à la première espèce.

L'analyse des échantillons a permis d'identifier 118 taxons d'endofaune et d'épifaune vagile appartenant aux groupes suivants :

Annélides polychètes	48	Pycnogonides	3
Crustacés	33	Sipunculides	2
Mollusques	21	Céphalocordés	1
Echinodermes	9	Poissons	1

En ce qui concerne les abondances relatives, deux groupes rassemblent 85 % des individus recueillis sur l'ensemble de la zone, il s'agit :

- des Annélides polychètes (60 %), bien représentés dans toutes les stations,
- des Mollusques (25 %), composés presque exclusivement de bivalves.

L'étude de la répartition géographique du nombre de taxons et du nombre total d'individus rencontrés par station (fig. VII.12 et 13) met en évidence, de manière générale, un enrichissement à proximité de la côte. La station 6 forme toutefois une exception remarquable, la nature sédimentaire du substrat (sables et graviers caillouteux) permettant l'installation d'une faune riche et diversifiée. A l'inverse, la station 11, relativement côtière présente un net appauvrissement. Notons, d'autre part, que les densités assez fortes relevées dans les stations 8, 14 et 27 sont essentiellement le fait d'une espèce d'Annélide polychète de petite taille :

*Goniada brobretzkii*.

### 1.3. Analyse cénotique :

Deux approches ont été employées, prenant en compte, soit la composition uniquement qualitative (présence / absence) de la macrofaune, soit la composition numérique. La méthode d'analyse d'inertie utilisée est l'analyse des correspondances.

Fig:VII12 NOMBRE DE TAXONS RECOLTES PAR STATION

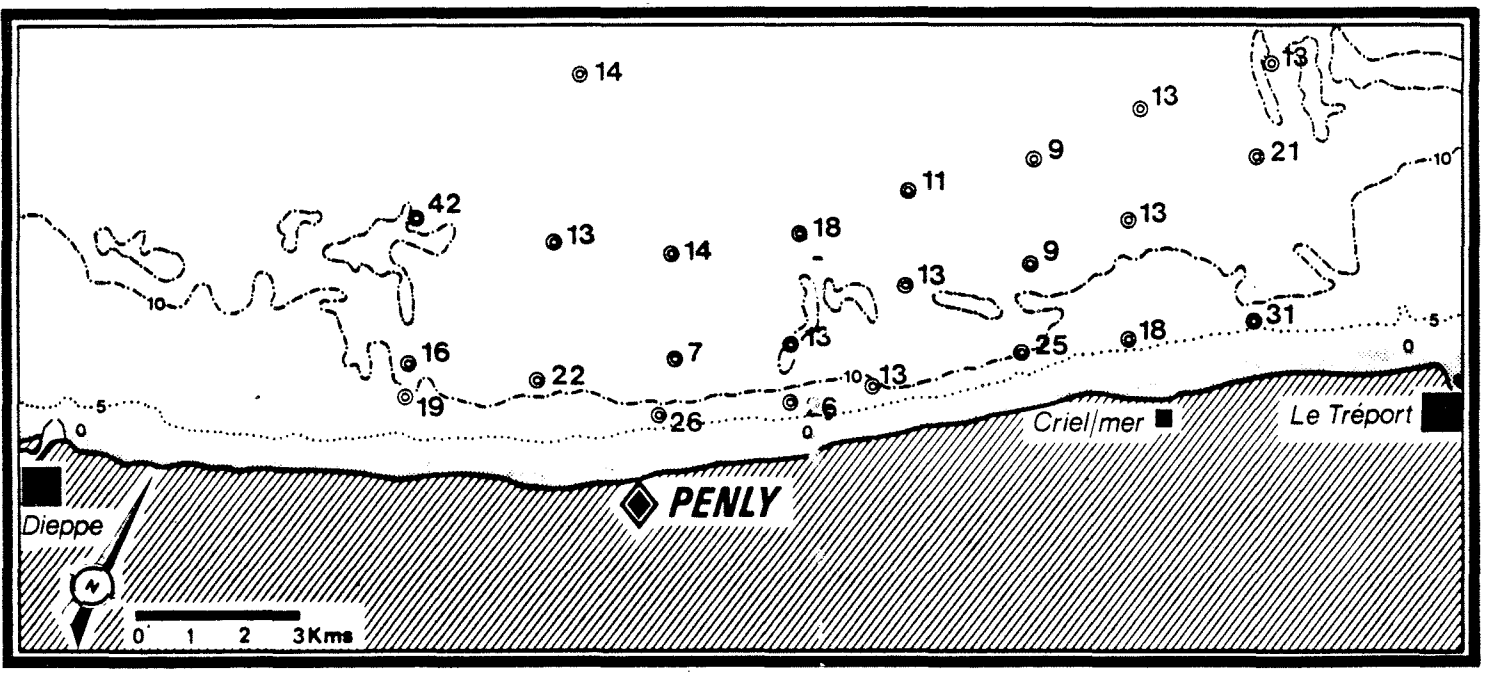
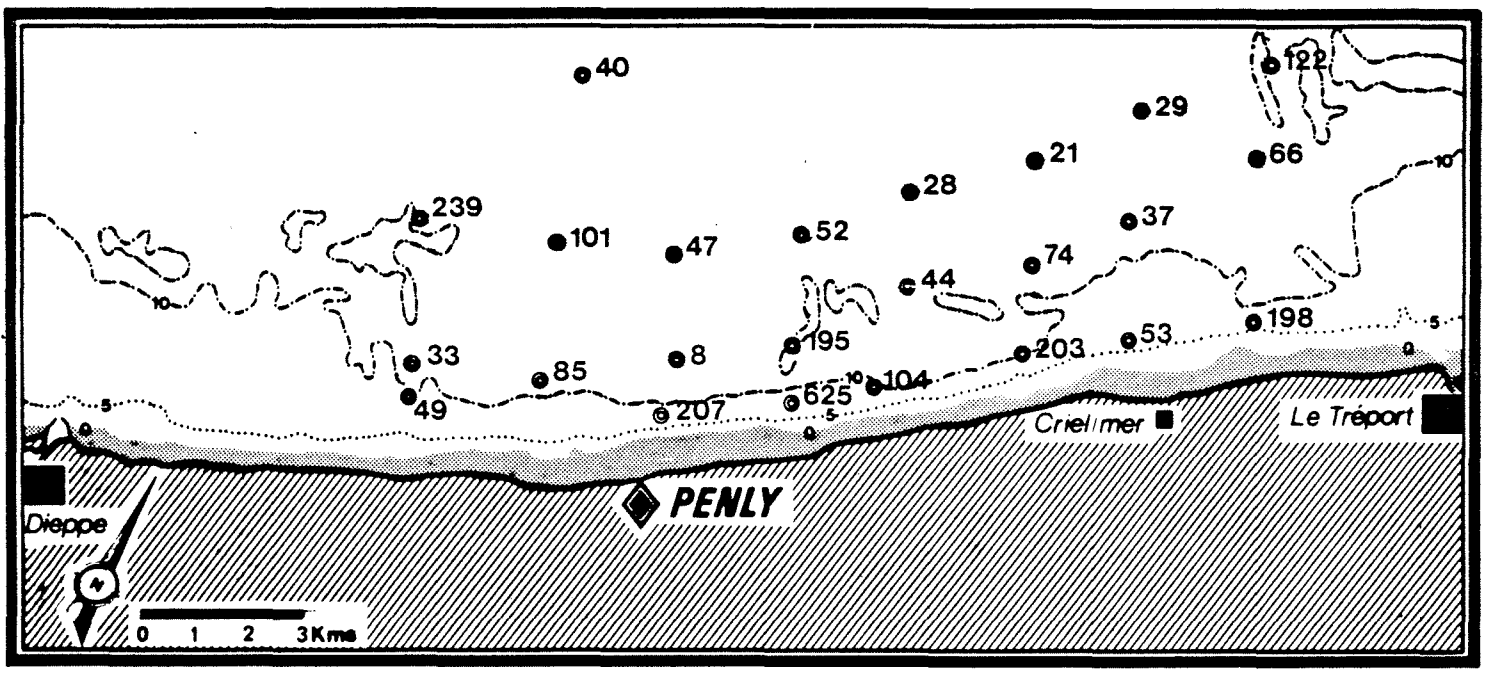


Fig:VII13 NOMBRE D'INDIVIDUS / 30 L. DE SEDIMENT (Prélèvements semi-quantitatifs)





Rappel des options fondamentales de la méthode :

- distance du  $X^2$ ,
- masses inégales pour chaque point (points espèces ou points prélèvements),
- origine des axes d'inertie située au barycentre du nuage de points.

La matrice traitée comprend 94 espèces et 23 stations. La station 6, qui possède une liste faunistique nettement distincte de celle récoltée dans les autres stations, n'a pas été introduite dans l'analyse ; elle se différencie car, à la présence d'une endofaune de sédiments grossiers s'ajoute une part importante d'épifaune vagile (Lepidopleurus asellus, Pisidia longicornis, Psammechinus miliaris, Asterias rubens...) ; elle correspond au peuplement des cailloutis et graviers circalittoraux (cf. rapport d'avant-projet).

#### 1.3.1. Analyse qualitative :

La part d'inertie extraite par les deux premiers axes de l'analyse est de 22,1 %, soit respectivement 13,1 % et 9,0 % pour le 1er et le 2ème.

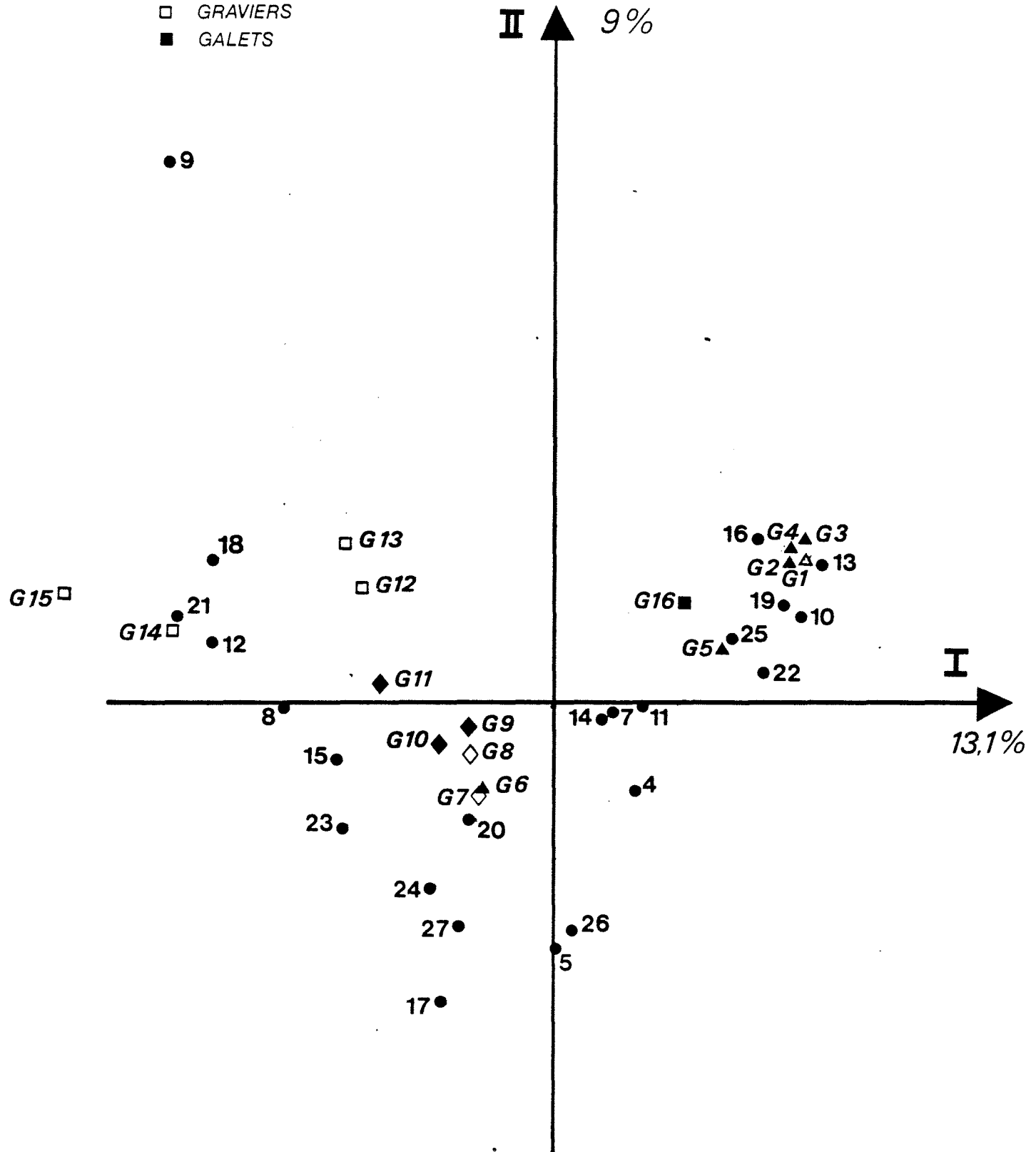
L'examen de la configuration "prélèvements" (fig. VII.14), sur laquelle se projettent également les fractions granulométriques fait apparaître :

- Selon l'axe I un gradient, dû essentiellement à la granulométrie, discriminant vers le pôle positif les stations : 13, 10, 19, 22, 16, 25, il s'agit de stations peu profondes (8 à 12m), proches de la côte (0,5 M de la falaise) et généralement riches en fractions fines (fines et sables) bien que l'on remarque l'apparition de galets au niveau des deux stations (19 et 22).  
A l'opposé se rencontrent des stations plus profondes (17 à 19m), plus éloignées de la côte (2 M) et présentant une fraction grossière (sables grossiers, graviers) : 21, 18, 12. A ce groupe se rattache la station 9 située plus au large.

