

Etude Ecologique d'Avant-Projet
du Site Marémoteur



du

GOLFE NORMANO-BRETON

Rapport Final
1^{re} Année (1980)

CNEXO-COB



ELGMM

Juin 1981

ETUDE ECOLOGIQUE D'AVANT-PROJET

SITE MAREMOTEUR DU

GOLFE NORMANO-BRETON

RAPPORT INTERMÉDIAIRE DE FIN DE PREMIÈRE ANNÉE (1980)

Centre National pour l'Exploitation des Océans
Centre Océanologique de Bretagne
Département Environnement Littoral
et Gestion du Milieu Marin

Juin 1981

AVANT-PROPOS

Le Golfe Normano-Breton constitue l'un des plus importants gisements d'énergie marémotrice du monde, dont une petite partie est exploitée depuis 1967 par l'usine de la Rance. Les possibilités d'exploitation à plus grande échelle sont actuellement examinées par EDF qui, à ce titre, confie au CNEXO une étude écologique d'avant-projet.

Cette étude est destinée à permettre la prise en compte des contraintes d'ordre écologique dans le choix de l'implantation des différents ouvrages d'une part, et dans la définition des contraintes d'exploitation d'autre part.

Elle porte à la fois sur les compartiments benthique et pélagique et s'appuie sur les travaux qui ont été antérieurement réalisés sur la zone géographique intéressée (intérieur de la ligne St-Malo - Coutainville). L'objectif est d'évaluer les conséquences possibles d'un tel projet sur les peuplements pélagique et benthique. Le programme scientifique proposé porte sur deux années d'étude. Ce rapport expose donc les premiers résultats obtenus durant l'année 1980. L'évaluation d'impact fera l'objet d'un rapport final au terme de la deuxième année d'étude (1981).

Cette étude pluridisciplinaire résulte de la collaboration des chercheurs et techniciens du Département Environnement Littoral et Gestion du Milieu Marin du Centre Océanologique de Bretagne (CNEXO) à Brest, ainsi que du Laboratoire Maritime de Dinard (MNHN), pour ce qui concerne le benthos subtidal.

S O M M A I R E

INTRODUCTION	
CHAPITRE I : GEOGRAPHIE	1
I. Présentation du site	1
II. Courantologie	1
III. Climatologie	3
Bibliographie	8
CHAPITRE II : HYDROLOGIE - HYDROBIOLOGIE	9
I. <u>Introduction</u>	9
1. Paramètres mesurés	9
2. Méthodes d'analyse - précision des mesures	9
II. <u>Variations de quelques paramètres au cours du temps</u>	13
1. Températures	13
2. Salinités	13
3. Concentrations en oxygène dissous - déficit apparent en oxygène DAO	15
4. Variations de la profondeur de disparition du disque de Secchi	16
5. Variations des matières en suspension	16
6. Variations des concentrations en ammoniacque	16
III. <u>Structure spatiale des masses d'eaux : détermination à l'aide de la campagne hydrobios</u>	18
1. Variations spatiales des salinités	18
2. Variations spatiales des températures	22
3. Détermination des principaux axes de dilution à l'aide des diagrammes T.S.	24
4. Variations spatiales des concentrations en oxygène dissous	27
5. Variations spatiales des matières en suspension	29
6. Variations spatiales des concentrations en ammoniacque	32
IV. <u>Variations des structures spatiales des masses d'eaux. Comparaison de la répartition des eaux aux mois d'avril, août et septembre 1980 dans la baie du Mont Saint-Michel</u>	37
1. Evolution des variations spatiales des salinités	37
2. Evolution des variations spatiales des températures	43
3. Evolution des variations spatiales des concentrations en oxygène dissous	43
4. Déficit apparent en oxygène (DAO)	43
Bibliographie	55

<u>CHAPITRE III : PHYTOPLANCTON</u>	56
I. <u>Structure spatiale des masses d'eaux : détermination à l'aide de la campagne "hydrobios" (août 1980)</u>	57
1. Structure spatiale des paramètres quantitatifs	57
2. Structure spatiale des espèces phytoplanctoniques	61
II. <u>Variations des structures spatiales des masses d'eaux</u>	62
1. Evolution des variations spatiales de la chlorophylle, de la production primaire et du microplancton	62
2. Evolution des variations spatiales des espèces phytoplanctoniques .	66
 <u>CHAPITRE IV : ZOOPLANCTON</u>	 80
Introduction	80
I. <u>Matériel et méthodes</u>	80
II. <u>Composition du zooplancton - aspect qualitatif.</u>	81
1. Campagne du 25 avril 1980	81
2. Campagne du 11 août 1980	83
3. Campagne des 18-19 septembre 1980	83
III. <u>Présentation générale du zooplancton sur l'ensemble du golfe normano-breton, à partir de la campagne hydrobios d'août 1980</u>	84
IV. <u>Biomasse du zooplancton et composition biochimique en carbone et en azote</u>	88
I. Poids sec	88
V. <u>Répartitions spatiales des organismes zooplanctoniques</u>	91
1. Répartition spatiale des Coépodes calanoides	91
2. Répartition spatiale de l'Appendiculaire <i>Oikopleura dioica</i>	101
3. Répartition spatiale des Cirripèdes	101
4. Répartition spatiale des Annélides	101
5. Répartition spatiale des Cténaires	106
6. Répartition spatiale des larves de bivalves	106
7. Répartition spatiale des oeufs de Poissons	106
8. Répartition spatiale des Cnidaires	106
9. Larves de Crustacés	111
IV. <u>Conclusion</u>	111
 <u>CHAPITRE V : MILIEU BENTHIQUE - LES GISEMENTS DE MAERL DU GOLFE NORMANO-BRETON ET LEURS CARACTERISTIQUES PRINCIPALES</u>	 115
I. <u>CARACTERES GENERAUX DU MAERL</u>	115
1. Définition	115
2. Répartition	117
3. Habitat	117
4. Reproduction et développement	118
5. Vitesses de croissance	121
6. Durée de vie	123
7. Peuplement associé et importance biologique	123
8. Utilité et importance économique	124

<u>II. Les gisements de maërl du golfe normano-breton</u>	126
1. Distribution	127
2. Facteurs de répartition	127
3. Origine	130
4. Epaisseur, évaluation des stocks	132
<u>III. La campagne "hydrobios" et le maërl du golfe normano-breton</u>	139
1. Résultats	144
2. Les secteurs au Nord et au Sud des Iles Chausey	144
3. Le secteur au Sud-Est de l'Ile de Jersey	152
4. Etat et intérêt des gisements de maërl reconnus	154
5. Comparaison avec des données antérieures	155
<u>IV. Conclusion</u>	167
<u>Bibliographie</u>	169
 <u>CHAPITRE VI : ZOOBENTHOS SUBTIDAL</u>	 179
<u>I. Résultats préliminaires</u>	179
1. Peuplements des sables grossiers	179
2. Peuplements de sables grossiers hétérogènes	179
<u>II. Calendrier des missions</u>	181
<u>III. Moyens d'échantillonnage</u>	181
1. Etude qualitative	181
2. Etude quantitative	182
<u>IV. Poursuite de l'étude</u>	182
<u>V. Résultats préliminaires</u>	183

LISTE DES FIGURES

<u>Figures</u>		<u>Pages</u>
I.1	Carte de localisation	2
I.2	Les courants de marée dans le golfe normano-breton	4
I.3	Température et précipitation moyenne à Granville (1931-1960)	6
I.4	Fréquence des vents de différentes vitesses pour 8 direc- tions au phare de Chausey (moyenne annuelle)	7
II.1	Variations des températures aux points 1 et 2, dans le golfe normano-breton	14
II.2	Variations des salinités aux points 1 et 2, dans le golfe normano-breton	14
II.3	Variations des concentrations en oxygène dissous en ML/L, et du déficit (DAO) aux points 1 et 2, dans le golfe normano-breton	14
II.4	Variations de la profondeur de disparition du disque de secchi, dans le golfe normano-breton	17
II.5	Variations des matières en suspension, en mg/l, dans le golfe normano-breton	17
II.6	Variations de l'ammoniaque, en µatg N/l, dans le golfe normano-breton	17
II.7-8-9	figures manquantes, les résultats d'analyse ne nous étant pas parvenus à temps.	
II.10	Variations de quelques paramètres au cours d'un cycle de marée le 12 août 1980 dans le golfe normano-breton	19 et 20
II.11	Variations spatiales des salinités au cours de la campagne hydrobios, du 9 au 12 août 1980, dans le golfe normano- breton	21
II.12	Variations spatiales des températures au cours de la cam- pagne hydrobios, du 9 au 12 août 1980, dans le golfe normano-breton	23
II.13	Campagne Noroît août 1980 - variations de la température et de la salinité	25
II.14	Position des différentes masses d'eaux identifiées dans le golfe normano-breton, du 9 au 12 août 1980	26
II.15	Variations spatiales des concentrations en oxygène dissous dans le golfe normano-breton, du 9 au 12 août 1980	28

II.16	Variations spatiales de la demande apparente en oxygène, dans le golfe normano-breton, du 9 au 12 août 80 ...	30
II.17	Variations spatiales des matières en suspension en mg/l au niveau de la surface, dans le golfe normano-breton du 9 au 12 août 1980	31
II.18	Variations spatiales de la néphélogétrie, dans le golfe normano-breton, du 9 au 12 août 1980	33
II.19	Variations spatiales des concentrations en ammoniacque dans le golfe normano-breton, du 9 au 12 août 1980	34
II.20	Variations des concentrations en ammoniacque en fonction des salinités dans le golfe normano-breton du 9 au 12 août 1980	
II.21	Diagrammes des températures et des salinités en surface dans le golfe normano-breton	38
II.22	Profils des radiales A et B définies sur la figure II.14 .	39
II.23	Golfe normano-breton - variations spatiales des salinités de surface	
II.24A	Evolution des salinités au cours de la campagne d'avril, d'août et de septembre 1980, au niveau de la radiale RA, dans le golfe normano-breton	41
II.24B	Evolution des salinités au cours des campagnes d'avril, d'août et de septembre 1980, au niveau de la radiale RB dans le golfe normano-breton	42
II.25	Golfe normano-breton : variations spatiales des températures de surface	44
II.26A	Evolution des températures au cours des campagnes d'avril d'août et de septembre 1980, au niveau de la radiale RA, dans le golfe normano-breton	45
II.26B	Evolution des températures au cours des campagnes d'avril d'août et de septembre 1980, au niveau de la radiale RB, dans le golfe normano-breton	46
II.27	Golfe normano-breton - variations spatiales des concentrations d'oxygène (ml/l) de surface	47
II.28	Golfe normano-breton - variations spatiales du déficit apparent en oxygène, en surface	48
II.29	Golfe normano-breton - variations spatiales des matières en suspension (mg/l) en surface	50
II.30A	Evolution des matières en suspension au cours des campagnes d'avril, août et septembre 1980, au niveau de la radiale RA, dans le golfe normano-breton	51
II.30B	Evolution des matières en suspension au cours des campagnes d'avril, d'août et de septembre 1980, au niveau de la radiale RB dans le golfe normano-breton	52

Figures

III.1	Variations spatiales de la chlorophylle (mg/m^3) en surface .. août 1980	58
III.2	Variations spatiales de la production primaire ($\text{mgC}/\text{m}^3/\text{h}$) en surface - août 1980	59
III.3	Variations spatiales du microplancton ($\text{nb.cel.}/\text{cm}^3$) en surface - août 1980	60
III.4	Variations spatiales de la chlorophylle (mg/m^3) en surface ..	63
III.5	Variations spatiales de la production primaire ($\text{mgC}/\text{m}^3/\text{h}$) en surface	64
III.6	Variations spatiales du microplancton ($\text{nb.cel.}/\text{cm}^3$) en surface	65
III.7	Espèces dominantes	68
IV.1	Position des stations de prélèvement	82
IV.2	Variations spatiales du poids sec du zooplancton (mg/m^3)	85
IV.3	Variations spatiales du nombre total d'organismes zooplanctoniques ($\text{N}/10\text{m}^3$)	86
IV.4	Variations spatiales du poids de carbone organique (mg/m^3) ..	87
IV.5	Variations spatiales du zooplancton (poids sec : mg/m^3)	89
IV.6	Répartition géographique de paramètre - nombre total d'individus du zooplancton ($\text{N}/10\text{m}^3$)	90
IV.7	Variations spatiales du poids d'azote organique (mg/m^3)	92
IV.8	Variations spatiales du poids de carbone organique (mg/m^3) ..	93
IV.9	Variations spatiales du nombre total de copépodes calanoides ($\text{N}/10 \text{m}^3$)	94
IV.10	Variations spatiales de <i>Paracalanus parvus</i> ($\text{N}/10 \text{m}^3$)	96
IV.11	Variations spatiales de <i>Temora longicornis</i> ($\text{N}/10\text{m}^3$)	97
IV.12	Variations spatiales de <i>Pseudocalanus minutus</i> ($\text{N}/10\text{m}^3$)	98
IV.13	Variations spatiales de <i>Centropages hamatus</i>	99
IV.14	Variations spatiales d' <i>Acartia clausi</i> ($\text{N}/10 \text{m}^3$)	100
IV.15	Variations spatiales d' <i>Oikopleura dioica</i> ($\text{N}/10 \text{m}^3$)	102
IV.16	Variations spatiales des Nauplii de Cirripèdes ($\text{N}/10 \text{m}^3$)	103
IV.17	Variations spatiales des Cypris de Cirripèdes ($\text{N}/10 \text{m}^3$)	104
IV.18	Variations spatiales du nombre total d'Annélides ($\text{N}/10\text{m}^3$) ...	105
IV.19	Variations spatiales de <i>Lanice conchilega</i> ($\text{N}/10\text{m}^3$)	107
IV.20	Total Cténares ($\text{N}/10\text{m}^3$)	108
IV.21	Variations spatiales de bivalves ($\text{N}/10\text{m}^3$)	109
IV.22	Variations spatiales d'Oeufs de Poissons ($\text{N}/10\text{m}^3$)	110