DRAGAGES MAI 1978  
ANALYSE QUALITATIVE · CONFIGURATION "PRELEVEMENTS"

FRACTIONS GRANULOMETRIQUES (G1 à G16)

- △ FINES
- ▲ SABLONS
- ◇ SABLES FINS
- ◆ SABLES GROSSIERS
- GRAVIERS
- GALETS



PENLY DRAGAGES MAI 78. REPARTITION QUANTITATIVE ET  
QUALITATIVE DES ESPECES

LEGENDE DES FIGURES VII 15 ET VII 17

- |    |                                   |    |                                |
|----|-----------------------------------|----|--------------------------------|
| 01 | <i>Abra alba</i>                  | 32 | <i>Nerine cirratulus</i>       |
| 02 | <i>Achelia echinata</i>           | 33 | <i>Notomastus latericeus</i>   |
| 03 | <i>Amphicteis gunneri</i>         | 34 | <i>Nototropsis falcatus</i>    |
| 04 | <i>Ampelisca brevicornis</i>      | 35 | <i>Nucula hanleyi</i>          |
| 05 | <i>Amphioxus lanceolatus</i>      | 36 | <i>Nymphon brevirostre</i>     |
| 06 | <i>Andouinia tentaculata</i>      | 37 | <i>Ophiura texturata</i>       |
| 07 | <i>Bathyporeia elegans</i>        | 38 | <i>Ophelia borealis</i>        |
| 08 | <i>Bathyporeia guillamsoniana</i> | 39 | <i>Owenia fusiformis</i>       |
| 09 | <i>Diastylis bradyi</i>           | 40 | <i>Pectinaria koreni</i>       |
| 10 | <i>Dosinia exoleta</i>            | 41 | <i>Phascolion strombi</i>      |
| 11 | <i>Echinocyamus pusillus</i>      | 42 | <i>Pholoë synophthalmica</i>   |
| 12 | <i>Ensis arcuatus</i>             | 43 | <i>Phyllodoce groënlandica</i> |
| 13 | <i>Eone nordmanni</i>             | 44 | <i>Phyllodoce mucosa</i>       |
| 14 | <i>Eulalia sanguinea</i>          | 45 | <i>Pisidia longicornis</i>     |
| 15 | <i>Eurydice sp.</i>               | 46 | <i>Pontocrates norvegicus</i>  |
| 16 | <i>Glycera convoluta</i>          | 47 | <i>Pycnogonum littorale</i>    |
| 17 | <i>Glycera gigantea</i>           | 48 | <i>Sabella pavonina</i>        |
| 18 | <i>Glycera lapidum</i>            | 49 | <i>Spisula elliptica</i>       |
| 19 | <i>Goniada brobretzkii</i>        | 50 | <i>Tapes rhomboïdes</i>        |
| 20 | <i>Harmothoë lunulata</i>         | 51 | <i>Tellina pygmaea</i>         |
| 21 | <i>Heterocirrus alatus</i>        | 52 | <i>Thia scutellata</i>         |
| 22 | <i>Lanice conchilega</i>          | 53 | <i>Thracia phaseolina</i>      |
| 23 | <i>Leptonereis glauca</i>         | 54 | <i>Urothoë brevicornis</i>     |
| 24 | <i>Lumbriconereis latreilli</i>   | 55 | <i>Urothoë grimaldii</i>       |
| 25 | <i>Montacuta ferruginosa</i>      | 56 | <i>Urothoë marina</i>          |
| 26 | <i>Mya sp.</i>                    |    |                                |
| 27 | <i>Mysella bidentata</i>          |    |                                |
| 28 | <i>Natica alderi</i>              |    |                                |
| 29 | <i>Nephtys cirrosa</i>            |    |                                |
| 30 | <i>Nephtys hombergii</i>          |    |                                |
| 31 | <i>Nereis longissima</i>          |    |                                |



- L'axe II tend à isoler un groupe de stations localisées généralement à l'est du secteur, à des profondeurs intermédiaires, le sédiment y est composé essentiellement de sables fins : 17, 5, 26, 27, 24.

Certaines stations se situent en position intermédiaire entre ce dernier groupe et le premier (14, 7, 11, 4) ou le deuxième (8, 15, 23, 20).

L'examen de la structure duale (configuration "espèces", fig. VII.15) permet de dégager les espèces représentatives des groupements identifiés. Au niveau des stations côtières plus ou moins envasées, se retrouvent la plupart des espèces signalées comme étant "caractéristiques" du peuplement à Abra alba (cf. rapport d'avant-projet) :

Abra alba

Pectinaria koreni

Ophiura texturata

Eulalia sanguinea

Nereis longissima ...

Ainsi que de nombreuses espèces "accessoires" :

Nephtys hombergii

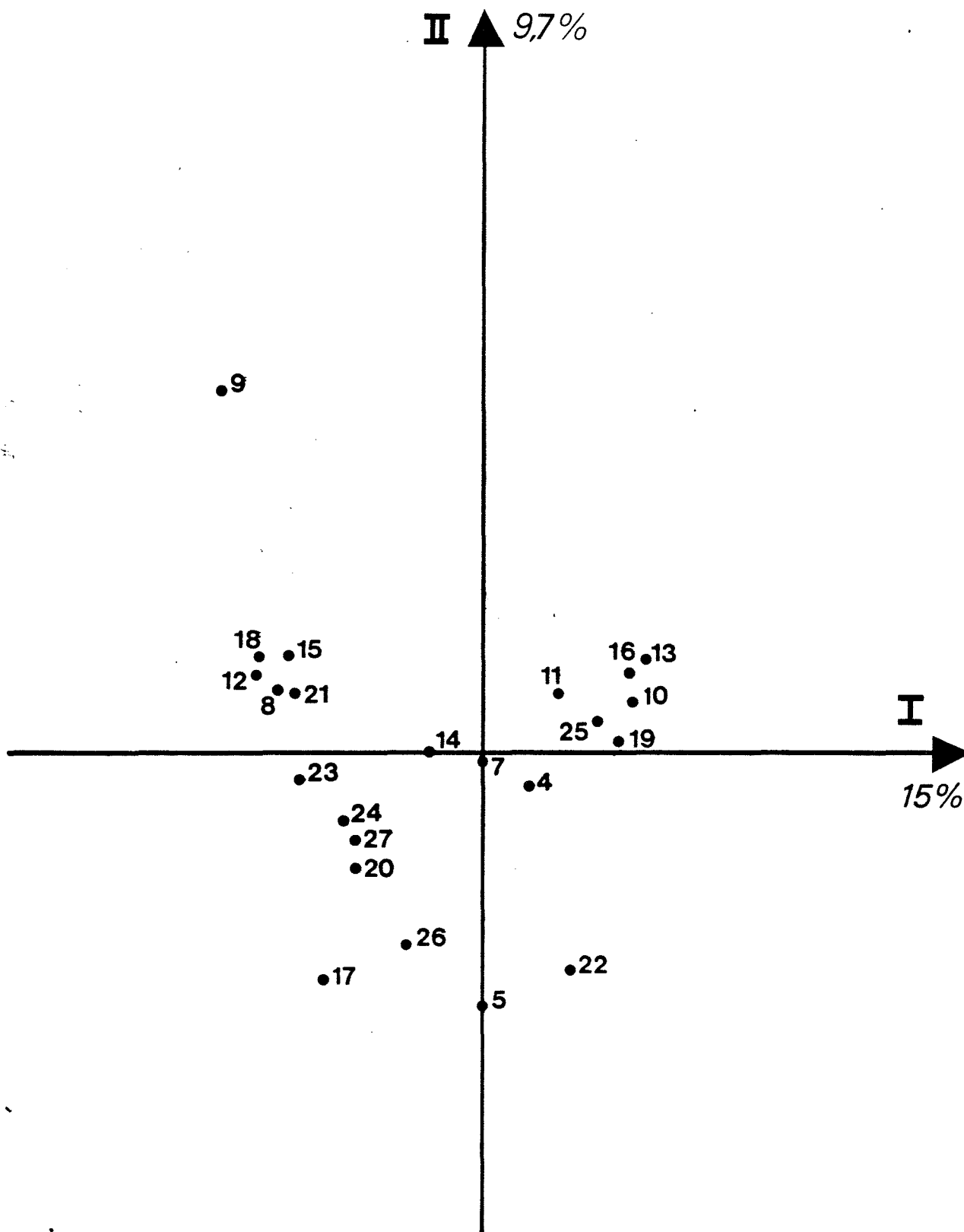
Glycera convoluta

Lanice conchilega

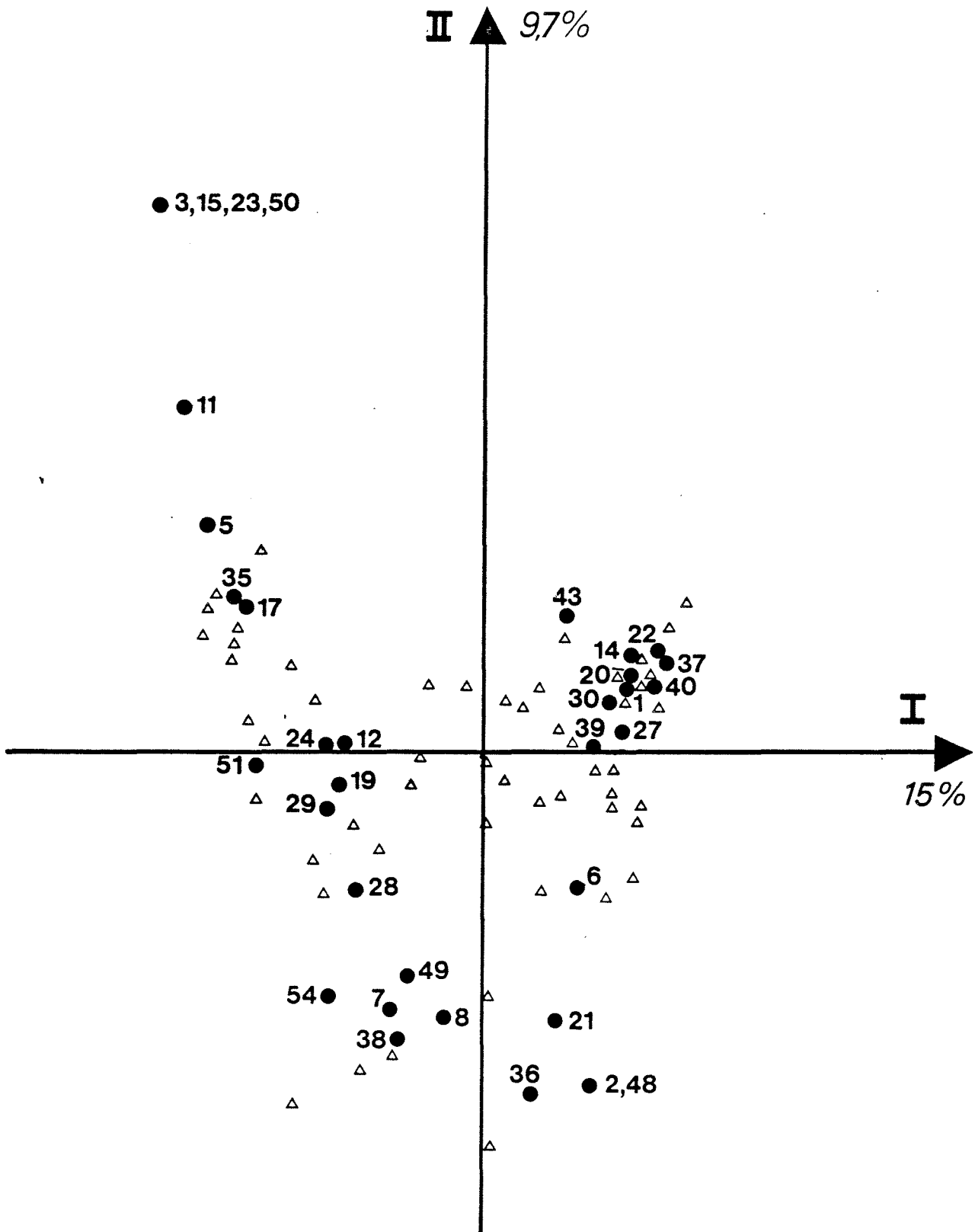
En ce qui concerne les stations situées sur les sables fins, on remarque l'apparition d'Ophelia borealis à laquelle s'ajoutent plusieurs espèces d'amphipodes (Bathyporeia guillamsoniana, B. elegans, Urothoe brevicornis, Nototropsis falcatus) ainsi que Spisula elliptica et Natica alderi.

Au large, les stations de sables grossiers, se distinguent par la présence d'Amphioxus lanceolatus, Nucula hanleyi, et Glycera gigantea. La station 9 contient de plus un cortège d'espèces qui lui sont propres.

DRAGAGES MAI 1978  
ANALYSE QUANTITATIVE CONFIGURATION "PRELEVEMENTS"



DRAGAGES MAI 1978  
ANALYSE QUANTITATIVE CONFIGURATION "ESPECES "



Notons l'existence d'un contingent faunistique intermédiaire entre les stations de sables grossiers et les stations de sables fins constitué par : Goniada brobretzkii, Ensis arcuatus, Nephtys cirrosa. Il s'agit d'espèces n'ayant pas de réponses fines aux variations granulométriques mais qui sont absentes des stations envasées.

### 1.3.2. Analyse quantitative :

Les données numériques ont subi la transformation  $\log(x + 1)$  ; la part d'inertie extraite par les deux premiers axes de l'analyse est de 24,7 % soit respectivement 15,0 % et 9,7 % pour le 1er et le 2eme axe.

L'étude des deux configurations "prélèvements" et "espèces" (fig. VII.16 et 17) confirme dans l'ensemble les résultats obtenus antérieurement par l'analyse ne prenant en compte que le critère présence / absence. On remarque toutefois que la station 11, qui se situait en position intermédiaire, se retrouve incorporée dans le peuplement à Abra alba alors que la station 22 tend, au contraire, à s'isoler.

Les stations 8 et 15 rejoignent le groupe des stations de sables grossiers (21, 18, 12). Le groupe des sables fins demeure relativement mal défini.

La répartition (semi-quantitative) des principales espèces est représentée dans les figures VII.18 à VII 21).

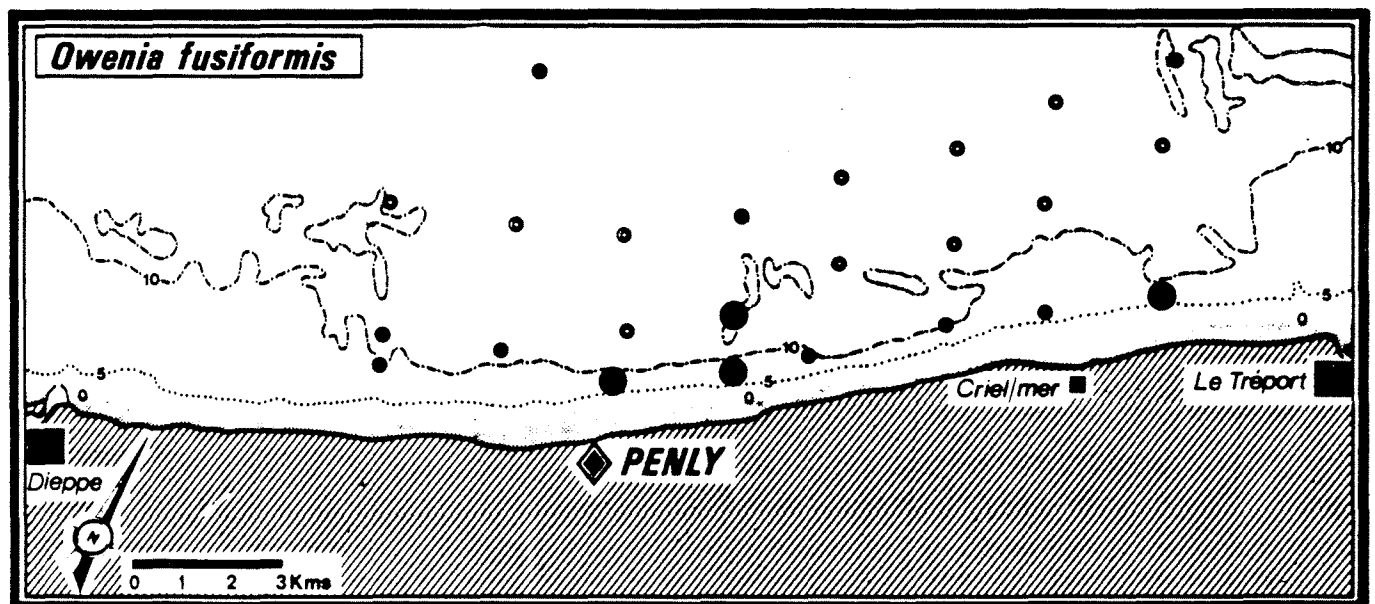
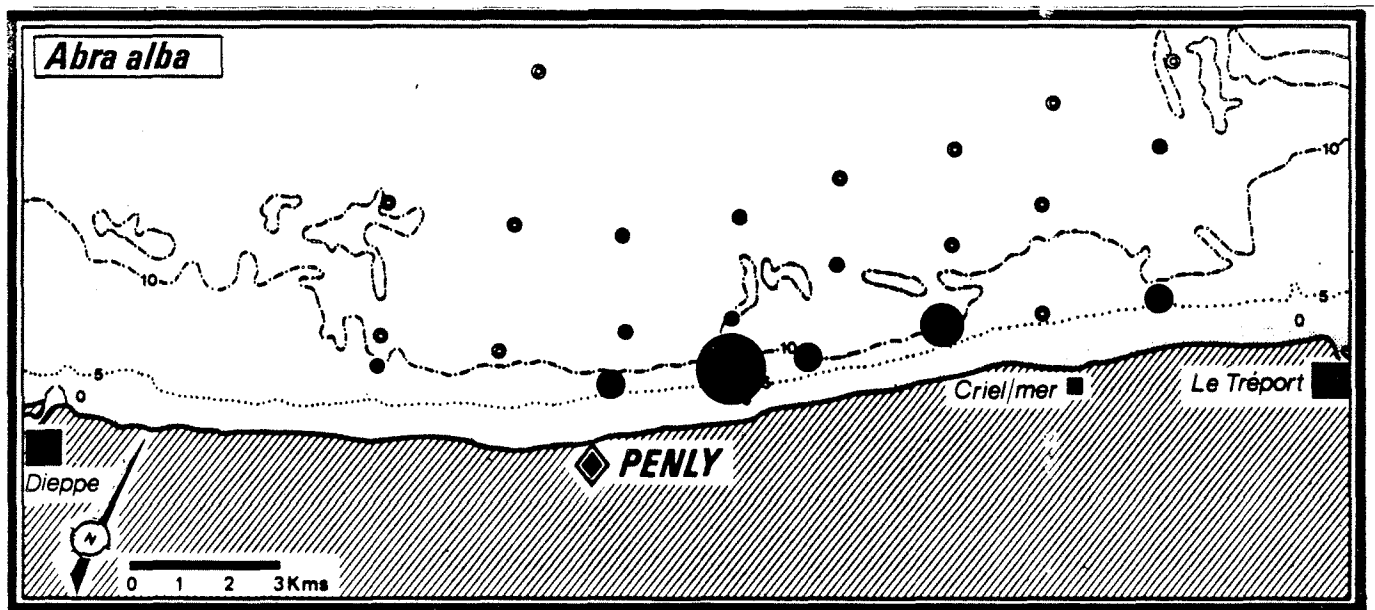
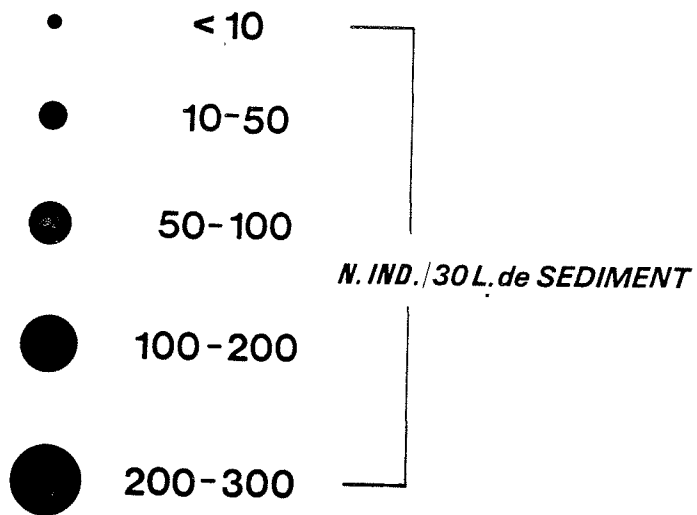
## 2. Résultats des prises de vues sous-marine :

### 2.1. Méthodologie :

Deux radiales ont été réalisées à proximité du site en juillet 1979 dans le cadre de la campagne ECOMANCHE (fig. VII. 8). De direction générale E-NE, elles forment avec la côte un angle d'environ 20°, la radiale 23 étant située plus au large que la 22.