V.1	Coupes dans <i>Lithothamnium calcareum</i> (<i>P. calcareum</i>) et <i>Lithothamnium corallioides</i> (<i>L. coralloides</i>) in ADEY et Mc KIBBIN, 1970	116
V.2	Cycle trigénétique des Rhodophycées	119
V.3	Coupes de conceptacles de <i>L. calcareum</i> (<i>P. calcareum</i>) et <i>L. corallioides</i> (<i>L. coralloides</i>) in ADEY et Mc KIBBIN, 1970	120
V.4	Stades jeunes encroûtants fertiles de <i>L. calcareum</i> (A), avec conceptacles sexués unipores et de <i>L. corallioides</i> (B), avec conceptacles asexués multipores ; Co : conceptacle	121
V.5	Mesures de croissance de <i>L. calcareum</i> (<i>P. calcareum</i>) et <i>L. corallioides</i> (<i>L. coralloides</i>) in ADEY et Mc KIBBIN (1970) ...	122
V.6	Les peuplements benthiques du golfe normano-breton	128
V.7	Distribution des vitesses maximales des courants de marée de vive-eau moyenne dans le golfe normano-breton	131
V.8	Epaisseur de la couverture sédimentaire meuble le long des profils sismiques	133
V.9	Forage n° 3, Ouest des Iles Chausey	135
V.10	Forage n° 10, Ouest des Iles Chausey	136
V.11	Forage n° 17, secteur Etables	137
V.12	Forage n° 27, secteur Etables	138
V.13	Ports de débarquement, usines de transformation et tonnage débarqué par débarquement (1979)	141
V.14	Schéma de la benne Smith Mc Intyre	143
V.15	Trajets sous-marins photographiés et télévisés (TR n°...), position des prélèvements (n°...) = o. La date et les heures de début et de fin de chaque trajet sont indiquées de part et d'autre des tracés	145
V.16	Cartographie sédimentaire avec report des trajets effectués en 1980	146
V.17	Répartition du maërl : <i>L. calcareum</i> et <i>L. corallioides</i>	156
V.18	Corrélation entre la vitalité du maërl et son abondance dans le sédiment	157
V.19	Pourcentage de maërl dans les prélèvements (Mp) en fonction du rapport : maërl vivant/Mp	159
V.20	Délimitation du banc de maërl des Iles de Chausey	161
V.21	Dendrogramme entre les dragages à liste faunistique	163
V.22	Dendrogramme entre les dragages à liste floristique	165
V.23	Répartition des points dragages et des points espèces dans le plan 1-2 de l'analyse d'inertie	166
VI.1	Carte sédimentaire de la zone étudiée (d'après RETIERE, 1979) et localisation des points de prélèvements	180

L I S T E D E S T A B L E A U X

Tableaux

II.1	Etude de la stratification saline au point 2	13
II.2	Etude de la stratification saline au point 1	15
III.1	Tableau des résultats	74
V.1	Principaux caractères des deux espèces <i>L. calcareum</i> et <i>L. corallioides</i>	117
V.2	Composition chimique des calcaires marins de la Bretagne et des calcaires dolomitiques de la Mayenne	125
V.3	Evolution des tonnages d'ammendements calcaires marins débarqués par département et par port	140
V.4	Trajets sous-marins photographiés et télévisés ; localisation et prélèvements effectués	147
V.5	Pourcentages de maërl et des principaux oligoéléments par prélèvement	148
V.6	Pourcentages de maërl par prélèvement	148
V.7	Pourcentages de maërl et des principaux oligoéléments, par prélèvement	151
V.8	Pourcentages de maërl et des principaux oligoéléments, par prélèvement	151
V.9	Pourcentages de maërl et des principaux oligoéléments par prélèvement	152
V.10	Pourcentages de maërl et des principaux oligoéléments, par prélèvement	153
V.11	Corrélation entre la vitalité du maërl et son abondance dans le sédiment	155
V.12	Pourcentages de maërl dans les prélèvements	158
V.13	Calcimétrie et analyse granulométrique des prélèvements	162

LISTE DES ANNEXES

<u>Figures</u>		<u>Pages</u>
V.1	Gisement de maërl des Iles Chausey - liste systématique des algues identifiées	171
V.2	Gisement de maërl des Iles Chausey - liste alphabétique codée des algues identifiées	175
V.3	Gisement de maërl des Iles Chausey - liste floristique codée, pour les dragages étudiés	176
V.4	Gisement de maërl des Iles Chausey - liste faunistique codée, par dragage	177

LISTE DES PHOTOS

<u>Photos</u>		<u>Pages</u>
V.1	<i>Lithothamnium calcareum</i> et <i>Lithothamnium corallioides</i> var. <i>corallioides</i> et var. <i>minima</i>	115
V.2	Troïka équipé du dispositif de télévision et photographie sous-marine	142
V.3	Banc de maërl	149
V.4	Sable coquillier grossier	149
V.5	"Ripple-marks"	150
V.6	Sable coquillier grossier mêlé de nodules de maërils	153
V.7	Sable coquillier grossier très enrichi en maërl	153

I N T R O D U C T I O N

L'étude écologique d'avant-projet sur le site marémoteur du Golfe Normano-Breton doit durer deux années.

Le présent rapport expose les travaux réalisés durant la première année, 1980, et fait le point sur les caractéristiques écologiques dominantes du site, à partir des premiers résultats obtenus.

Ceux-ci concernent les milieux pélagique et benthique conformément au programme prévu. L'hydrobiologie du site, les populations phyto-planctonique et zooplanctonique ont été étudiées en s'attachant particulièrement aux variations spatiales des principaux paramètres, obtenues lors des campagnes "lourdes" effectuées en avril, août et septembre. Une étude particulière du gisement de maërl est également présentée ainsi que les premiers résultats concernant la réponse à l'envasement de deux peuplements benthiques.

CHAPITRE I

GEOGRAPHIE

par

Ronan LOARER (CNEXO-COB)

I PRESENTATION DU SITE

S'enfonçant comme un coin entre la Bretagne et le Cotentin, le Golfe Normano-Breton se présente comme une véritable entité géographique (Fig I-1) :

- Limitée au Sud par les côtes à falaises vives de Bretagne (Cap Fréhel, Pte du Grouin), à l'Est par les falaises mortes de l'ancien littoral normanien du Cotentin bordé par un long cordon dunaire interrompu par les émissaires côtiers que sont la Sienne, l'Ay et l'Ollonde et les caps rocheux (Cap de Carteret, Roc de Granville, Pte de Champeaux) et, au Nord-Ouest, par l'archipel anglo-normand.

- Caractérisée morphologiquement par des hauts-fonds et de larges platiers rocheux découvrant à basse mer (Plateau des Minquiers, îles chausey, les Ecrehou...) et par les grands estrans de la baie du Mont St Michel qui, par ailleurs, tend sous les effets conjugués des courants de marée et des rivières y confluant (Sée, Sélune, Couesnon), à s'envaser régulièrement.

II COURANTOLOGIE

Les eaux néritiques de la Manche occidentale subissent, selon les saisons, l'influence de deux masses d'eau : en été, la dérive Nord-Atlantique, chaude et relativement salée (35,5 ‰) s'étale dans la Manche par le Sud-Ouest ; en hiver les eaux du



Figure I-1 CARTE DE LOCALISATION

(d'après IGN - 1/1 000 000)

Sud-Irlande, froides et moins salées (35,2 ‰) pénètrent par le Nord-Ouest. Une action violente des courants de marée dans le golfe normano-breton favorise un brassage et une homogénéisation des masses d'eaux réduisant la variation saisonnière de la température à 9°C. Ces violents courants de marée joints à la configuration de la baie du Mont-St-Michel entraîne un marnage dépassant parfois 15 m.

L'onde de marée venant de l'Atlantique est déjà enflée sur les fonds de la Manche lorsqu'elle subit l'influence de la digue constituée par le littoral du Cotentin. Cette barrière détermine la formation d'une onde stationnaire dont l'amplitude est à peu près double de celle de l'onde progressive passant au Nord du Cotentin.

Les courants parallèles à la côte de Bretagne, liés à cette onde stationnaire, se combinent avec des courants parallèles à la côte du Cotentin et qui sont dûs à la différence d'amplitude existant entre la marée au fond du Golfe Normano-Breton et à l'extrémité septentrionale du Cotentin. Ces courants sont semblables à ceux que donneraient une onde progressive Nord-Sud. A marée basse, le niveau de la mer est beaucoup plus bas dans la baie du Mont St Michel qu'au Nord du Cotentin : un courant s'établit donc du Nord au Sud pour compenser cette différence de niveau. Inversement, à marée haute, le niveau étant plus élevé au Sud qu'au Nord, le courant s'établit en sens contraire. Lorsqu'à mi-marée, les différences de niveau sont faibles entre le Nord et le Sud du Golfe, ce sont les courants Ouest-Est, propres à l'onde stationnaire, qui l'emportent sur les courants Nord-Sud. Ce mécanisme est évidemment compliqué par la configuration des fonds et l'existence des îles qui déterminent des contre-courants et des tourbillons (fig I.2)".

III CLIMATOLOGIE

La côte Ouest du Cotentin bénéficie d'un climat océanique tempéré, très largement influencé par les courants atmosphériques humides et frais venant de l'Atlantique comme l'indique l'étude des paramètres suivants :

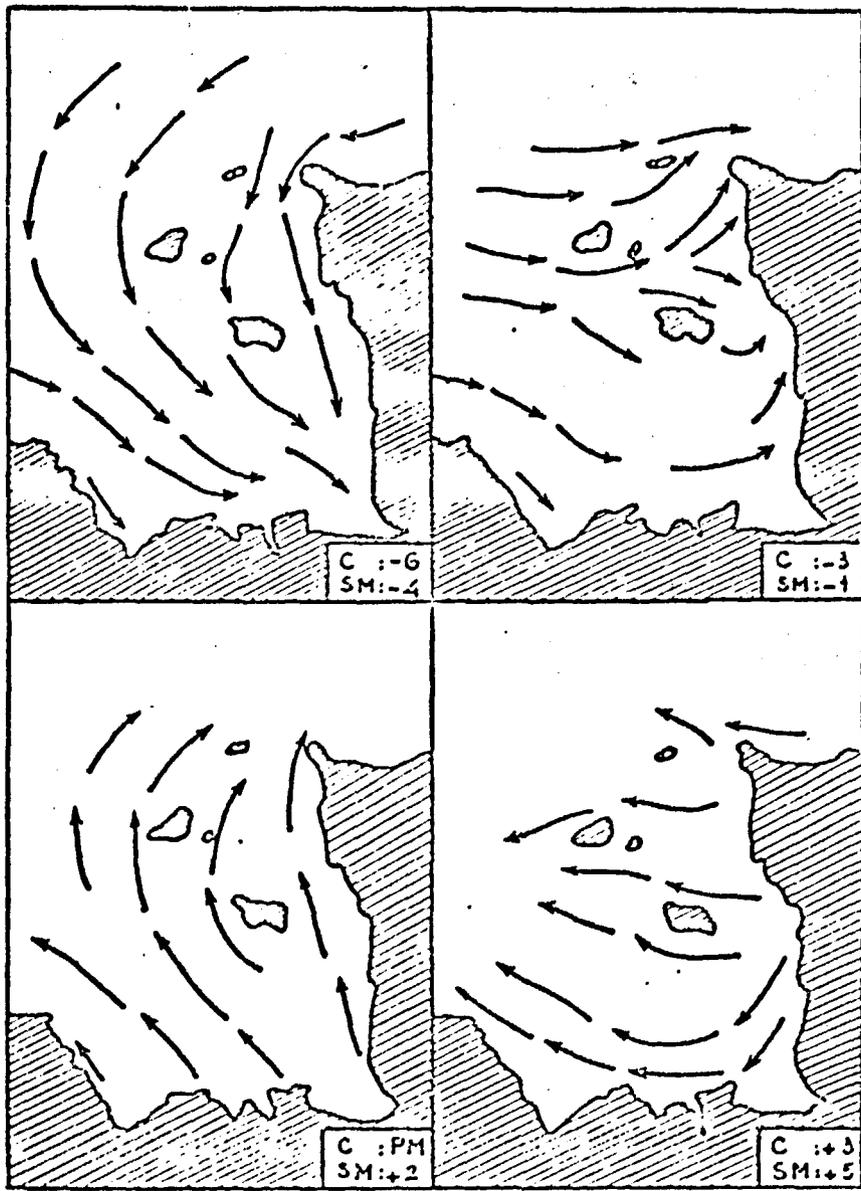


Figure I - 2

LES COURANTS DE MAREE DANS LE GOLFE NORMANO-BRETON
d'après l'ouvrage n° 550 de l'EPSHOM
Référence pleine mer de Saint-Malo (SM) et de Cherbourg (C)

3.1 La température de l'air (à Granville) :

D'amplitude faible (12,5° C) les températures mensuelles moyennes se répartissent entre 17,7° C en Août et 5,2° C en Janvier, la moyenne annuelle étant de 11,3° C (Fig I.3).