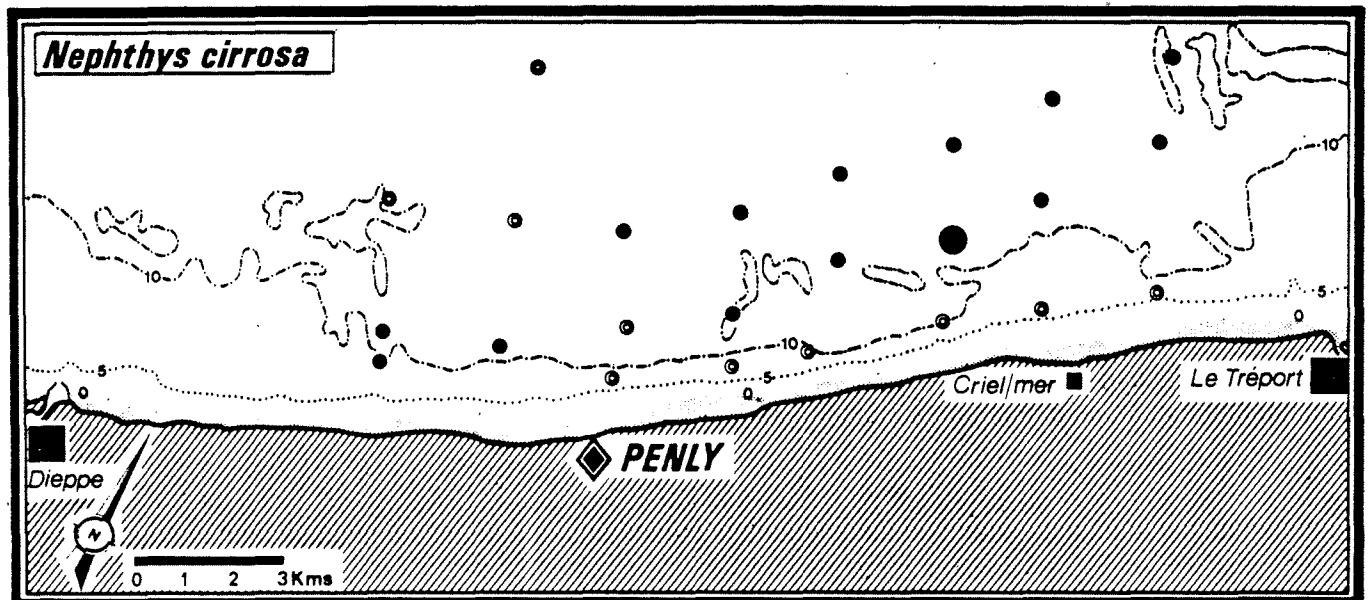
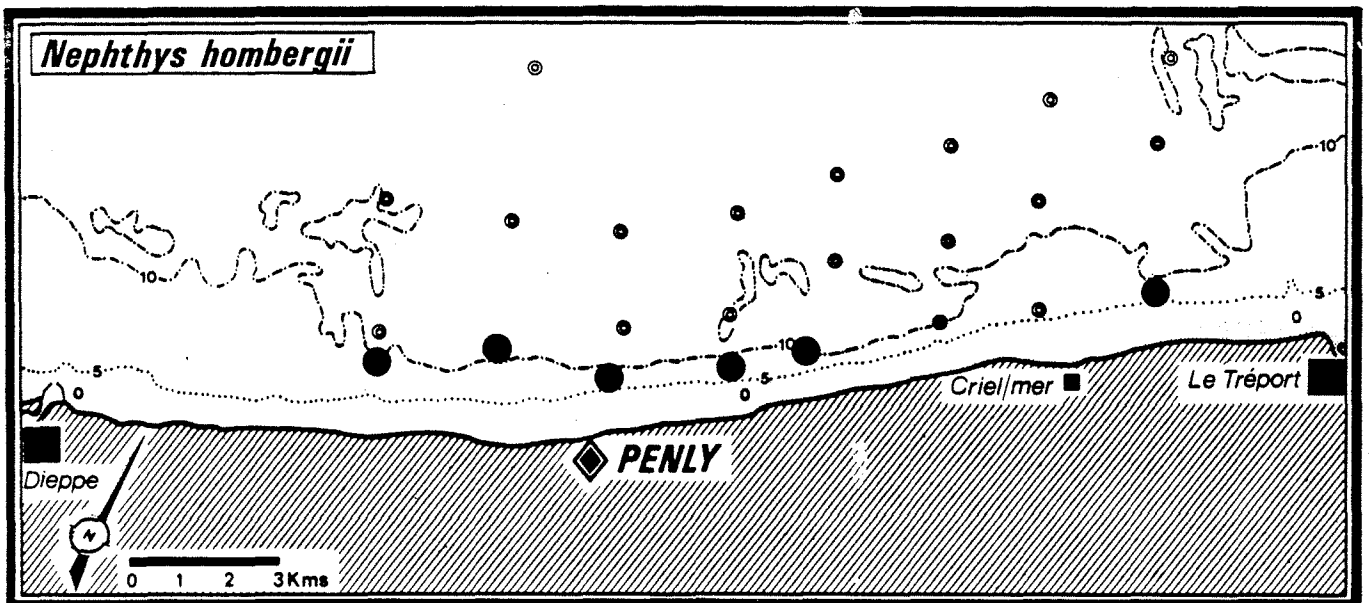
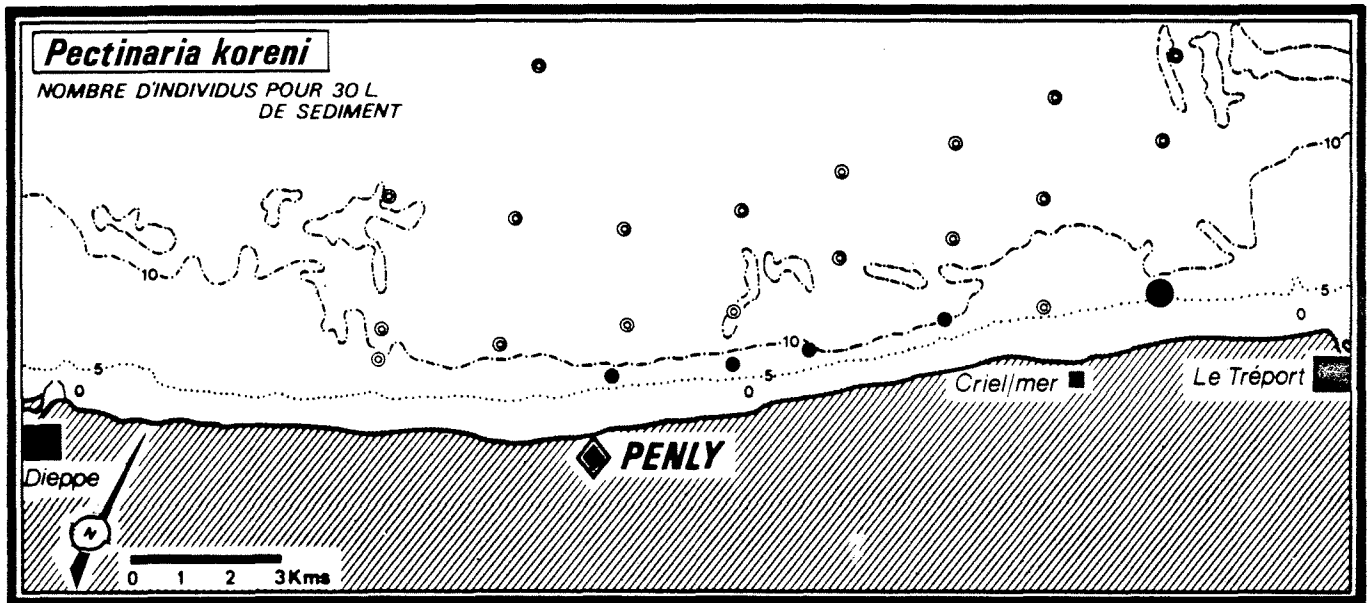


CARTES DE REPARTITION DES PRINCIPALES ESPECES

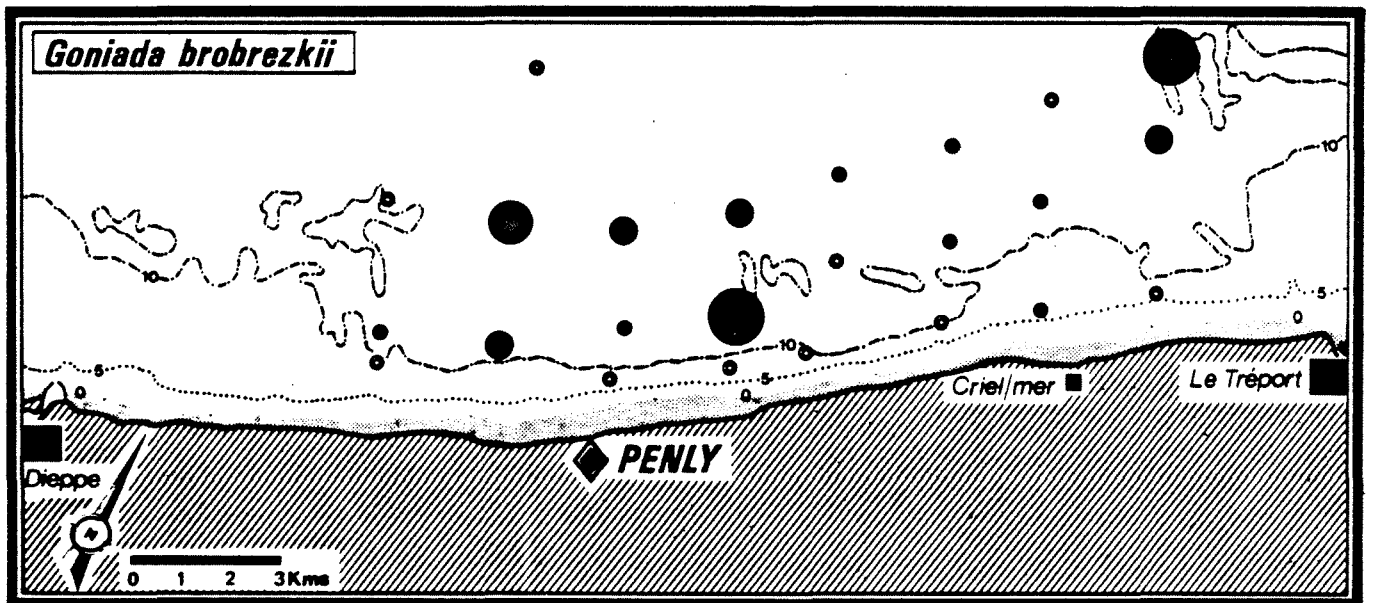
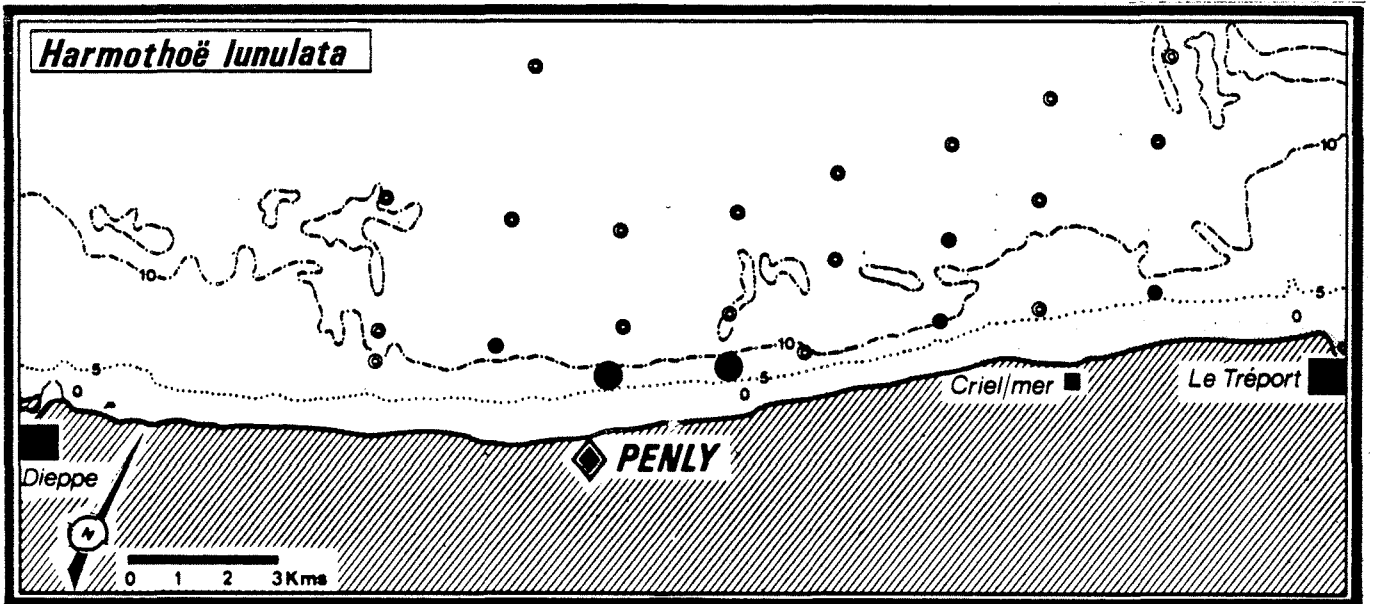
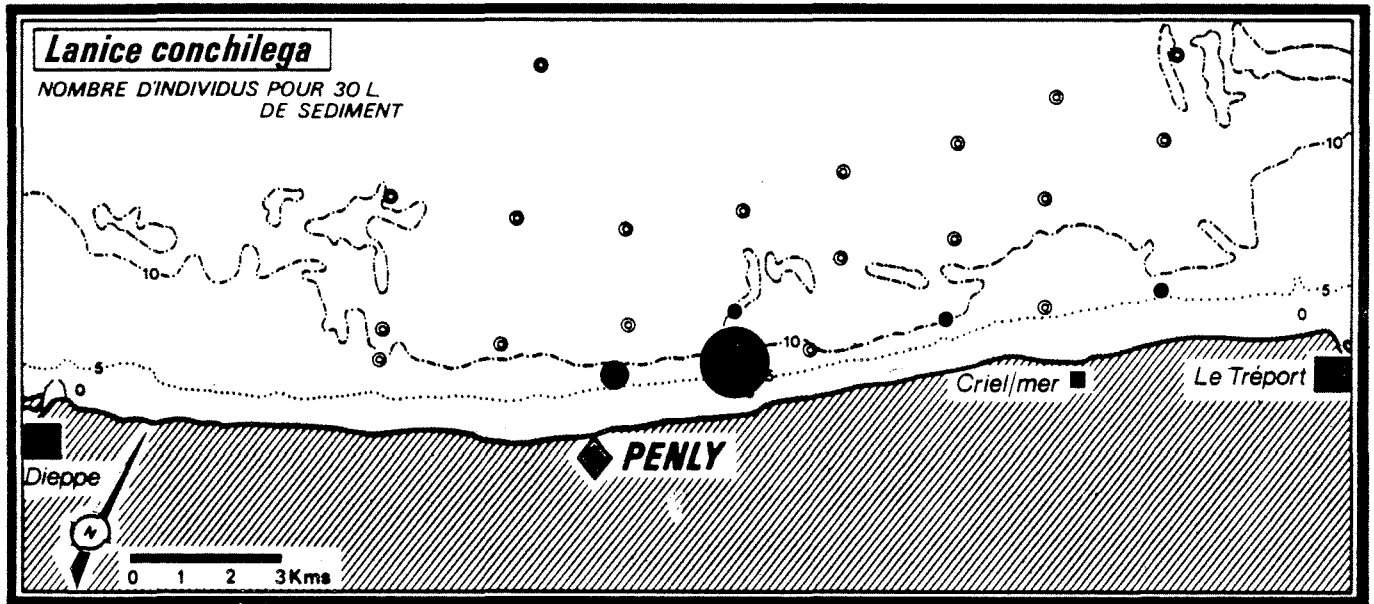