3.2 L'insolation (à Cherbourg)

Elle varie en moyenne de 44 h en décembre à 235 h. en juillet soit 1 692 h/an.

3.3 Les précipitations (à Granville)

Relativement faible pour la région (673 mm/an) elles sont, par contre, fréquentes, sous forme de pluies fines et de crachin. L'humidité de l'air caractérise le climat de cette région où les totaux pluviométriques sont répartis à peu près également tout au long de l'année (Fig I.3)

3.4 Les vents (à Chausey)

Cette humidité est favorisée par des vents de dominante NW avec une prédominance de coups de vents (Vitesse > 45 km/h) de secteur W. (Fig I.4)

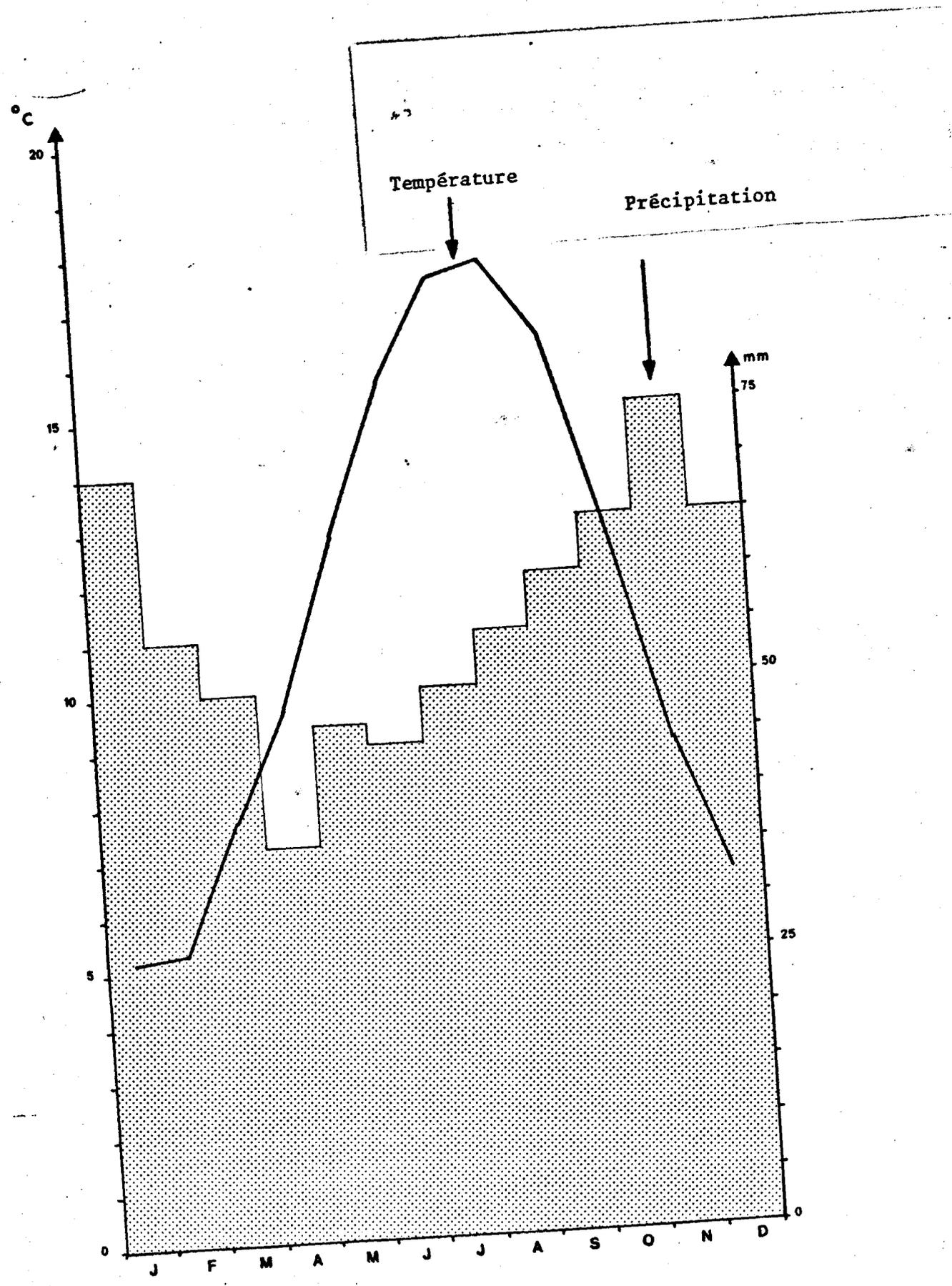
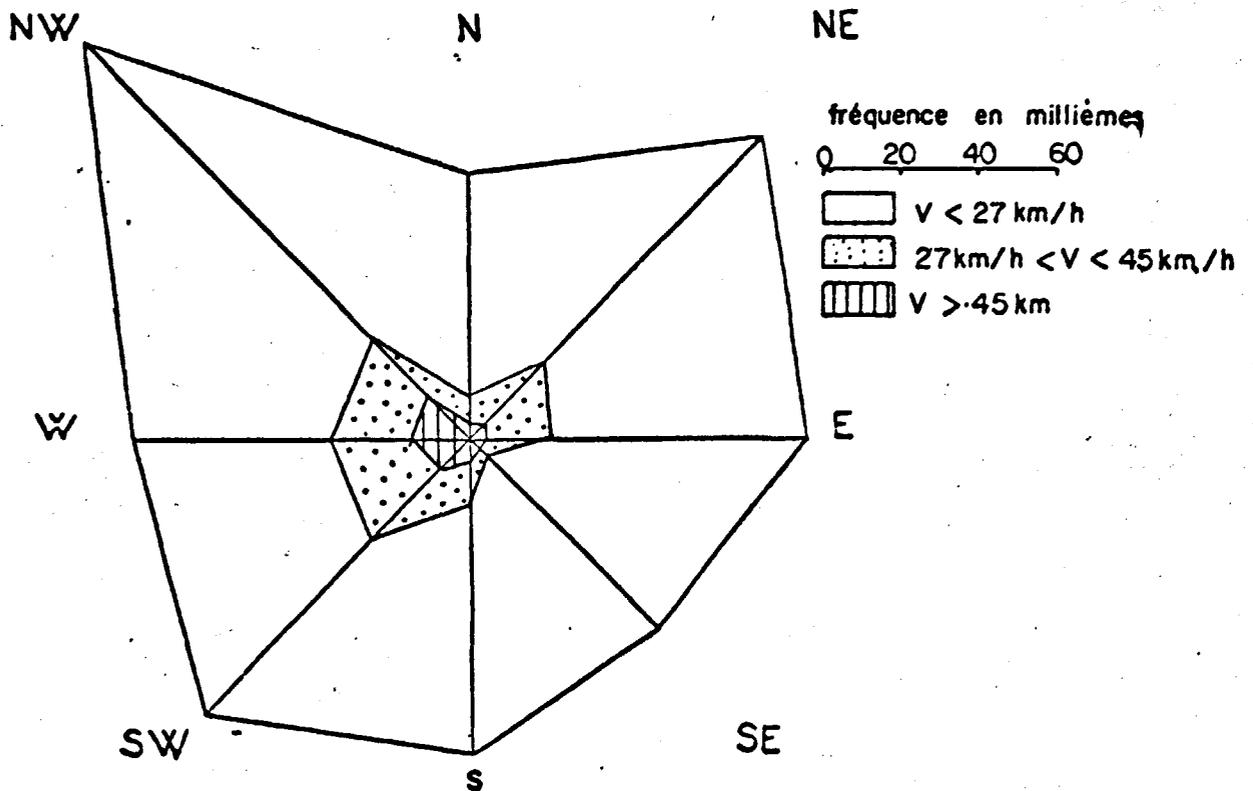


Figure I.3 : Température et précipitation moyenne à Granville (1931-1960)

Fig. I. 4.

LES VENTS



Fréquence des vents de différentes vitesses pour 8 directions
 au phare de chausey (moyenne annuelle)

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE I GNB

HOMMERIL P. - 1967 - Etude de géologie marine concernant le littoral bas normand et la zone pré-littorale de l'archipel anglo-normand
Thèse - Caen - 304 p.

IGN - Cartes : France - 1/1 000 000
Normandie - 1/25 000

JEGOU A.M et CREZE J.Y - 1977 - Parcs et Réserves en milieu marin : Iles Chausey - Ministère de la Culture et de l'Environnement - Direction de la Protection de la Nature / CNEOX - 126 p.

LE RHUN J. - 1979 - Bibliographie analytique de la baie du Mt St Michel
Mémoire n° 33 du laboratoire de géomorphologie de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes. 93 p

LOARER R. - 1979 - Courantologie, Climatologie in Etude Ecologique de projet : Flamanville 2nd Cycle p. 8 - 10.

S. H. O. M. - cartes n°878 - 1/242 000
- ouvrage n° 550 : Courants de marée dans la Manche et sur les côtes françaises.
- ouvrage n° 553 : Courants de marée de Cherbourg à Paimpol - Iles anglo-normandes.

SOCIETE GEOLOGIQUE ET MINERALOGIQUE DE BRETAGNE - 1956 - Contribution à l'étude du Golfe normano-breton et de la baie du Mt St Michel - Mémoire n° XI.

CHAPITRES II-III-IV

MILIEU PELAGIQUE

par

- G. ARZUL avec la collaboration de P. CRASSOUS
- E. ERARD avec la collaboration de M.P. CRASSOUS
- O. ARNAL avec la collaboration du Laboratoire de Zooplancton

I. INTRODUCTION

1. PARAMETRES MESURES

Les paramètres hydrologiques mesurés ont été, pour les campagnes des mois d'avril, septembre, octobre et novembre ; températures, salinités, matières en suspension, oxygène dissous, ammoniacque, nitrites, nitrates, phosphates et silicates, profondeur de disparition du disque de Secchi.

Dix points (figure page suivante), répartis sur l'ensemble de la baie, ont été échantillonnés. D'une façon générale trois niveaux sont étudiés ; cependant le point 4 situé au fond de la baie du Mont Saint Michel n'a pu faire l'objet de prélèvements qu'à deux niveaux, en raison d'une hauteur d'eau insuffisante.

La campagne "Hydrobios" du mois d'août dans le Golfe Normano-Breton s'est déroulée du Raz Blanchard jusqu'à l'amont des points 3 et 4 suivant un trajet présenté figure page 10. Les paramètres cités ont été mesurés à trois niveaux pour 13 points dont les stations 1, 2, 4 et 10, tandis que pour 39 points dont les stations 5 et 7, seules les matières en suspension ont été pesées en surface. Des mesures en continu ont été réalisées en surface en températures, salinités, oxygène dissous, néphélogéométrie. Les mesures de pH paraissant douteuses, nous n'en avons pas tenu compte.