CARTES DE REPARTITION DES PRINCIPALES ESPECES

Fig.VII 19

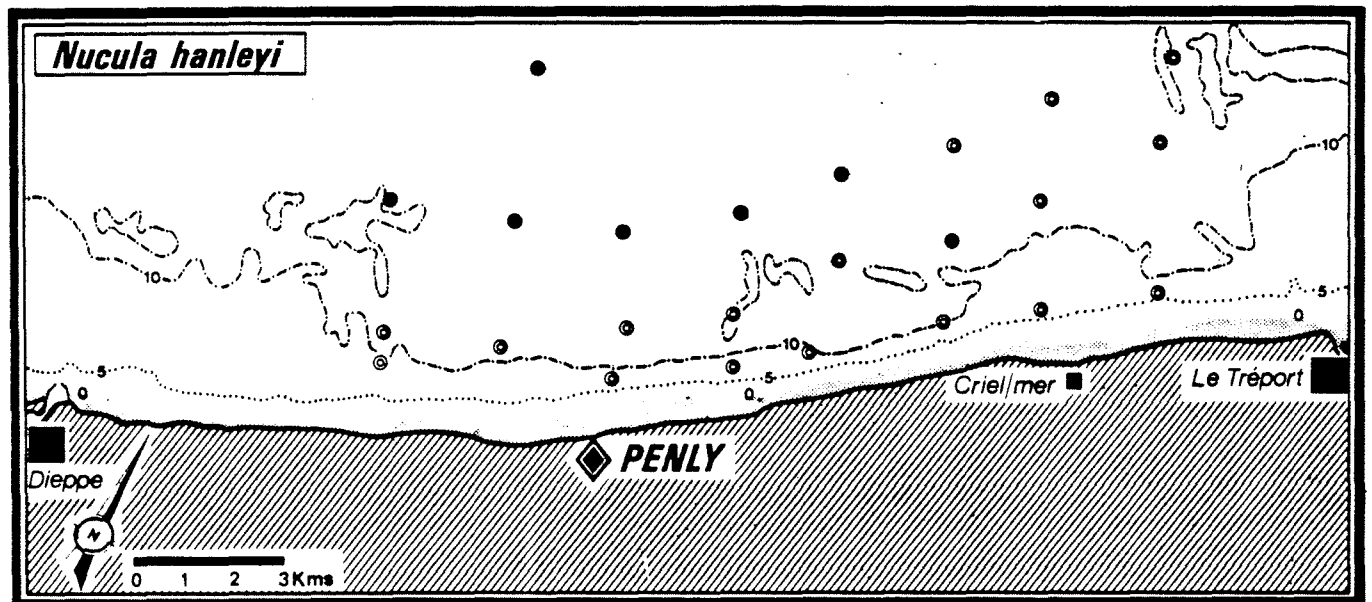
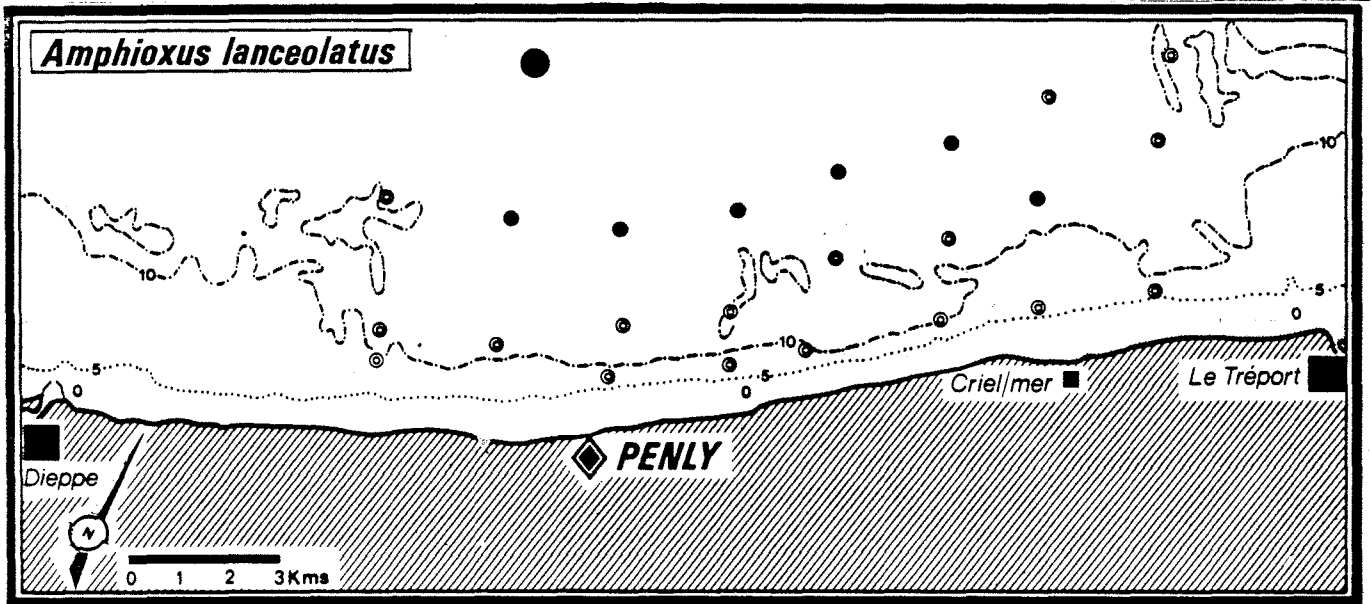
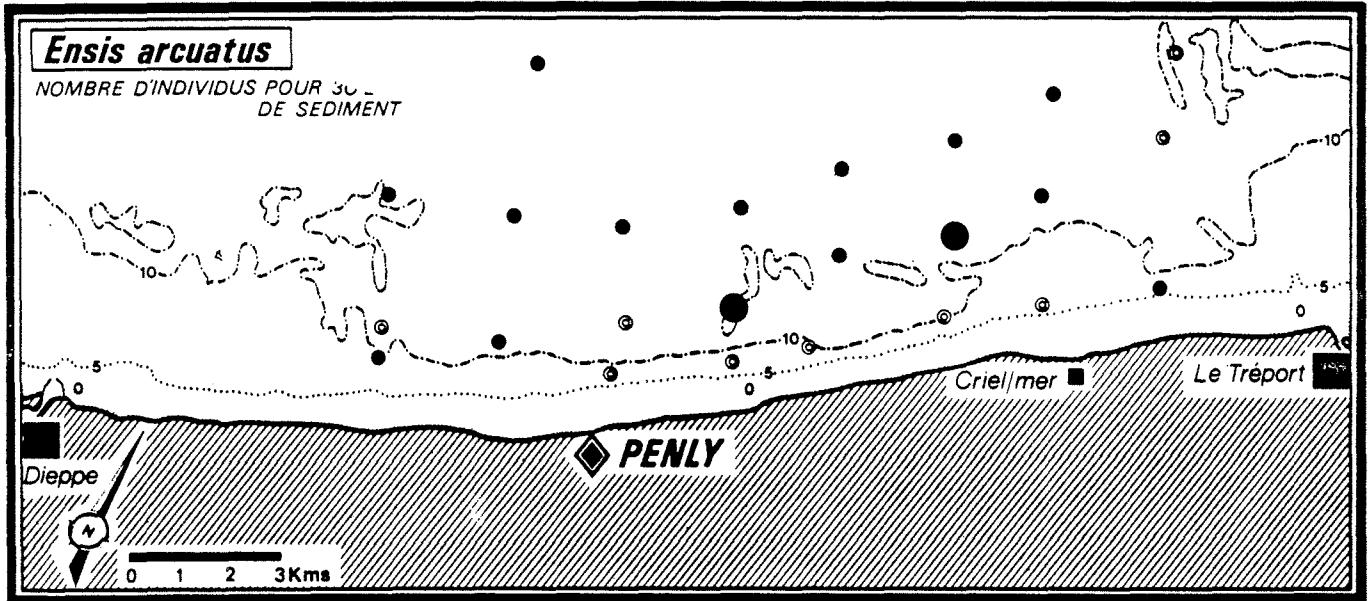


CARTES DE REPARTITION DES PRINCIPALES ESPECES



CARTES DE REPARTITION DES PRINCIPALES ESPECES

Fig VII 21



Un système de prises de vues photographiques automatique, constitué d'un ensemble flash-caméra prenant des clichés à intervalles réguliers de 10 secondes est fixé sur une troïka tractée par le navire océanographique CRYOS ; une caméra de télévision permet de plus l'observation en direct à partir du bateau.

L'autonomie est d'environ 2 heures, soit près de 800 photos ; la surface couverte pour chaque photo est d'environ  $1\text{m}^2$ . La distance parcourue varie suivant la vitesse du courant de 0,79 M (film n° 22) à 1,48 M (film n° 23), l'espace entre deux prises de vues successives étant respectivement de 2 m et 3,5m. Sur chaque photo figurent l'heure (heure, minute, seconde), le jour, ainsi que le numéro du film.

Le dépouillement est effectué à partir de la bande positive, chaque photo est analysée dans l'ordre des prises de vues et numérotée ; les différentes espèces sont observées et quantifiées soit en nombre d'individus lorsque cela est possible, soit à l'aide de cotations d'abondance allant de 0 à 5 pour les espèces plus denses.

## 2.2. Analyse :

Cette technique d'observation directe a permis d'apprécier la nature superficielle du sédiment (présence de vases, ripplemarks...) et de reconnaître un certain nombre d'organismes visibles à partir de la surface :

- Actinies,
- Annélides polychètes sédentaires (Lanice conchilega),
- Couteaux,
- Pagures,
- Ophiures (Ophiura sp.),
- Etoiles de mer (Asterias rubens),
- Ainsi que quelques poissons plats.

Toutefois, seuls les individus d'une taille suffisante peuvent être comptabilisés ; de plus, la prolifération locale de certaines espèces (Lanice conchilega) peut par moment perturber ces évaluations.



N° 467



N° 482



N° 485

(photos Y. GUENNEGAN)





no 72



no 337



no 793

(photos Y. GUENNEGAN)

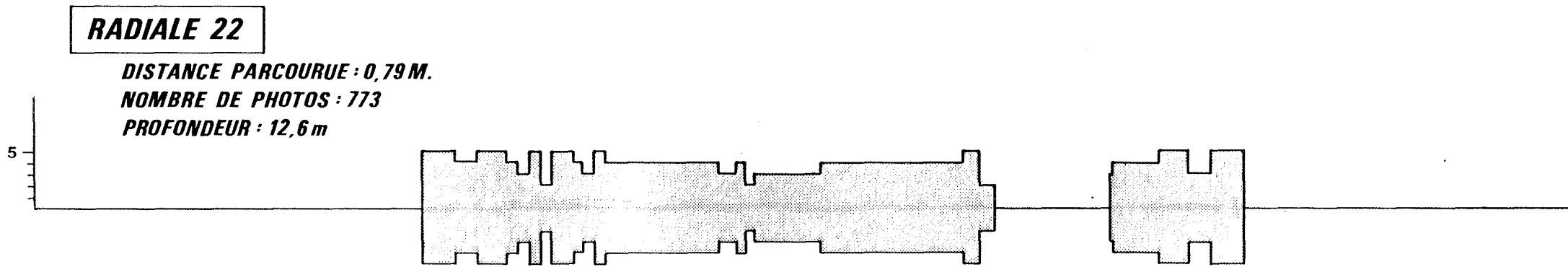
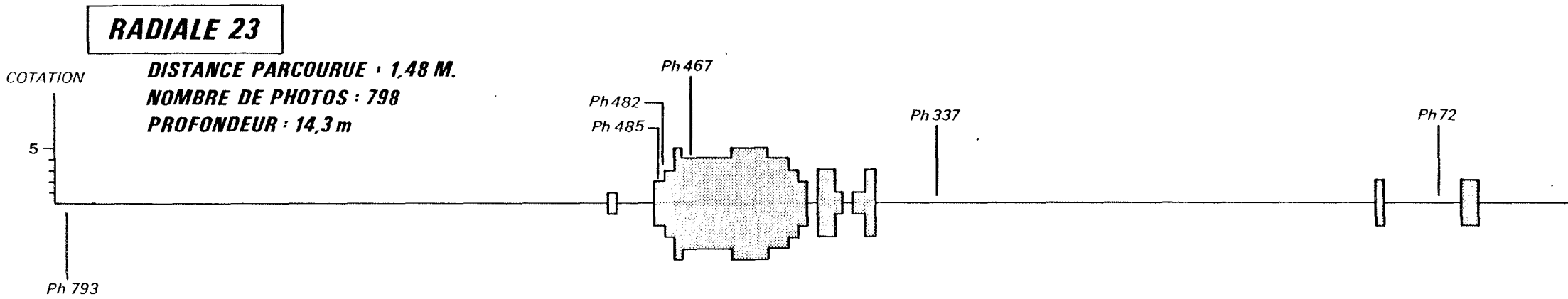
Il s'agit néanmoins d'éléments relatifs d'appréciation qui constituent des documents de référence à des fins de comparaisons ultérieures. Les résultats ne pouvant être présentés dans leur intégralité, quelques photos permettent d'illustrer les principaux aspects rencontrés (planches photos VII.1 et 2). Le point le plus remarquable est le développement des lanices qui forment un tapis presque continu à la côte (fig. VII.22 radiale 22) et des "taches" bien délimitées plus au large (fig. VII.22 radiale 23 et photos 467.482.485). On note un envasement avec présence d'actinies dans la partie la plus côtière du film n° 23 (photo 72), plus loin le sédiment devient nettement plus grossier et seules les ophiures sont visibles en surface (photo 337). Enfin, plus au large, après la tache de lanices, se forment des ripple marks (photo 793). Ainsi, tout au long d'une radiale on peut observer des variations brutales de faciès sur quelques centaines de mètres.