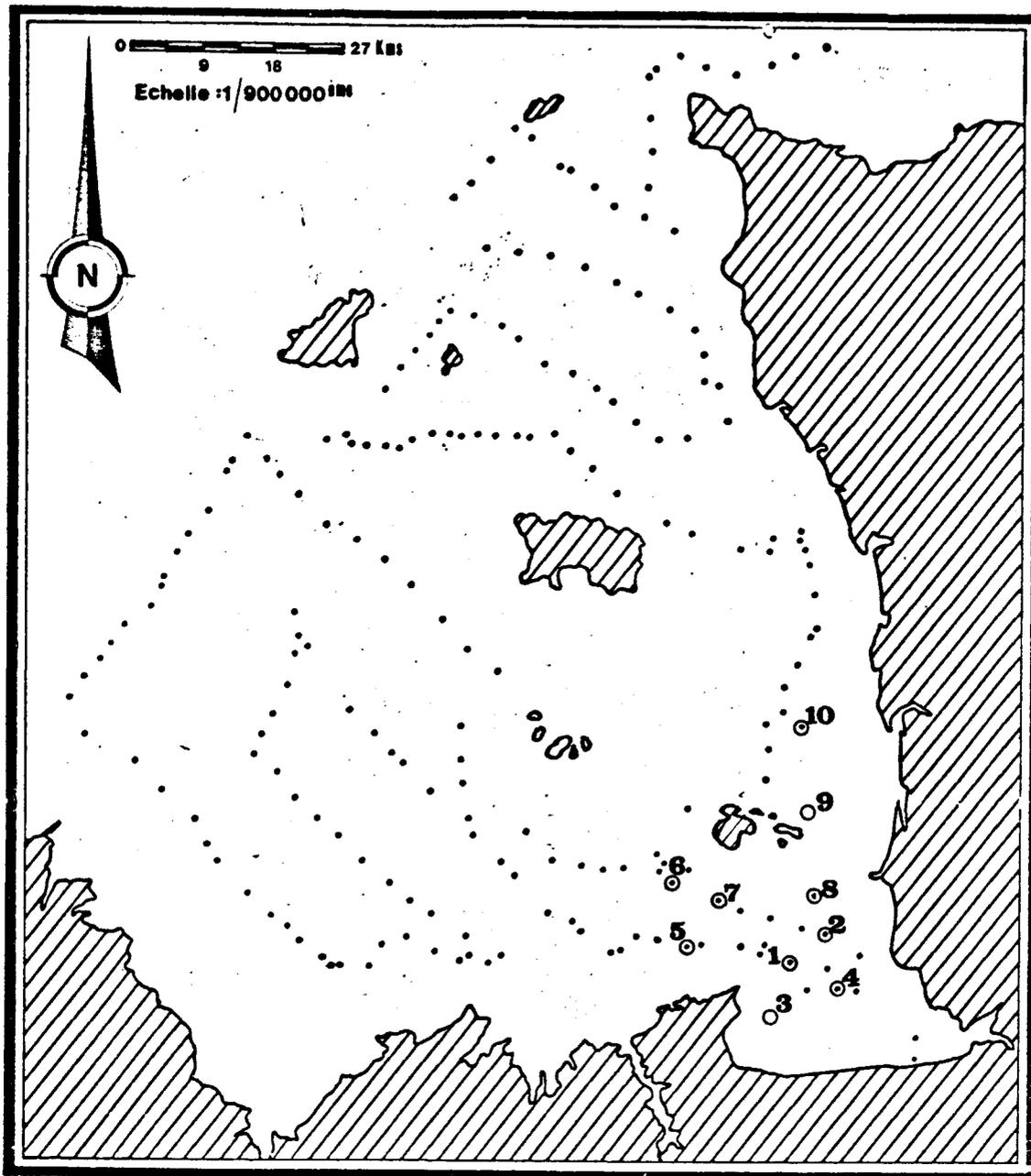
2. METHODES D'ANALYSE - PRECISION DES MESURES

2.1. ANALYSES EN CONTINU A BORD

- a) Les salinités sont mesurées à l'aide d'un thermosalinographe BISSET BERMAN (dont la thermistance n'a pas toujours bien marché). La précision des données est $\pm 0,03 \text{ ‰}$.
- b) Les températures ont été relevées sur un thermomètre à renversement Richter et Wiess, plongeant dans un bac à circulation d'eau continue. La précision des mesures du thermomètre est de $\pm 0,02^\circ\text{C}$. Les résultats obtenus sont identiques à ceux des thermomètres placés sur les bouteilles Niskin.

Localisation des stations d'étude en mer :

- Stations hydrologie de la campagne HYDROBIOS 11/08/80
- Stations pélagiques (1 à 10) suivies pour l'étude d'Avant-Projet.



CAMPAGNES EN MER POUR L'ETUDE DU MILIEU PELAGIQUE

Date	Campagne	Points	Remarques
26-27 avril 80	GNB 1	1 à 10	Campagne réalisée en 2 jours
9-12 août 80	Hydrobios	7 dans le secteur étudié	campagne comportant 238 points de mesure de surface, avec mesures en continu, et 13 stations étudiées sur 3 niveaux
18-19 septembre 80	GNB 2	1 à 10	campagne réalisée en 2 jours
21 octobre 80	GNB 3	1 et 2	campagne réalisée en 1 jour
14 novembre 80	GNB 4	2	mauvais temps - campagne réalisée en 1 jour

- c) La lecture de la concentration en oxygène dissous se fait à l'aide d'un oxymètre ORBISPHERE muni d'une électrode à membrane. Les résultats ont comporté systématiquement un excès de + 2 ml/l d'oxygène par rapport aux mesures effectuées par la méthode manuelle de Winckler. Un recalage du zéro suffit donc pour obtenir les concentrations réelles. Les lectures sont faites sur un enregistreur. La précision des mesures est de 0,05 ml/l.
- d) La néphélogétrie est mesurée à l'aide d'un néphélogétre OSI muni d'un enregistreur.

2.2. ANALYSES A TERRE

- a) Les salinités sont mesurées par un salinomètre GUIDLINE dont la précision est de $\pm 0,005 \text{ ‰}$.
Les valeurs ainsi obtenues sont supérieures de 0,1 à 0,5 ‰ à celles du thermosalinographe.
- b) Les températures calculées d'après les lectures des thermomètres à renversement Richter et Wiese, ont les mêmes caractéristiques que celles décrites pour les mesures en continu.
- c) Les concentrations en oxygène dissous, mesurées par la méthode de Winckler à l'aide d'un Dosimat METROMM, sont déterminées avec une précision de 0,03 ml/l.
- d) Les matières en suspension déterminées par la filtration de 1 litre d'eau sur filtre millipore 0,45 μ en acétate de cellulose, puis séchage du filtre à 90°C pendant 24H00, sont connues avec une précision de 5mg/l.

Les matières en suspension ainsi pesées correspondent à la totalité des substances non-dissoutes contenues dans 1 litre d'eau : organismes planctoniques et bactériens, débris végétaux animaux, minéraux, précipités d'origines diverses. C'est pourquoi

les valeurs de MES calculées ont une signification différente des chiffres obtenus en néphélométrie. En effet, ces derniers rendent compte de la lumière reçue, après atténuation, diffraction et diffusion par les différentes substances présentes.

- e) Les sels nutritifs, à l'exception de l'ammoniaque, sont dosés à l'Institut de Biologie Marine de Wimereux à l'aide d'un appareil Technicon. Le tableau suivant résume les méthodes utilisées pour les dosages :

Sels	Méthodes d'analyses	Précision
NH_4	Méthode de KOROLEFF (1969)	0,5 $\mu\text{atgN/l}$
NO_2	Auto-Analyser Technicon TREGUER LE CORRE (1974)	0,02 $\mu\text{atgN/l}$
NO_3	Auto-Analyser Technicon TREGUER LE CORRE (1974)	0,08 $\mu\text{atgN/l}$
PO_4	Auto-Analyser Technicon TREGUER et al.	0,01 $\mu\text{atgN/l}$
Si(OH)_4	Auto-Analyser Technicon GRASSOFF (1969)	0,1 $\mu\text{atgSi/l}$

II. VARIATIONS DE QUELQUES PARAMETRES AU COURS DU TEMPS

Il est impossible de déterminer des variations saisonnières en raison de nos manques de connaissances pour les premiers mois de printemps et d'été. Néanmoins les données obtenues aux points 1 et 2 en avril, août, septembre, octobre et novembre permettent leurs comparaisons.

1. TEMPERATURES (Fig. II.1)

La faible profondeur (15 m au maximum) est probablement responsable de l'homogénéité thermique observée au point 2 pour les 5 périodes étudiées. C'est pourquoi nous avons utilisé les moyennes des trois niveaux (2 niveaux au mois d'août). La température moyenne maximale observée : 19,38°C au mois d'août, et la plus faible : 9°80C au mois de novembre, montrent une amplitude thermique annuelle de l'ordre de 10°C.

2. SALINITES (Fig. II.2)

Les salinités maximales ont été enregistrées au niveau du fond, à l'exception des mois de septembre et novembre. Au mois d'octobre l'écart entre la salinité du fond et la mi-profondeur est de 0,24 ‰. écart maximal enregistré. Cette stratification ne parait pas liée au moment de la marée, comme le montre le tableau suivant :

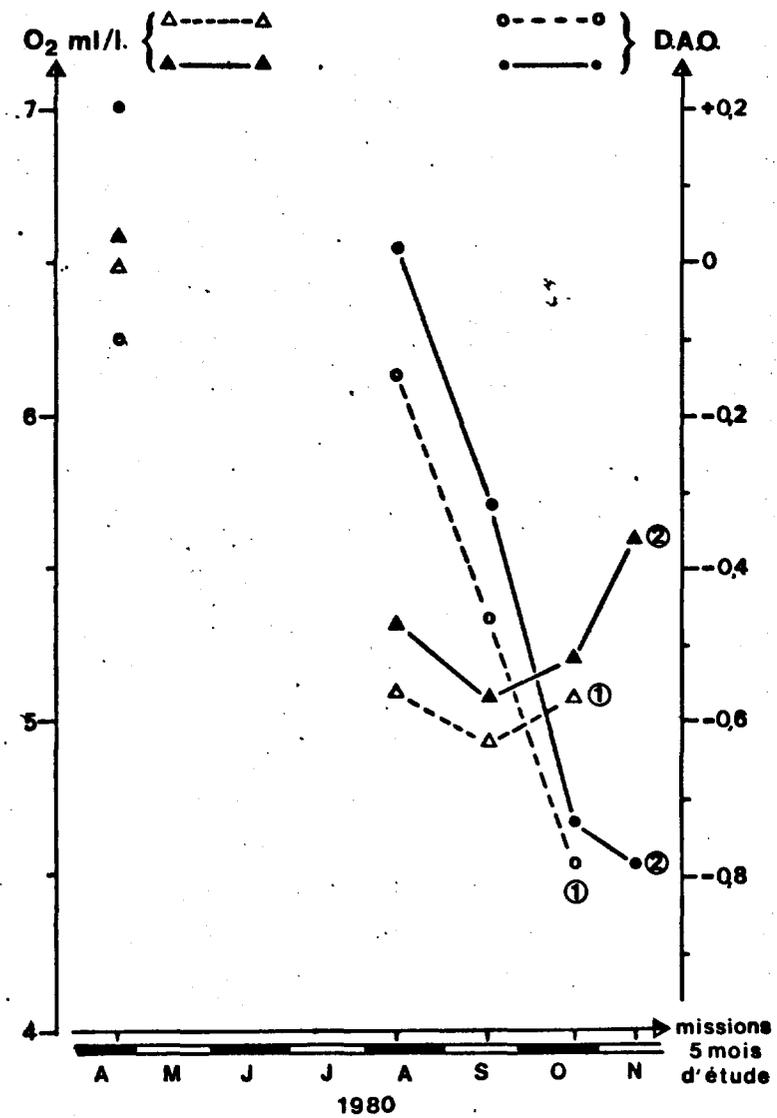
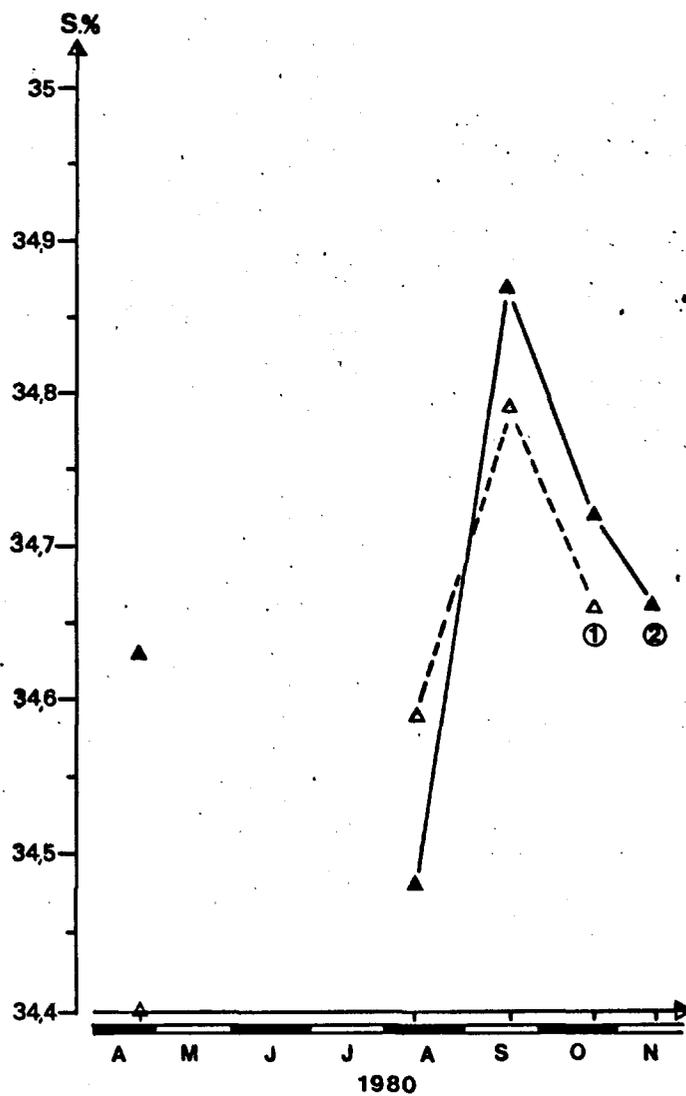
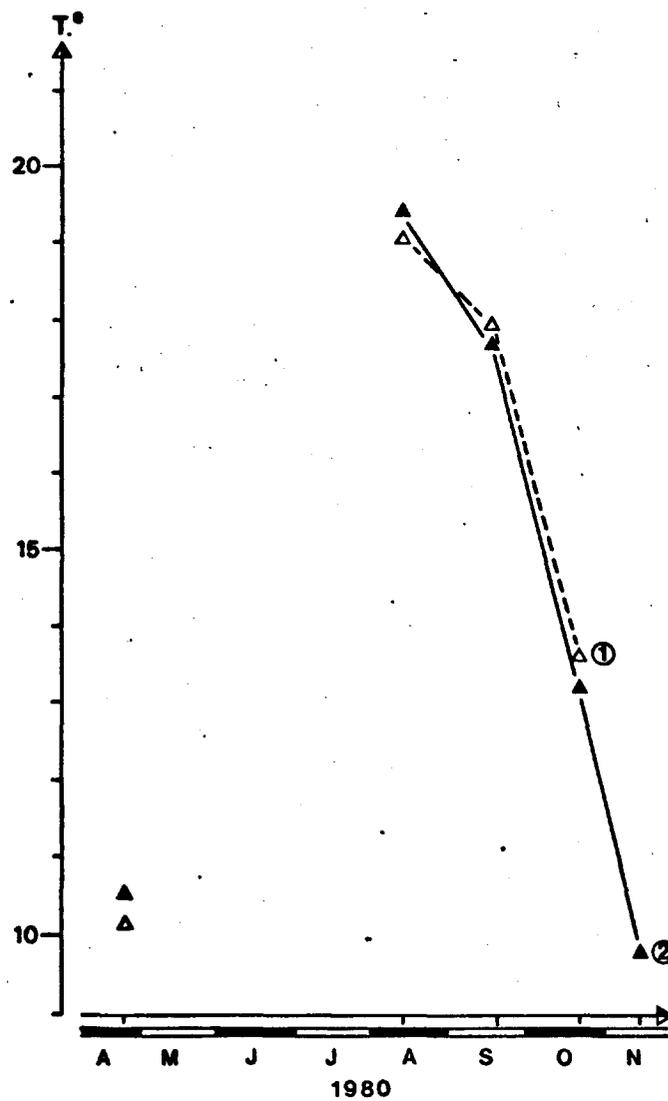
Dates	$\Delta S^{\circ}/\text{‰}$	Etat de marée	Hauteur	Vents
25.IV.80	0,10	Etale de basse mer	13 m	
10.VIII.80	- 0,02	Etale de basse mer	13 m	
18.IX.80	0,02	Jusant	15 m	
21.X.80	0,24	Jusant	14 m	
14.XI.80	0,02	Jusant	15 m	