#### CONCLUSION :

Les résultats obtenus confirment dans une large mesure les données antérieures, une carte synthétique prenant en compte, à la fois l'aspect qualitatif et quantitatif a pu être réalisée à partir des résultats des dragages de mai 1978 (fig. VII.23). On peut distinguer :

- Une bande côtière, limitée à 10-12m de profondeur, s'étendant jusqu'à environ 1 M de la côte. Cette unité, identifiée comme appartenant au peuplement des sables fins plus ou moins envasés à Abra alba, se caractérise par un grand nombre d'espèces avec des densités élevées. Devant Criel, au niveau des "roches du Muron" on remarque toutefois l'apparition d'un faciès légèrement différent dû à la présence d'un sédiment plus grossier. On remarque, outre l'abondance des bivalves, l'importance des Polychètes sédentaires en particulier Lanice conchilega qui prolifère dans les stations situées à proximité immédiate du site.
- Au large, la faune est nettement plus dispersée. Vers l'est, on rencontre sur un sédiment de sables fins l'amorce d'un peuplement à Ophelia borealis encore mal caractérisé dans la zone concernée.  
A des profondeurs plus importantes, se développe vers le large le peuplement des sables grossiers à Amphioxus lanceolatus.

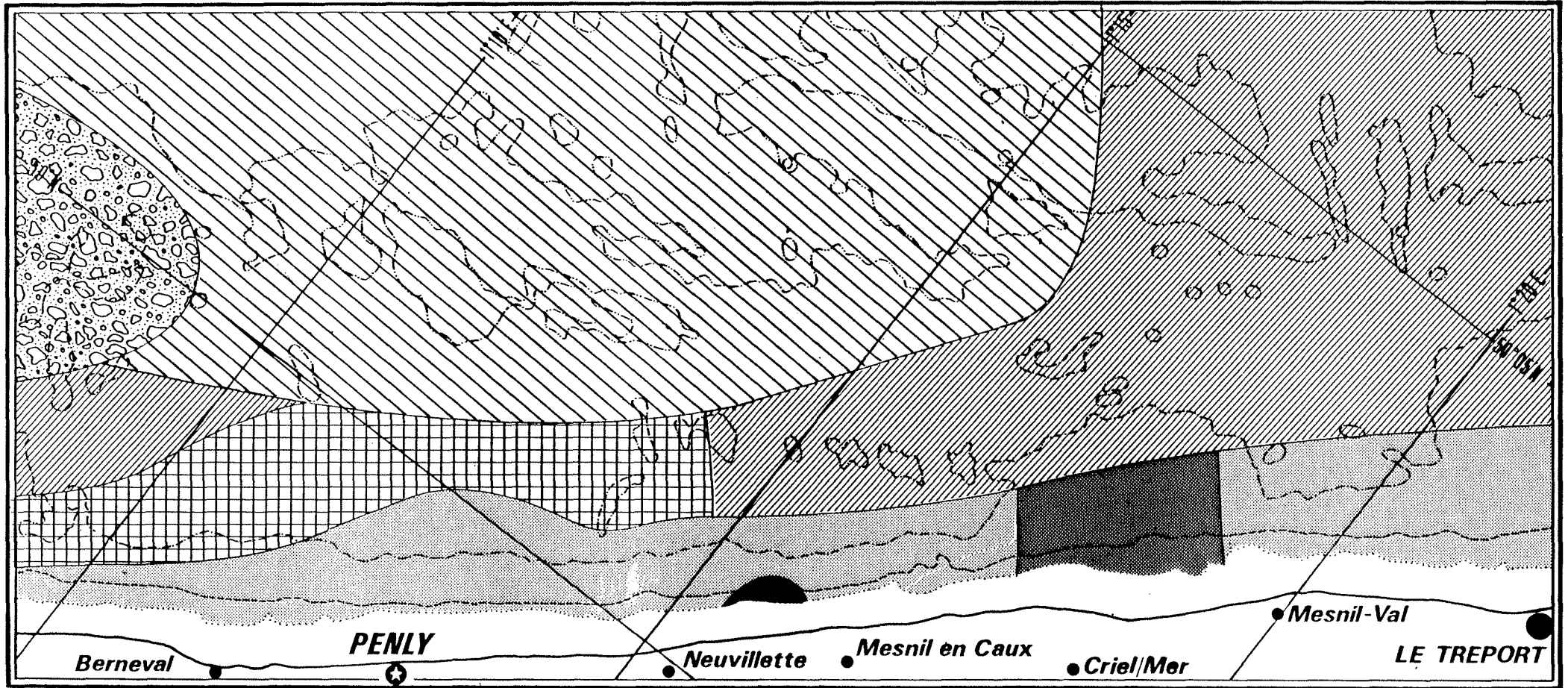




REPARTITION SCHEMATIQUE DE *Lanice conchilega*  
FILMS 22 ET 23 / CAMPAGNE ECOMANCHE (JUILLET 1979)

*Fig. VII 22*

CARTE DE DISTRIBUTION  
DES PEUPELEMENTS BENTHIQUES SUBLITTORAUX



0 0.5 1 1.5 2 Kms

BATHYMETRIE

0 .....  
5 - - - -  
10 - - - -  
15 - - - -



PEUPEMENT DES CAILLOUTIS CIRCALITTORAUX  
DES SABLES FINS ± ENVASES A *Abra alba* FACIES TYPE  
DES SABLES FINS A *Ophelia borealis*  
DES SABLES GROSSIERS A *Amphioxus lanceolatus*  
ZONE DE TRANSITION

ROCHE  
FACIES CAILLOÛTEUX

Toutefois, les derniers cailloutis qui s'étendent à l'ouest du secteur présentent une faune riche et diversifiée notamment en ce qui concerne l'épifaune vagile.

Si l'on considère le modèle de tache thermique (fig. I.1) c'est essentiellement le peuplement à *Abra alba* qui devrait être concerné par un échauffement du milieu, or ce type de fond, particulièrement riche, est très limité sur les côtes françaises de la Manche où il ne représente qu'environ 3 % de la superficie.

ANNEXE  
DU CHAPITRE VII

Tableau annexe 1

RESULTATS GRANULOMETRIQUES DE LA CAMPAGNE DE DRAGAGES DE MAI 1978

frac- tion sta- tions	Galets		Graviers					Sables grosiers			Sables fins		Sablons					Fines		So	Catégorie sédimen- taire			
	G16 20,00 mm	G15 16,00	G14 10,00	G13 5,00	G12 2,00	G11 1,40	G10 1,00	G9 0,70	G8 0,50	G7 0,35	G6 0,25	G5 0,18	G4 0,12	G3 0,09	G2 0,06	G1 0,04	Fines	GAL	GR			SG	SF	SN
4	-	-	-	0.16	0.56	0.68	3.73	2.37	4.01	9.22	18.89	56.21	3.21	0.44	0.28	0.24	-	0.72	6.78	13.23	79.03	0.24	1.178	1.b
5	-	-	-	-	0.32	1.20	11.50	7.93	8.54	20.71	37.91	10.98	0.60	0.08	0.16	0.08	-	0.32	20.63	29.25	49.72	0.08	1.397	1.b
6	21.75	7.76	19.84	13.90	4.60	1.28	7.26	7.39	7.29	5.07	2.60	1.06	0.13	0.03	0.03	-	21.75	46.10	15.83	12.36	3.85	-	5.747	7
7	-	-	-	5.84	12.81	14.65	10.09	6.48	10.05	16.81	16.74	14.13	1.92	0.16	0.16	0.16	-	18.65	21.22	26.86	33.11	0.16	2.362	6
7bis	-	-	-	-	0.08	0.04	0.20	0.20	2.16	3.40	14.73	58.74	17.33	1.80	0.68	0.64	-	0.08	0.44	5.56	93.28	0.64	1.160	1.a
8	0.67	-	0.79	2.22	9.59	5.52	23.54	14.40	16.42	18.25	6.68	1.71	0.08	0.04	0.04	0.04	0.67	12.60	43.47	34.67	8.55	0.04	1.839	3
9	-	-	1.00	6.71	24.36	12.10	22.52	10.63	8.74	8.43	4.07	1.24	0.12	0.08	-	-	-	32.07	45.25	17.17	5.51	-	2.214	5
10	-	-	-	0.23	0.50	0.41	1.24	0.86	1.10	1.83	3.88	8.42	14.13	4.16	2.33	0.91	-	0.73	2.51	2.93	2.92	0.91	1.127	1.a
11	-	-	-	0.26	8.29	6.06	21.57	12.64	11.97	10.26	6.32	7.24	5.26	6.18	2.90	1.05	-	8.55	40.27	22.23	27.90	1.05	2.182	3
12	0.47	-	0.68	1.99	8.04	7.18	20.35	11.35	15.34	22.70	9.00	2.47	0.32	0.04	0.04	0.04	0.47	10.71	38.88	38.04	11.86	0.04	1.708	3
13	-	-	-	-	0.15	0.09	0.24	0.39	2.57	8.61	7.26	47.73	26.33	4.89	1.26	0.48	-	0.15	0.72	11.18	87.47	0.48	1.198	1.b
14	0.81	-	-	0.67	5.96	9.54	31.43	13.66	12.51	12.07	3.85	6.48	2.10	0.48	0.28	0.16	0.81	6.64	54.63	24.58	13.13	0.16	1.799	4
15	2.38	0.39	4.22	5.39	16.06	10.11	17.58	6.91	8.72	16.29	9.64	2.23	0.04	0.04	-	-	2.38	26.05	34.61	25.01	11.95	-	2.640	6
16	-	-	-	-	0.09	0.09	0.97	15.09	9.76	10.65	7.09	16.06	19.53	14.90	4.71	1.06	-	0.09	16.15	20.41	62.29	1.06	1.990	1.a
17	-	-	-	0.32	0.92	0.72	4.24	4.44	10.21	50.94	24.41	3.36	0.36	0.04	0.04	-	-	1.24	9.40	61.15	28.21	-	1.309	2.b
18	-	-	-	0.08	2.28	9.44	4.77	13.16	9.73	16.76	31.01	10.13	2.52	0.12	-	-	-	2.36	27.37	26.49	43.78	-	1.574	1.b
19	14.7	-	0.8	3.21	4.5	2.44	10.51	18.66	10.58	11.34	5.41	12.99	9.9	3.68	1.48	0.52	14.70	7.78	21.61	21.92	33.47	0.52	3.051	7
20	-	-	0.48	1.24	2.68	1.32	5.12	4.69	12.00	48.42	20.01	3.40	0.52	0.04	0.04	0.04	-	4.40	11.13	60.42	24.01	0.04	1.217	2.b
21	5.85	2.45	10.18	6.78	9.26	5.95	14.06	7.46	9.73	18.99	7.83	1.28	0.15	0.04	-	-	5.85	28.67	27.46	28.72	9.3	-	4.038	6
22	14.83	-	0.17	2.04	6.86	6.96	23.59	14.32	15.48	13.43	1.74	0.27	0.20	0.03	0.03	0.03	14.83	9.07	44.87	28.92	2.28	0.03	2.207	7
23	-	-	1.28	0.80	3.44	4.24	15.77	10.52	14.37	27.85	17.85	3.44	0.24	0.08	0.04	0.08	-	5.52	30.53	42.22	21.65	0.08	1.641	3
24	-	-	-	0.52	7.41	12.69	24.48	8.78	10.65	20.50	12.45	2.32	0.08	0.04	0.04	0.04	-	7.93	45.95	31.15	14.93	0.04	2.041	3
25	-	-	-	0.05	0.18	0.37	1.07	1.01	5.28	48.93	26.74	7.03	2.91	3.28	2.83	0.32	-	0.23	2.45	54.21	42.79	0.32	1.215	2.a
26	-	-	-	-	2.24	4.68	18.85	14.85	17.68	26.97	13.13	1.36	0.12	0.04	0.08	-	-	2.24	38.38	44.65	14.73	-	1.675	3
27	-	-	-	0.32	5.44	9.33	37.89	19.57	16.89	9.24	1.24	0.04	0.04	-	-	-	-	5.76	66.79	26.13	1.32	-	1.514	4
28b	-	-	0.70	1.14	3.32	3.72	10.15	4.42	7.91	31.89	12.65	10.85	8.44	3.32	1.27	0.22	-	5.16	18.29	39.80	36.53	0.22	1.491	2.a
29	-	-	-	0.08	2.28	3.6	21.33	15.37	15.36	25.09	15.21	1.56	0.12	-	-	-	-	2.36	40.30	40.45	16.89	-	1.648	3