Tableau II.1 : ETUDE DE LA STRATIFICATION SALINE AU POINT 2

**Fig II1: VARIATIONS DES TEMPERATURES
AUX POINTS 1 ET 2, DANS LE GOLFE
NORMANO-BRETON.**

**Fig II2: VARIATIONS DES SALINITES AUX
POINTS 1 ET 2, DANS LE GOLFE NOR-
MANO-BRETON.**

**Fig II3: VARIATIONS DES CONCENTRATIONS
EN OXYGENE DISSOUS EN ML/L, ET DU
DEFICIT (DAO.) AUX POINTS 1 ET 2, DANS
LE GOLFE NORMANO-BRETON.**



La comparaison de ces résultats avec ceux du points 1 montre un $\Delta S^{\circ}/\text{‰}$ plus faible pour ce dernier, malgré la hauteur d'eau plus importante.

Dates	$\Delta S^{\circ}/\text{‰}$	Etat de marée	Hauteur d'eau	Vents
25.IV.80	0,01	Jusant	22 m	
10.VIII.80	0,01	Flot	20 m	
18.IV.80	0,01	Flot	22 m	
21.X.80	0	Jusant	23 m	

Tableau II.2 : ETUDE DE LA STRATIFICATION SALINE AU POINT 1

Les deux points présentent des variations mensuelles identiques pour les températures et les salinités. La différence entre 1 et 2 se situe au niveau de la stratification saline.

3. CONCENTRATIONS EN OXYGENE DISSOUS - DEFICIT APPARENT EN OXYGENE DAO (Fig. II.3)

Les moyennes des concentrations en oxygène dissous sont maximales au mois d'avril : 6,58 ml/l (point 2) et 6,49 ml/l (point 1); le bloom printanier des organismes phytoplanctoniques s'accompagnant d'une plus forte production d'oxygène est vraisemblablement à l'origine de ce maxima. Les plus faibles valeurs ont été observées au mois de septembre (4,93 ml/l à la station 1 et 5,08 ml/l à la station 2) : elles sont probablement dues à une moindre production d'oxygène, et à une diminution de sa solubilité résultant de l'élévation de la température.

Le Déficit Apparent en Oxygène, calculé par différence entre la concentration calculée dans l'eau, et la concentration maximale susceptible d'être dissoute, d'après les Tables Océaniques Internationales, présente un excès de + 0,20 ml/l en avril au point 2. Le déficit le plus important a toujours été observé à la station 1. Le minimum observé est de - 0,80 ml/l en 2 au mois d'octobre et en 1 au mois de novembre.

4. VARIATIONS DE LA PROFONDEUR DE DISPARITION DU DISQUE DE SECCHI (Fig. II.4)

A l'exception du mois d'avril, les profondeurs de disparition du disque de Secchi sont à peu près identiques aux stations 1 et 2. Aucune ne paraît plus turbide que l'autre. Au mois d'avril, à la station 1 la profondeur de disparition atteint 7 m tandis que la turbidité, nous le voyons ci-dessous, est relativement élevée.

5. VARIATIONS DES MATIERES EN SUSPENSION (Fig. II.5)

Les matières en suspension sont plus abondantes en avril (de l'ordre de 13,5 mg/l) et octobre au point 1 (15,2 mg/l). Ceci confirme les profondeurs de disparitions plus faibles, observées à ces périodes. Le minimum de matières en suspension a été observé au mois de septembre : 9 mg/l en 1. Il correspondrait à des pluies moins abondantes durant août - septembre.

6. VARIATIONS DES CONCENTRATIONS EN AMMONIAQUE (Fig. II.6)

Les concentrations en ammoniacque suivent la même évolution que celles des matières en suspension, en août - septembre, octobre et novembre. A cette période, les deux paramètres semblent corrélés : l'ammoniacque provenant des organismes planctoniques morts par exemple, se retrouverait dans les sédiments et débris en suspension. Au mois d'avril, les concentrations en ammoniacque sont plus faibles que ne le laissent supposer les matières en suspension, probablement en raison de la transformation de l'azote sous forme de nitrites ou nitrates.

Les concentrations des autres sels nutritifs ne nous étant pas parvenus à temps, les résultats correspondants seront ajoutés au prochain rapport.

Fig.II4: VARIATIONS DE LA PROFONDEUR DE DISPARITION DU DISQUE DE SECCHI, DANS LE GOLFE NORMANO - BRETON.

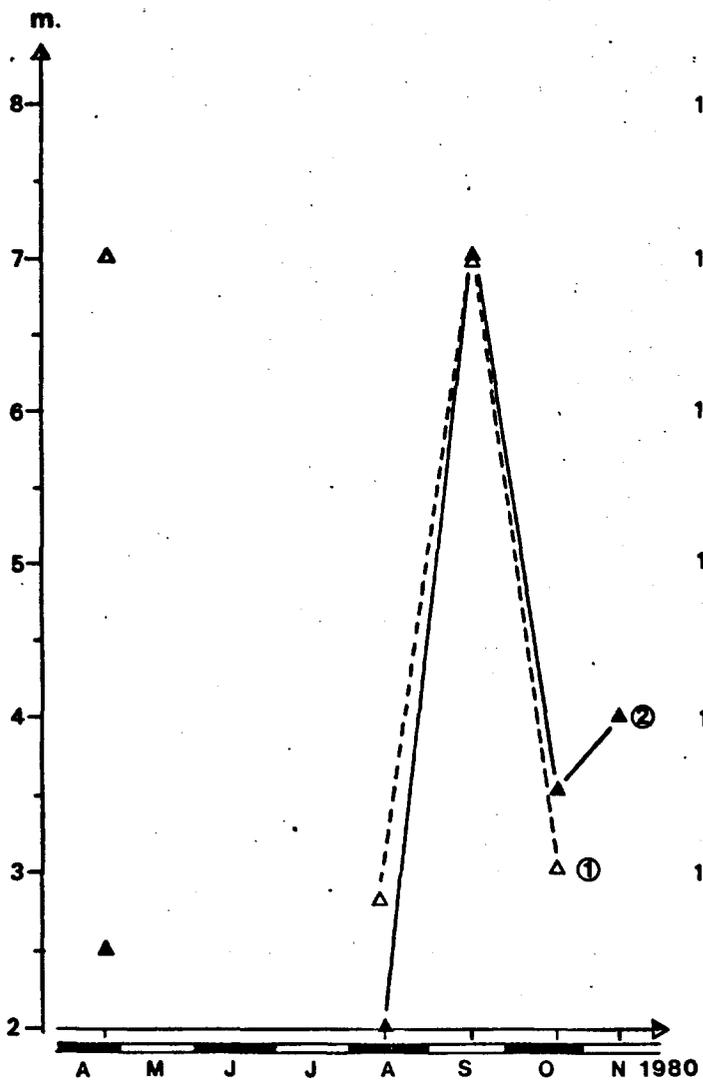


Fig.II5: VARIATIONS DES MATIERES EN SUSPENSION, EN mg/l, DANS LE GOLFE NORMANO - BRETON.