Tableau 2 (annexe)

CRITERES		CATEGORIES SEDIMENTAIRES		
Sédiments vaseux > 0,50 %		Sablons > 40 % (Sablons-sables fins ou grossiers) > 15 %	SABLONS	Sables légèrement vaseux 1a
				Sablons 1b
Sédiments vaseux < 0,50 %	Cailloutis < 10 %	Sables fins + Sablons > 60 %	SABLES FINS	Sables fins sablonneux 2a
				Sables fins 2b
		Sables fins > 40 % (Sables fins-sablons) > 15 %		Sables moyens 3
		Sables fins + sables grossiers > 60 %	SABLES GROSSIERS	Sables grossiers 4
		Sables grossiers > 40 % (Sables grossiers - sables fins ou sablons ou graviers) > 15 %		
		Sables grossiers + graviers > 60 %	SABLES GRAVELEUX	5
Pas de catégorie sédimentaire > 35 % So de TRASK > 2,300	Stations de transition	6		
	Cailloutis > 10 %	SABLES et GRAVIERS CAILLOUTEUX	7	
<u>DEFINITION</u>				
Galets	> 20 mm	So de TRASK : indice de classement avec $\sqrt{\frac{Q1}{Q3}}$		
Graviers	20 mm > > 2 mm			
Sables grossiers	2 mm > > 0,500 mm			
Sables fins	0,500 mm > > 0,250 mm	Q1 = 25 % du poids de sédiment		
Sablons	0,250 mm > > 0,045 mm	Q3 = 75 % du poids de sédiment		
Vases	< 0,045 mm			

Tableau 3 (annexe)

LISTE FAUNISTIQUE DE LA FAUNE SUBLITTORALE A PENLY

(ENDOFAUNE ET EPIFAUNE VAGILE)

NEMERTES

ANNELIDES POLYCHETES

- Lepidonotus squamatus* (Linné, 1766)  
*Gattyana cirrosa* (Pallas, 1766)  
*Harmothoë longisetis* (Grube, 1863)  
*Harmothoë lunulata* (Delle Chiaje, 1841)  
*Sigalion mathildae* (Audouin-M. Edwards, 1834)  
*Sthenelais boa* (Johnston, 1833)  
*Pholoë synophthalmica* (Clarapède, 1868)  
*Phyllodoce lineata* (Clarapède, 1868)  
*Phyllodoce mucosa* (Oersted, 1843)  
*Phyllodoce groenlandica* (Oersted, 1843)  
*Eilalia sanguinea* (Oersted, 1843)  
*Eteone* sp.  
*Kefersteinia cirrata* (Keferstein, 1862)  
*Syllidae* ind.  
*Leptonereis glauca* (Clarapède, 1870)  
*Nereis longissima* (Johnston, 1840)  
*Nephtys caeca* (Fabricius, 1780)  
*Nephtys cirrosa* (Ehlers, 1868)  
*Nephtys hombergii* (Audouin-M. Edwards)  
*Nephtys longosetosa* (Oersted, 1842)  
*Glycera gigantea* (Quatrefages, 1843)  
*Glycera convoluta* (Keferstein, 1862)  
*Glycera alba* (Rathke)  
*Glycera lapidum* (Quatrefages)  
*Eone nordmanni* (Malmgren, 1865)  
*Goniada bobretzkii* (Annenkova, 1929)  
*Lumbriconereis latreilli* (Audouin-M. Edwards, 1834)

*Staurocephalus* sp.  
*Scolelepis ciliata* (Kerferstein, 1862)  
*Nerine cirratulus* (Delle chiaje, 1828)  
*Nerine foliosa* (Audouin-M. Edwards, 1834)  
*Sphiophanes bombyx* (Clarapède, 1870)  
*Aonides oxycephala* (Sars, 1862)  
*Magelona papillicornis* (F. Müller, 1858)  
*Chaetopterus variopedatus* (Renier, 1804)  
*Audouinia tentaculata* (Montagu)  
*Heterocirrus alatus* (Southern, 1914)  
*Scoloplos armiger* (O.F. Müller, 1776)  
*Notomastus latericeus* (Sars, 1851)  
*Ophelia borealis* (Quatrefages, 1865)  
*Ampharete grubei* (Malngren, 1865)  
*Amphicteis gunneri* (Sars, 1835)  
*Amphitrite johnstoni* (Malngren, 1866)  
*Larice conchilega* (Pallas, 1766)  
*Pista cristata* (Müller, 1776)  
*Terebellides stroemi* (Sars, 1835)  
*Pectinaria koreni* (Malngren, 1866)  
*Owenia ~~fusi~~ formis* (Delle chiaje, 1844)  
*Flabelligera affinis* (Sars, 1829)  
*Sabella pavonina* (Savigny, 1820)

## SIPUNCULIDES

*Golfingia elongata* (Kerferstein, 1862)  
*Phascolion strombi* (Montagu, 1804)

## MOLLUSQUES

*Lepidopleurus asellus* (Gmelin, 1791)  
*Lepidochitona cinereus* Linné, 1767)  
*Acmaea virginea* (Müller, 1776)  
*Natica alderi* (Forbes, 1838)  
*Nassarius reticulatus* (Linné, 1758)  
*Tritonia plebeia* (Johnston, 1828)  
*Nucula hanleyi* (Winckworth)  
*Mysella bidentata* (Montagu, 1803)



*Montacuta ferruginosa* (Montagu, 1808)  
*Dosinia exoleta* (Linné, 1758)  
*Tapes rhomboïdes* (Pennant, 1777)  
*Spisula ovalis* (Sowerby, 1817)  
*Spisula elliptica* (Brown, 1827)  
*Abra alba* (Wood, 1802)  
*Macoma balthica* (Linné, 1758)  
*Bellina fabula* (Gmelin, 1791)  
*Bellina pygmaea* (Loven, 1841)  
*Cultellus pellucidus* (Pennant, 1777)  
*Ensis arcuatus* (Jeffreys, 1865)  
*Mya* sp.  
*Thracia phaseolina* (Lamarck, 1818)

#### PHORONIDIENS

#### PYCNOGONIDES

*Nymphon brevirostre* (Hodge, 1863)  
*Achelia echinata* (Hodge, 1864)  
*Ecnogonum littorale* (Ström, 1762)

#### CRUSTACES

*Gastrosaccus spinifer* (Goes, 1864)  
*Bodotria arenosa* (Goodsir, 1843)  
*Pseudocuma similis* (Sars, 1900)  
*Dyastylis bradyi* (Norman, 1879)  
*Dyastylis laevis* (Norman, 1879)  
*Eurydice* sp.  
*Orchomonella* sp.  
*Ampelisca brevicornis* (A. Costa, 1853)  
*Ampelisca typica* (Bate, 1862)  
*Urothoë brevicornis* (Bate, 1862)  
*Urothoë grimaldii* (Chevreux, 1895)  
*Urothoë marina* (Bate)  
*Bathyporeia guillamsoniana* (Bate, 1856)  
*Bathyporeia elegans* (Watkin, 1938)  
*Leucothoë incisa* (D. Robertson, 1892)

*Perioculodes longimanus* (Bate-Westwood, 1868)  
*Rontocrates arenarius* (Bate, 1858)  
*Rontocrates norvegicus* (Boeck)  
*Nototropsis falcatus* (Metzger, 1871)  
*Melita obtusata obtusata* (Montagu, 1813)  
*Corophium sextoni* (Crawford, 1937)  
*Crangon crangon* (Linné, 1758)  
*Eagurus bernhardus* (Linné, 1758)  
*Anapagurus lynnmanni* (Thompson, 1843)  
*Galathea intermedia* (Lilljeborg, 1851)  
*Pisidia longicornis* (Linné, 1767)  
*Thia scutellata* (Fabricius)  
*Macropipus holsatus* (Fabricius, 1798)  
*Macropipus depurator* (Linné, 1758)  
*Macropipus puber* (Linné, 1767)  
*Xanthidae ind.*

#### ECHINODERMES

*Asterias rubens* (Linné, 1758)  
*Ophiothrix fragilis* (Abilgaard)  
*Amphipholis squamata* (Delle chiaje, 1829)  
*Aerocnida brachiata* (Montagu)  
*Ophiura texturata* (Lamarck)  
*Ophiura albida* (Forbes)  
*Psammechinus miliaris* (Gmelin)  
*Echinocyamus pusillus* (O.F. Muller)  
*Echinocardium cordatum* (Pennant, 1777)

#### CEPHALOCORDES

*Amphioxus lanceolatus* (Pallas)

#### POISSONS

*Cottidae ind.*







TABLEAU 4 (ANNEXE) (suite)

STATIONS ESPECES	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	TOTAL		
	Nombre total d'individus	54	36	252	90	141	45	208	8	53	695	198	58	105	49	28	211	75	27	64	38	29	198	69	157	2 888	
Nombre d'individus pris en compte dans l'analyse	49	33	239	85	101	40	207	8	47	695	195	52	104	44	28	203	74	21	53	37	29	198	66	122	2 730		
Nombre de taxons	19	16	42	22	13	14	26	7	14	26	13	18	13	13	11	25	9	9	18	13	13	31	21	13			
% d'Annélides polychètes errantes	35.2	16.7	24.2	27.2	23.5	13.7	8.3	1.3	37.5	50.4	17.4	67.2	46.6	24.8	26.5	50.0	17.1	20.0	74.1	18.8	47.4	31.0	20.2	39.1	191.1	36.1	
% d'Annélides sédentaires	16.7	50.0	7.9	5.6	-	11.1	38.0	12.5	3.8	4.2	6.6	6.9	10.5	2.0	7.1	34.6	-	-	43.8	-	-	36.9	18.8	3.2	23.2		
Mollusques gastéropodes	9.3	5.6	18.7	2.2	-	-	0.5	-	1.9	0.1	-	1.7	-	2.0	-	-	-	-	-	2.6	6.9	3.0	1.4	1.3	2.5		
Mollusques bivalves	25.9	-	3.2	8.9	9.9	6.7	23.1	37.5	5.1	32.9	24.2	220.7	50.0	10.2	25.0	41.2	20.0	18.5	9.4	18.4	24.1	30.8	7.2	3.2	23.1		
Crustacés	11.1	19.4	17.1	8.9	1.4	13.3	1.9	-	3.8	0.3	2.0	8.6	1.9	53.1	3.6	0.9	52.0	-	7.8	23.7	10.3	4.0	21.7	1.3	7.0		
Echinodermes	1.9	-	17.1	2.2	2.1	2.2	5.3	12.5	9.4	5.0	-	3.4	2.9	6.1	3.6	6.2	8.0	-	3.1	5.3	20.7	5.1	10.1	-	5.4		
Divers	-	8.3	11.9	-	1.4	28.9	-	-	5.7	-	-	12.1	-	-	10.7	-	-	7.4	17.2	2.6	6.9	-	1.4	-	2.7		
<b>EPIFAUNE SESSILE</b>																											
Actinie	+	+		+			+	+		+	+	+		+		+			+	+	+	+	+				
<i>Brymnia nebulosa</i>				6																							
<i>Nicola venustula</i>																				1							
<i>Thelepus setosus</i>				4																							
<i>Tomatoceros lamareki</i>				9																							
<i>Modiolus modiolus</i>																					9						

N.B. : Les individus codés SSS n'ont pas été pris en compte dans l'analyse.



## CONCLUSIONS GENERALES





## CONCLUSIONS GENERALES

---

Ce rapport réunit les résultats de la première année d'étude de l'état de référence écologique du site de PENLY. Les conclusions présentées à ce stade ne sont donc que partielles ; une synthèse définitive sera réalisée à l'issue des deux années d'étude et figurera dans le rapport final du "projet".

Les données climatiques concernant la période d'étude (Février 1978 - Janvier 1979) diffèrent sensiblement des conditions moyennes observées sur plusieurs années, notamment pour les précipitations et les vents. La température de l'air est légèrement inférieure à la normale avec un mois de Janvier exceptionnellement froid.

La structure hydrologique est caractérisée par un gradient "côte-large" permanent, avec épisodiquement une stratification verticale. Les eaux côtières sont nettement identifiées par de fortes valeurs en ammonium et en matières en suspension associées à de faibles valeurs de salinité. La température contribue à renforcer cette structure avec une inversion du gradient "côte-large" entre la situation hivernale et estivale.

Les variations saisonnières des populations phytoplanctoniques font apparaître un bloom printanier en Mai et un bloom estival en Juillet-Août. Les variations spatiales reproduisent généralement le gradient "côte-large" mis en évidence par l'étude des paramètres hydrologiques et permettent de dégager des espèces à affinités côtières.

Le zooplancton présente deux périodes de développement maximum, Mai et fin Août, avec respectivement des biomasses moyennes de 130 mg/m<sup>3</sup> et 100 mg/m<sup>3</sup> en poids sec. D'une façon générale la station côtière diffère sensiblement des autres stations par une biomasse plus faible et une composition faunistique particulière.

L'étude du phytobenthos de l'estran fait apparaître une couverture algale éparse et peu fournie, associée à une diversité spécifique faible tant au niveau des peuplements à Ulvales que des peuplements à *Fucus serratus*.

La structure biosédimentaire des fonds subtidaux est caractérisée par une bande côtière de sables fins plus ou moins envasés à *Abra alba*, limitée à 10-12 m de profondeur. Ce peuplement est caractérisé par un grand nombre d'espèces avec des densités élevées. Plus au large, la faune est représentée par une amorce de peuplement à *Ophelia borealis*, caractéristique des sables fins de la Manche et le développement des sables grossiers à *Amphioxus lanceolatus*.



B I B L I O G R A P H I E



BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE IPRESENTATION GEOGRAPHIQUE

- ANTOINE, L., 1976 - Etude écologique d'avant-projet sur le site de Penly.  
CNEEXO/EDF.
- BRIQUET, A., 1930 - Le Littoral du Nord de la France et son évolution morphologique.  
Thèse, Paris, 439 p.
- BULLETIN CLIMATOLOGIQUE DE HAUTE NORMANDIE, 1978/1979 - n° 121 à 132 et supplément  
annuel 1978.
- CABIOCH, L., et GLACON, R., 1977 - Distribution des peuplements benthiques en Manche  
Orientale du Cap d'Antifer à la baie de Somme. CR Acad. Sc. Paris  
t. 285.
- DARCHEN, 1967 - Eléments climatologiques concernant les côtes de la France métro-  
politaine. Direction de la Météorologie Nationale. Ministère de  
l'Equipement.
- KUHN, J., 1967 - Etude sur les algues de Puys. Rev. Soc. Sav. de Haute Normandie.  
n° 47, Rouen.
- LCHF/CNEEXO, 1976 - Géomorphologie et hydrodynamisme du littoral entre le Havre et  
Dunkerque. Synthèse documentaire.
- NESTEROFF W., et MELIERES, F., 1967 - L'érosion littorale du pays de Caux. Bull.  
Soc. Géol. Fr. (7) IX pp. 159 - 169.
- PRECHEUR, C., 1969 - Le littoral de la Manche de St Adresse à Ault. Etude morphologi-  
que. Norois, n° hors série. 138 p.
- SERET, B., 1976 - Ecologie du Littoral entre le Havre et Dunkerque (synthèse docu-  
mentaire). CNEEXO/EDF.
- SHOM, 1973 - Courants de marée dans la Manche et sur les côtes françaises de  
l'Atlantique. Publication n° 550.  
Courants de marée de Dunkerque à Brest. Publication n° 551.

CARTES :

IGN : 1/100 000 Dieppe i-4

1/25 000 Dieppe-Est 1-2

SHOM : 1/44 160 De la Pointe d'Ailly au Tréport, n° 0934

BRGM/CNEXO : 1/500 000 Carte des sédiments superficiels de la Manche  
(C. LARSONNEUR).

## BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE V

## ZOOPLANCTON

- ANTOINE, L., 1976. - Etude écologique d'avant projet sur le site de Penly. Unité littoral. CNEOX/EDF.
- ADLER et JESPERSEN, P., 1920. - Variations saisonnières chez quelques copépodes planctoniques marins. Meddr. Komm. Danm. Fiskog. Havunders. série Plancton, 2 (1) : 46.
- ANRAKU, M., 1964. - Influence of the copepod canal on the hydrography and the copepod on Buzzards bay and Cape Cod bay Massachussetts. II Respiration and feeding. Limnol. Océanog. 9 (2) : 195 - 206.
- BARNES, H., et M. BARNES, 1966. Ecological and zoogeographical observations on some of the common intertidal cirripedes on the coasts of the western european maryland in june - september 1963. Marine Science ed. : 83 - 105.
- BELERHADEK, 1957. - Physiological aspects of heat and cold. A. Rev. Physiol. 19 : 59 - 82.
- BERNARD, M., 1963 - Le cycle vital en laboratoire d'un copépode pélagique de Méditerranée *Euterpina acutifrons*, claus. Pelagos. Bull. Inst. Oceanogr. Alger 1 : 35 - 48.
- BINET, D., 1977. - Contributions à la connaissance du zooplancton neritique ivoirien Ecologie descriptive et dynamique. Doctorat d'état es sciences naturelles. Univ. P. et M. Curie Paris 6e.
- CARTER, J. CH., 1965, - The ecology of the calanoid copepod *Pseudocalanus minutus* Krøyer in Tessiarsuk, a coastal meromitic lake of northern Labrador. Limnol. and Oceanogr. vol. 10 (3) : 345 - 353.
- CORKETT, C.J., 1968, - La reproduction en laboratoire des copépodes *Acartia clausi* (Giesbrecht), et *Aya furcata* (Baird) Pelagos. Bull. Inst. Oceanogr. Alger. 10 : 77 - 90.
- CORKETT, C.J., and LAREN I A.MC., 1969. - Egg production and oil storage by the copepod *Pseudocalanus* in the laboratory. J. exp. mar. Biol. Ecol. 3 : 90 - 105.
- CORKETT, C.J., and LAREN I.A.MC., 1978. - The biology of *Pseudocalanus* adv. Mar. Biol. vol. 15 : 1 - 231.
- DEEVEY G.B., 1960 - Relative effects of temperature and food on seasonal variations in length of marine copepods in some eastern american and western european water. Bull. Buigham. Oceanogr. Coll., vol. 17 : 54 - 86.
- EL MAGHRABY, A.M., 1964, - the developmental stages and occurrence of the copepod *Euterpina acutifrons* Dana in the marine environment of Alexandria VAR Annals. and magazine of natural history, 7 (76), série 13 : 223 - 233.
- Etude écologique d'avant-projet sur le site de Penly 1977, Rapport CNEOX/EDF.



- FRONTIER, S., 1972, - Calcul de l'erreur sur un comptage de zooplancton. J. Mar. Biol. Ecol. 8 : 121 - 132.
- GAUDY, R., 1962, - Biologie des copépodes pélagiques du golfe de Marseille Rec. Trav. st. Mar. End., Bull 27, Fasc. 42.
- GAUDY, R., 1972, - Contribution à la connaissance du cycle biologique des copépodes du golfe de Marseille. 2e étude du cycle biologique de quelques espèces caractéristiques Tethys, 4 (1) : 175 - 242.
- GRAN, H.H., 1902, - Das Plankton das Norwegeschen nordmeers Rep. Norweg. Fish. Invest. 15 : 221 - 235.
- HACQ, S.M., 1972, - Breeding of *Euterpina acutifrons* an harpacticoid copepod with special reference to dimorphic males Marine Biology, 15 : 221 - 235.
- HARRIS, R.P., and PAFFENHOFFER, 1976, - Feeding, growth and reproduction of the marine planktonic copepod *Temora longicornis* Müller J. Mar. Biol. Ass. UK, 56 : 675 - 690.
- LE FEVRE - LEHÖERFF, G., 1976, - Cladocères copépodes, mysidacées, appendiculaires, cycle du zooplancton à Paluel. Rapport 1er cycle CNEOX/EDF.
- LE FEVRE - LEHÖERFF, G., 1977, - Cladocères, copépodes, mysidacées, appendiculaires, cycle du zooplancton à Gravelines. Rapport 2e cycle CNEOX/EDF 109 - 142.
- LE FEVRE - LEHÖERFF, G., 1978, - cycle du zooplancton à Paluel - holoplancton. Rapport 2e cycle de Paluel CNEOX/EDF : 105 - 219.
- LE FEVRE - LEHÖERFF, G., 1979, - cycle du zooplancton à Flamanville. Diversité et composition spécifique - copépodes, mysidacés, et appendiculaires. Rapport 2e cycle de Flamanville CNEOX/EDF.
- LE FEVRE - LEHÖERFF, G., 1979, - Composition du zooplancton et holoplancton. Etude de surveillance écologique sur le site de Paluel. Rapport 1ere année CNEOX/EDF.
- LE FEVRE - LEHÖERFF, G., et QUINTIN, J.Y., (sous presse). - Etude comparative de la sensibilité des différentes espèces de copépodes aux variations de la température en Manche. Relations entre la taille des individus et les facteurs du milieu. Journées de thermoécologie de Nantes, Novembre 1979.
- LOCK, A.R., et LAREN I.A.M., 1970, - The effects of varying and constant temperature on the size of a marine copepod. Limnol. Oceanogr., 15 : 638 - 640.
- MAC LAREN, I.A., C.J. CORKETT, E.J. ZILLIOUX, 1969, - Temperature adaptations of copepods eggs from the arctic to the tropics Biological Bulletin, 137 : 486 - 493.
- MOTODA, S., 1959, - Devices of sample plankton apparatus. Mem. Fac. Fish Hokkaido Univ., 7 : 73 - 94.

- NEUNES, H.N., and PANGOLINI, G.F., 1965, - Breeding pelagic copepod *Euterpina acutifrons* in the laboratory. Nature, 208 : 571 - 573.
- RAZOULS et GUINNESS, 1973, - Variations annuelles quantitatives de deux espèces dominantes de copépodes planctoniques *Centropages typicus* et *Temora stylifera* de la région de Banyuls : cycle biologique et estimation de la production secondaire : variations dimensionnelles et mesure de la croissance : cahiers de Biologie marine, 14 : 413 - 427.
- SHANNON, C.E., 1948,- A mathematical theory of communication. Bull. Syst. Techn. J;  
27 : 379 - 423.
- TOULARASTEL, F., 1976, - Le méroplancton et les cnidaires. Rapport 1er cycle de Paluel CNEXO/EDF.
- TOULARASTEL, F., 1978, - Le méroplancton et les cnidaires, Rapport 2e cycle de Paluel CNEXO/EDF.
- URRY, O.L., 1965, - Observation on the relationship between the food and survival of *Pseudocalanus elongatus* in the laboratory. J Mar. Biol. Ass. UK, vol. 45 : 49 - 58.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE VI  
CAPTAGE DE LARVES SUR COLLECTEURS

VAN DE VYVER, G., 1968 - Etude du développement embryonnaire des Hydraires Athécates à Gonophores. Arch., Biol., 79 : pp.327-379.

BIBLIOGRAPHIE DU CHAPITRE VIIPHYTOBENTHOS

- ANTOINE, L., 1976 - Etude écologique d'avant-projet sur le site de Penly. Rapp. CNEXO, Unité Littoral 81 p.
- BOUDOURESQUE, C.F., 1970 - Recherches de bionomie analytique, structurale et expérimentale sur les peuplements benthiques sciaphiles de Méditerranée occidentale (fraction algale). Thèse doctorat Scien. Nat., Aix Marseille II, 624 p.
- BOUDOURESQUE, C.F., et BELSHER, T., 1978 - Une méthode de détermination de l'aire minimale qualitative. Congr. Ass. Plen. comm. Internation Explor. Scie. Mer Méditerranée, 3 p.
- FELDMANN, J., 1937 - Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée : la côte des Albères. Rev. Algolo., Fra., 10 : 1 - 339.
- FELDMANN, J., 1954 - Inventaire de la flore marine de Roscoff. Trav. St. Biol. Roscoff, suppl. 6 : 152 p.
- FELDMAN, J., et MAGNE F., 1964 - Addition à l'inventaire de la flore marine de Roscoff. Trav. St. Biol. Roscoff : 28 p.
- GAYRAL, P., et CASSOU, M.J. -1975 - La végétation marine de la Baie de Seine. La Documentation française, 3 : 54 - 127.
- NEDELEC, H., 1978 - Calcul d'aire minimale du Phytobenthos dans la région de Penly. Rapport de stage, Roscoff, 15 p.