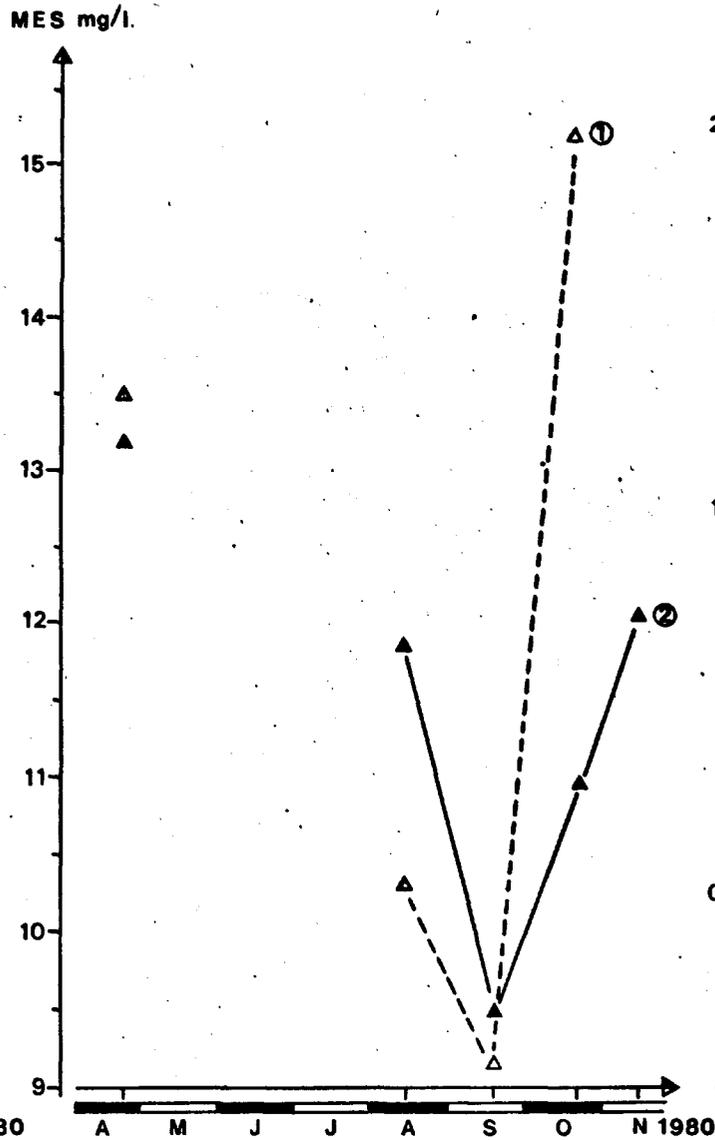
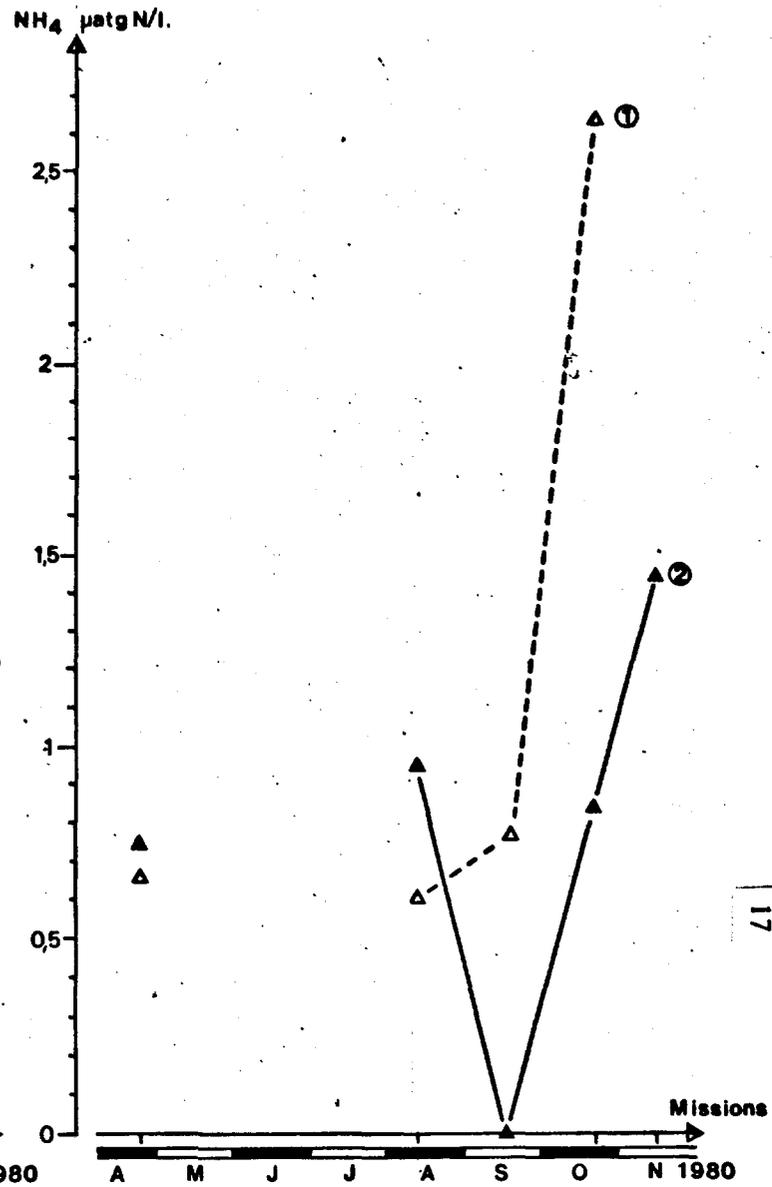


Fig.II6: VARIATIONS DE L'AMMONIAQUE, EN $\mu\text{atg N/l}$, DANS LE GOLFE NORMANO - BRETON.



III. STRUCTURE SPATIALE DES MASSES D'EAUX : DETERMINATION A L'AIDE DE LA CAMPAGNE HYDROBIOS

La campagne Hydrobios effectuée du 9 au 12 août a permis la réalisation d'une étude générale, depuis le Raz Blanchard jusqu'à la zone étudiée lors des missions de routine dans le Golfe, et au large des Héaux de Bréhat.

La station étudiée en point fixe le 12 août permet de déterminer approximativement les écarts maximum par rapport à la moyenne, dus au déplacement des masses d'eaux par les courants de marée (Fig. II.10). Le tableau ci-dessous résume les pourcentages de variations observés, donc l'erreur réalisable sur chaque paramètre, par rapport à la moyenne des valeurs obtenues au cours du cycle de marée.

PARAMETRES	VARIATIONS
Températures	4,75 %
Salinités	0,29 %
Oxygène dissous	15 %
DAO	247 %
MES	77,5 %

Le déficit apparent en oxygène présente une possibilité d'erreur de 247 % ce qui est très important et ne permet pas d'accorder trop d'importance aux résultats obtenus.

1. VARIATIONS SPATIALES DES SALINITES (Fig. II.11)

Les salinités enregistrées en continu en surface par le thermosalinomètre à bord sont présentées sur la figure II.11. Elles permettent de localiser trois zones de dessalure :

- Au nord du Raz Blanchard, les salinités varient de 34,70 à 34,75‰. Ces masses d'eau plus dessalées résultent du mélange des eaux du Golfe avec celles des eaux de la Manche Orientale.

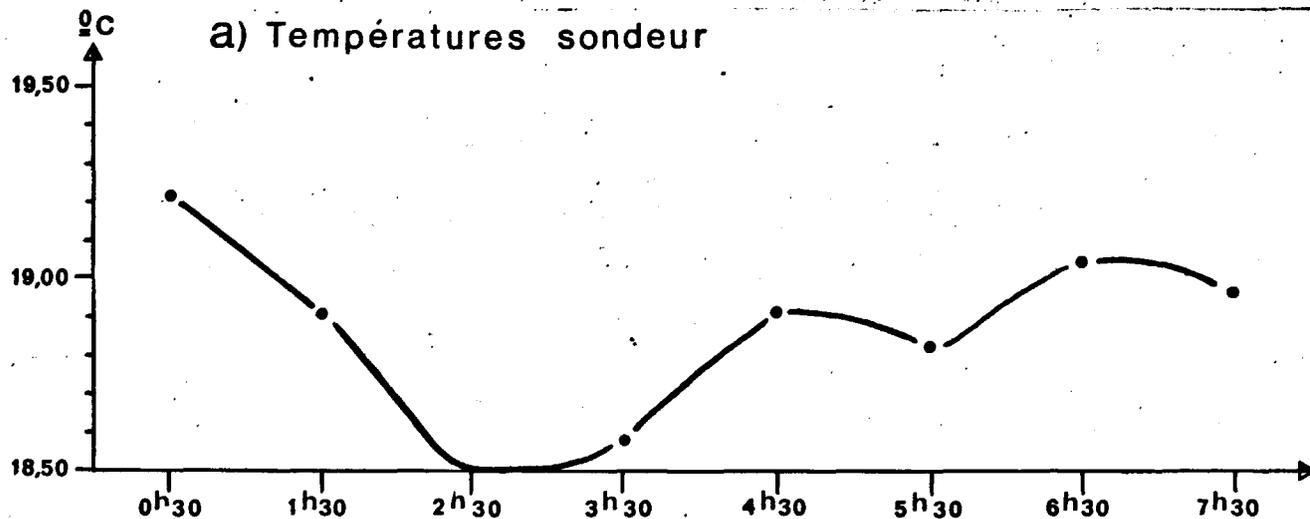
Fig.II.10. VARIATIONS DE QUELQUES PARAMETRES

AU COURS D UN CYCLE DE MAREE LE 12 AOUT 1980

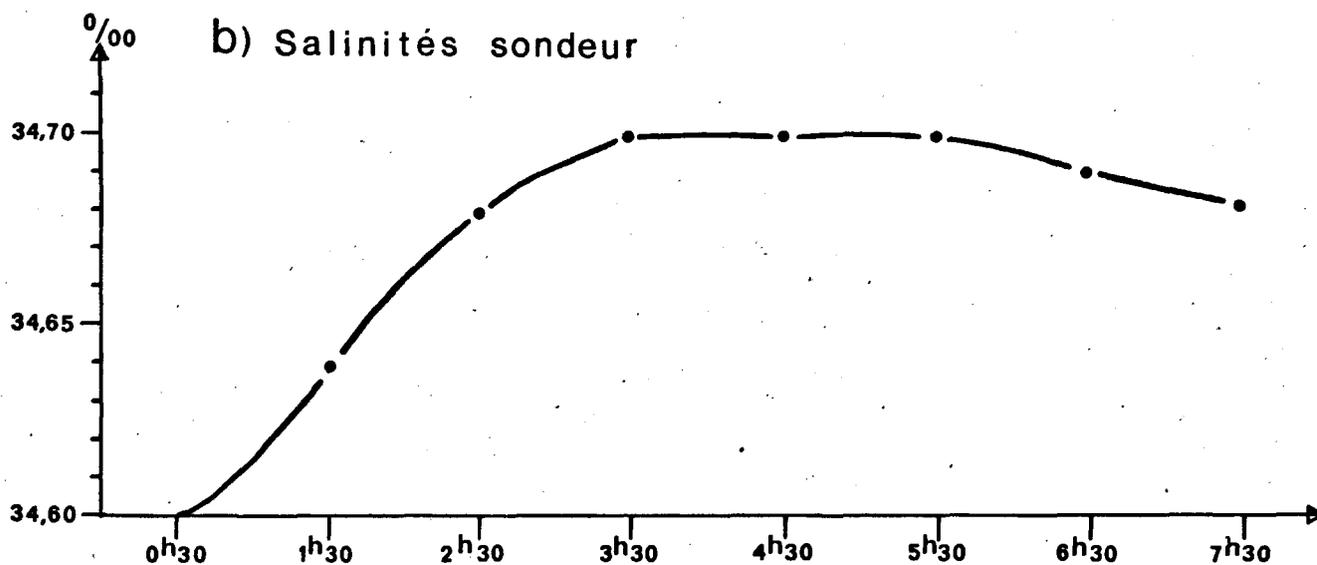
DANS LE GOLFE NORMANO-BRETON.

La position de la flèche indique l'heure de l'étale de courant de basse mer.

a) Températures sondeur



b) Salinités sondeur



c) Oxygène sondeur

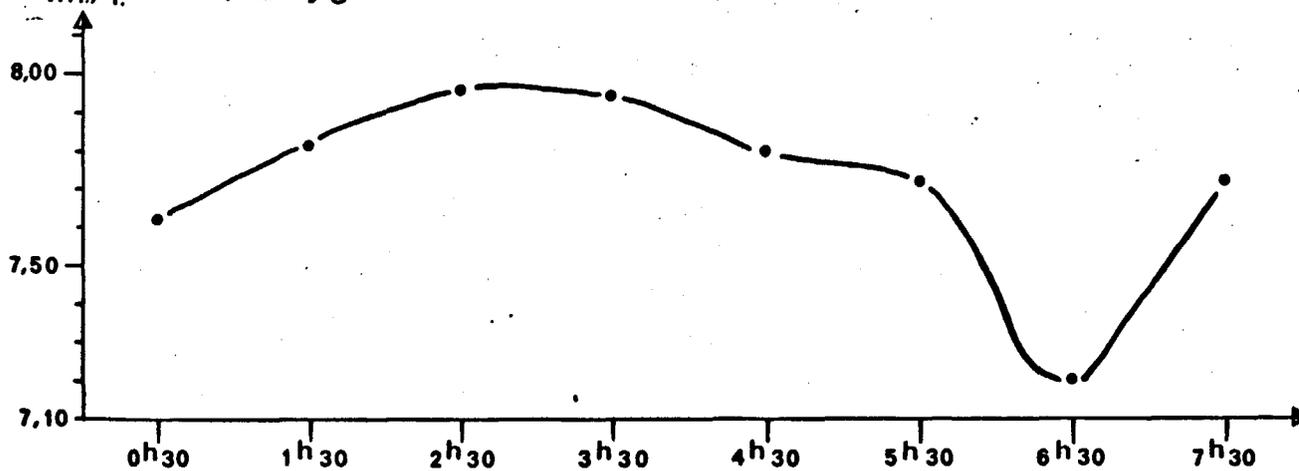
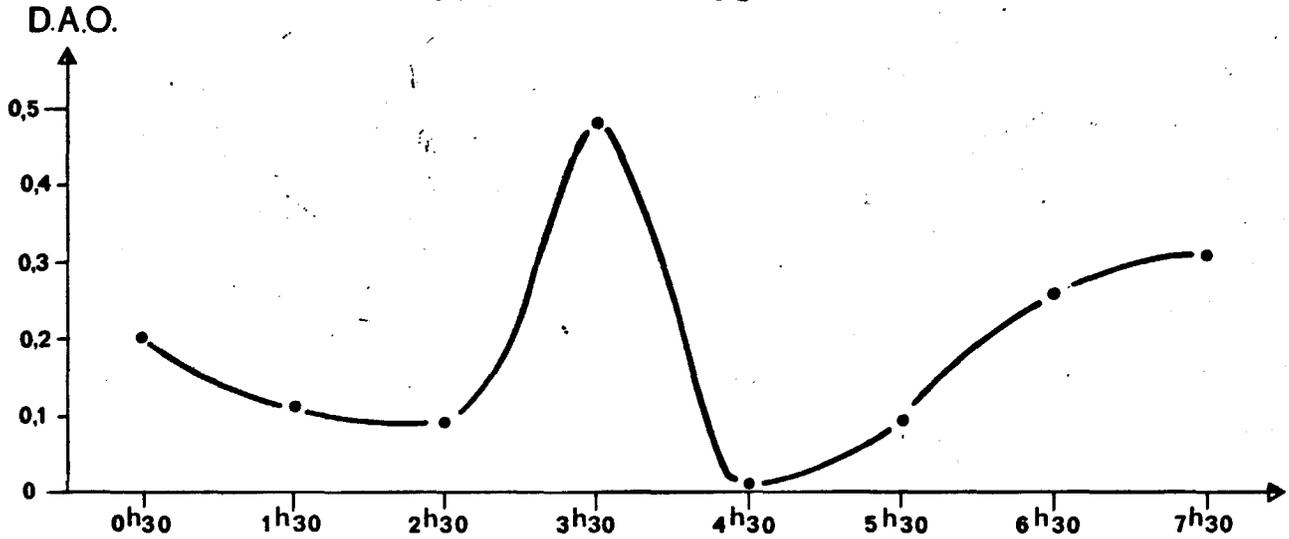


Fig.II.10.(suite).

d) Déficit apparent en oxygène.



e) Concentrations des matières en suspension.

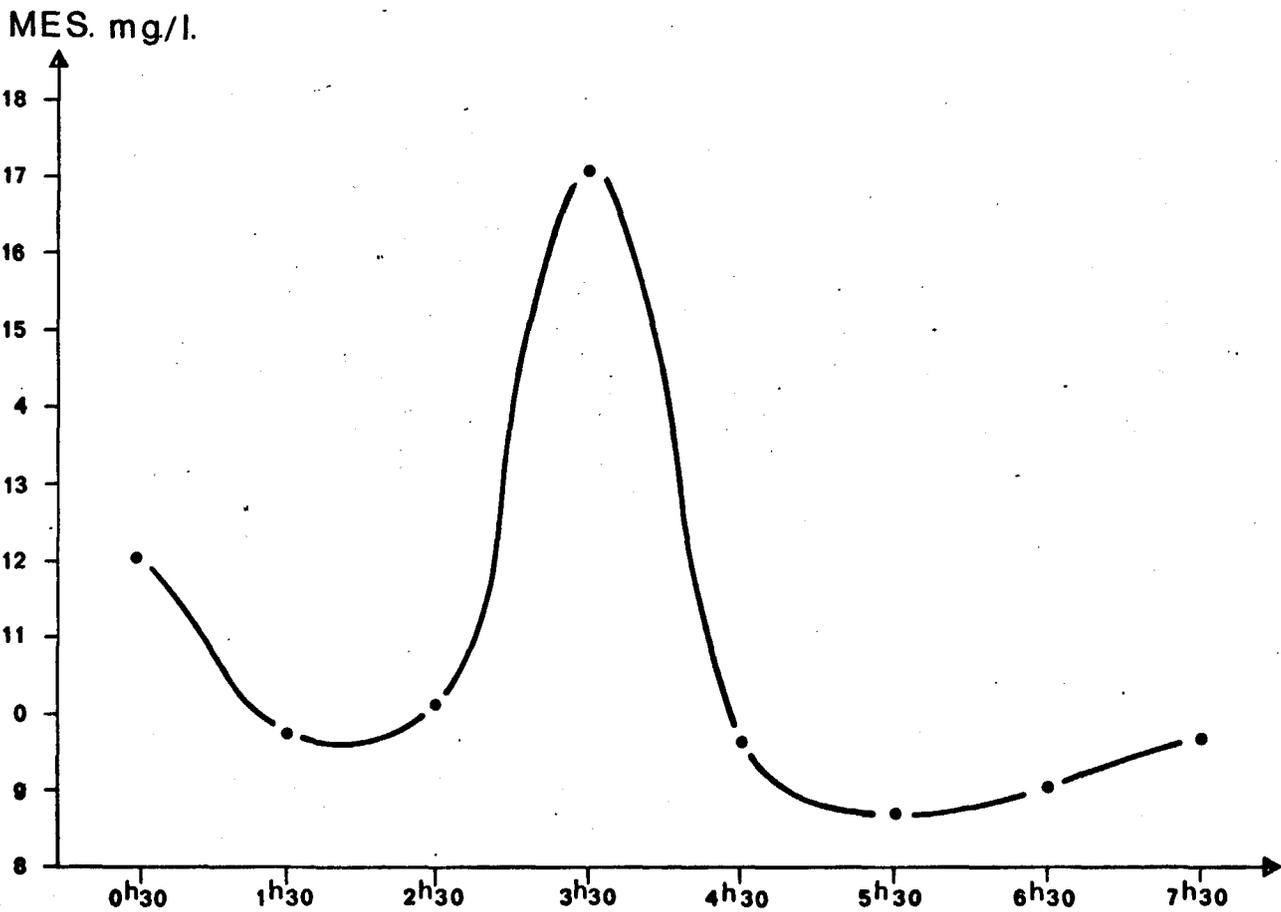
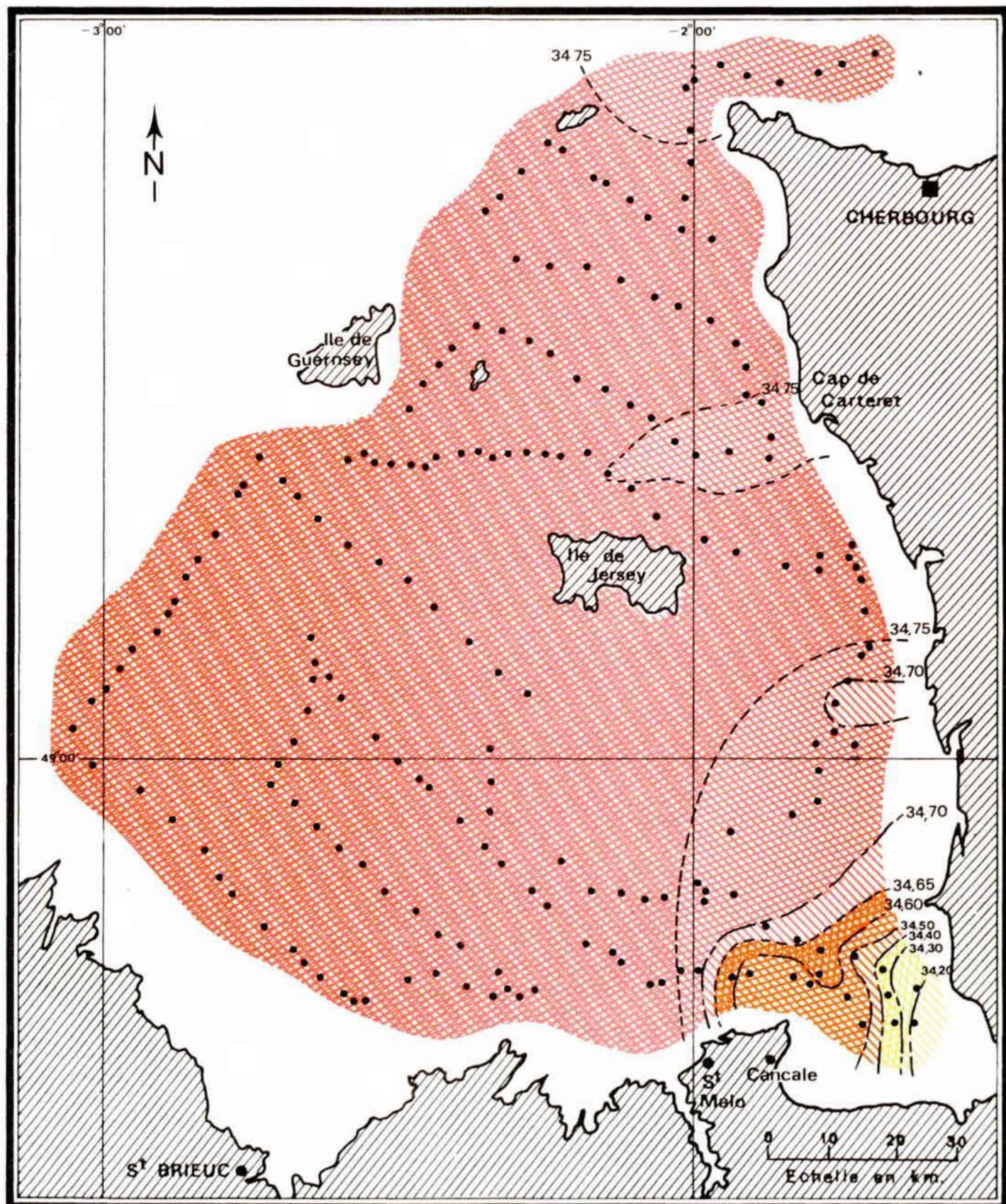


Fig.II.11 *Variations spatiales des salinités au cours de la campagne hydrobios, du 9 au 12 août 1980, dans le Golfe Normano-Breton.*



- Face à Carteret, les salinités sont de l'ordre de 34,73 ‰. L'apport important d'eaux douces de résurgence dans la région expliquerait cette dessalure.

- Dans la Baie du Mont Saint Michel où l'abaissement est le plus marqué. La valeur la plus faible relevée : 34,15 ‰ se trouve au niveau du point 2. L'isohaline 34,75 ‰ s'étend de Saint Malo au Sénéquet, au nord de Grandville. De nombreuses petites rivières parmi lesquelles les plus importantes : la See, la Selune, provoquent l'abaissement de la salinité des eaux du Golfe, en s'y mélangeant.

Ailleurs, partout dans le Golfe, les salinités sont homogènes, de l'ordre de 34,78 ‰.

Au sud-ouest, les apports d'eaux plus salées sont marqués notamment au large de Portrieux où les salinités sont supérieures à 34,80 ‰. L'isohaline 34,80 ‰ se retrouve entre les îles Guernesey et Sercq. Ces eaux plus salées caractériseraient les eaux de la Manche Occidentale, elles-mêmes résultant du mélange des eaux océaniques avec les eaux marines plus continentales (Rapport EDF : Avant Projet Flamanville, 1976).

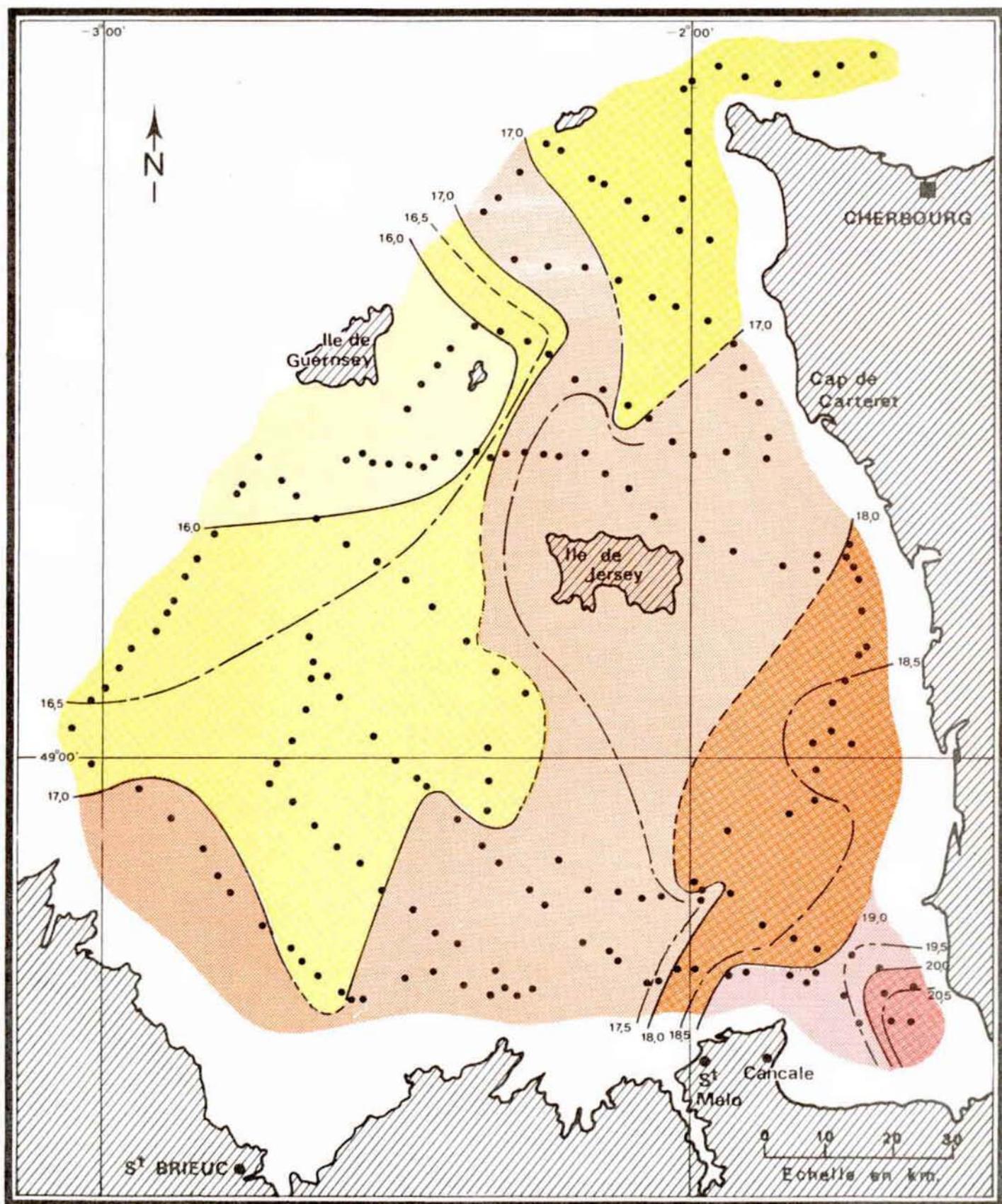
2. VARIATIONS SPATIALES DES TEMPERATURES (Fig. II.12)

Les températures de surface varient depuis 19,5°C au niveau du point 2, dans la Baie du Mont Saint Michel, à environ 16,5°C autour du Cap de la Hague, et 15,5°C au sud - est de l'île de Guernesey. L'isotherme 18°C suit approximativement l'isohaline 34,75 ‰, de Saint Malo au Sénéquet délimitant ainsi une zone particulière comme nous le verrons ultérieurement.

La faible profondeur et l'arrivée des eaux continentales au fond de la Baie sont responsables de l'échauffement des eaux. Par contre, la Manche apporte les masses d'eaux plus froides observées au sud - est de Guernesey et autour du Cap de la Hague.

L'avancée de l'isotherme 17°C dans le Golfe, entre le plateau des Minquiers et les Héaux de Bréat révèle le sens de la dispersion des eaux sous l'action des courants.

Fig.II.12 Variations spatiales des températures au cours de la campagne hydrobios du 9 au 12 août 1980, dans le Golfe Normano-Breton.



3. DETERMINATION DES PRINCIPAUX AXES DE DILUTION A L'AIDE DES DIAGRAMMES T.S.

Les relations entre températures, et salinités portées figure II.13 permettent d'identifier les différentes masses d'eaux. Celles-ci se caractérisent par la pente de la droite sur laquelle se placent les points correspondants.

La figure II.14 réunit par des couleurs identiques, les points placés sur une même droite T-S.

Le Golfe Normano-Breton se présente comme un carrefour entre plusieurs types d'eaux :

- les eaux de la Manche Orientale dont l'équation T-S est la suivante :

$$T = -11,6 S + \text{constante (jaune)}$$

- les eaux de la Manche Occidentale à l'ouest.

- les eaux plus douces venues de la Baie du Mont St Michel dont la dilution est assurée selon deux axes (voir figure II.14). L'équation des droites correspondantes :

$$T = -0,5 S + \text{constante pour l'axe le plus au Nord}$$

(présenté sur la figure par un quadrillage rouge, et correspondant à la droite aux points rouge-plein)

$$T = -8,0 S + \text{constante pour l'axe le plus au Sud}$$

(présenté sur la figure par un tireté rouge, et correspondant à la droite aux points rouge-évidé).

Le mélange de ces eaux constitue un ensemble relativement homogène, avec des points ($T^{\circ}S^{\circ}/\text{‰}$) disposés autour d'une droite d'équation :

$$T = -80,0 S + \text{constante}$$

(présenté sur la figure par un tireté orangé et correspondant à la droite aux points orange-évidé).

Ceci révèle une assez bonne stabilité des salinités, et l'existence d'un gradient de températures principalement.

Nous avons déterminé deux axes de dilution des eaux suivant lesquels nous comparerons l'évolution des paramètres hydrologiques au cours des trois campagnes d'étude complète (cf. § D).

Fig.II.13. *CAMPAGNE NOROIT - AOUT 1980 -
Variations de la température et de la salinité.*

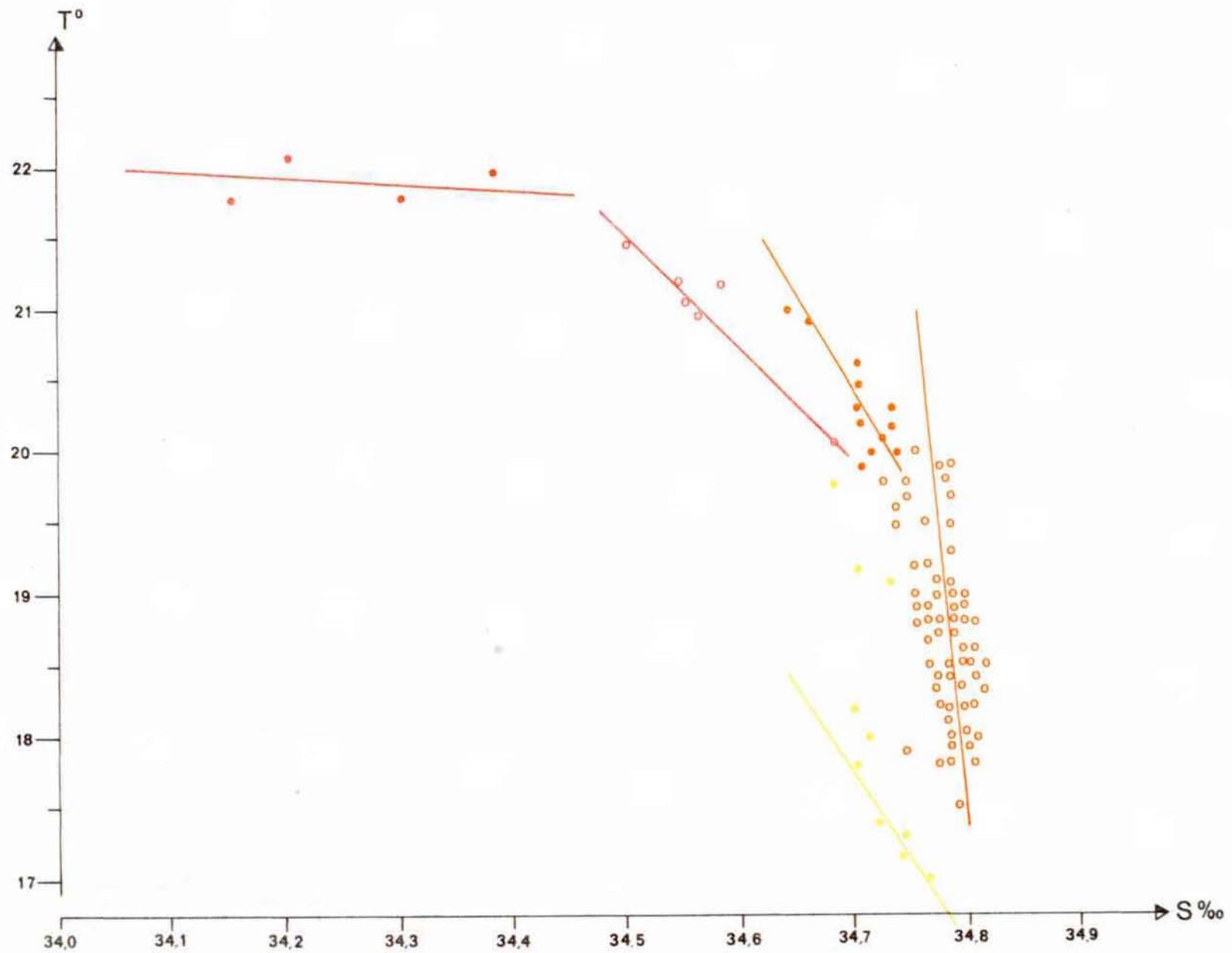
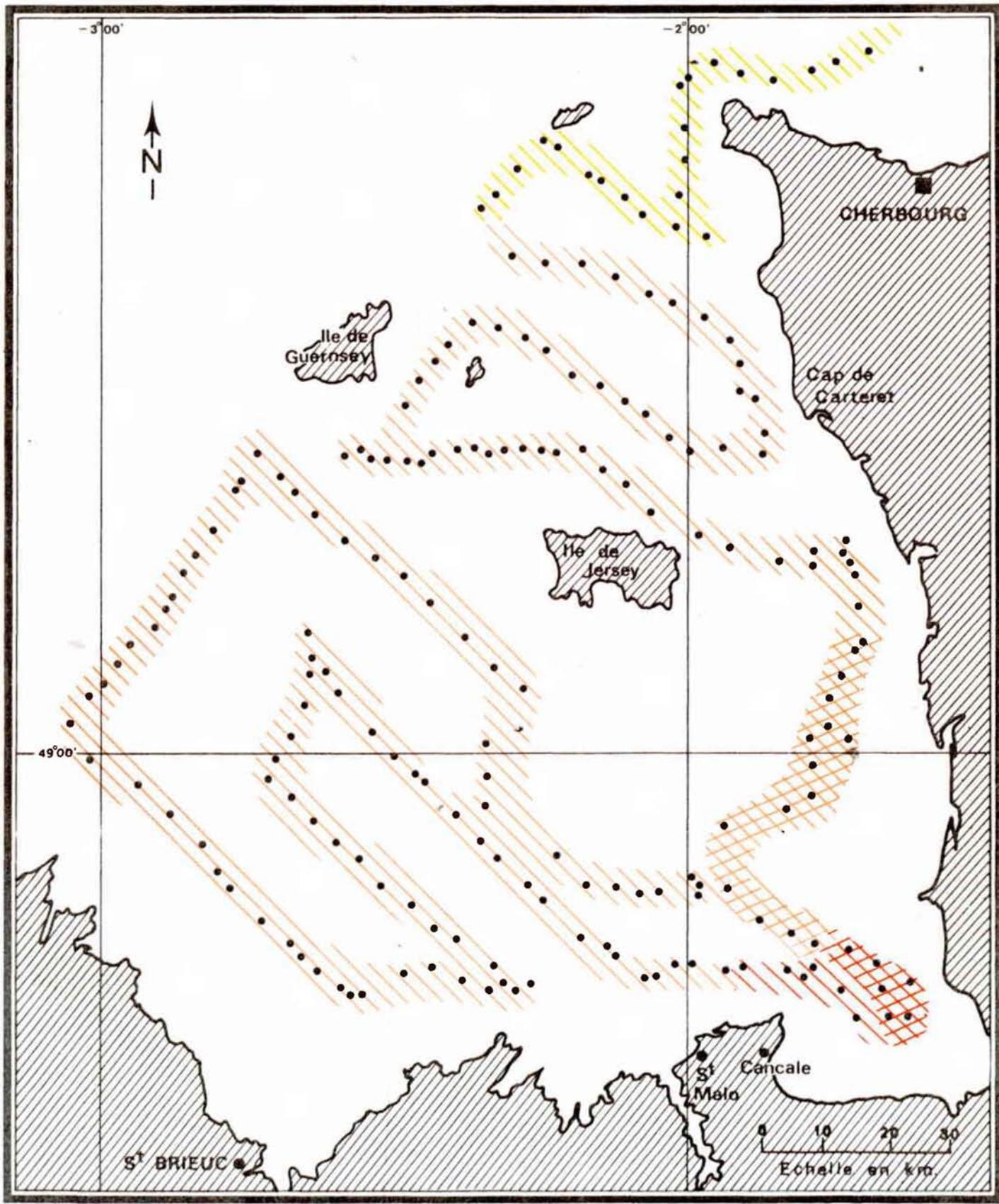


Fig.II.14 Position des différentes masses d'eaux identifiées
, dans le Golfe Normano-Breton, du 9 au 12 août 1980.



4. VARIATIONS SPATIALES DES CONCENTRATIONS EN OXYGENE DISSOUS (Fig. II.15)

Les données obtenues par l'oxymètre diffèrent de celles calculées par la méthode de Winckler. Les deux séries de résultats sont reliées linéairement par l'équation :

- (oxygène)_W = 0,53 (oxygène)_{oxy} + 1,5
- (coefficient de corrélation r = 0,6)
- (oxygène)_W = concentration en ml/l de l'oxygène dissous, obtenue par application de la méthode de Winckler
- (oxygène)_{oxy} = concentration en ml/l, de l'oxygène obtenue par lecture de l'oxymètre

Nous avons utilisé les valeurs obtenues par l'oxymètre sur la fig. II.15, en raison du nombre de données et de la précision qu'elles apportent ainsi dans la localisation des zones de caractéristiques différentes.

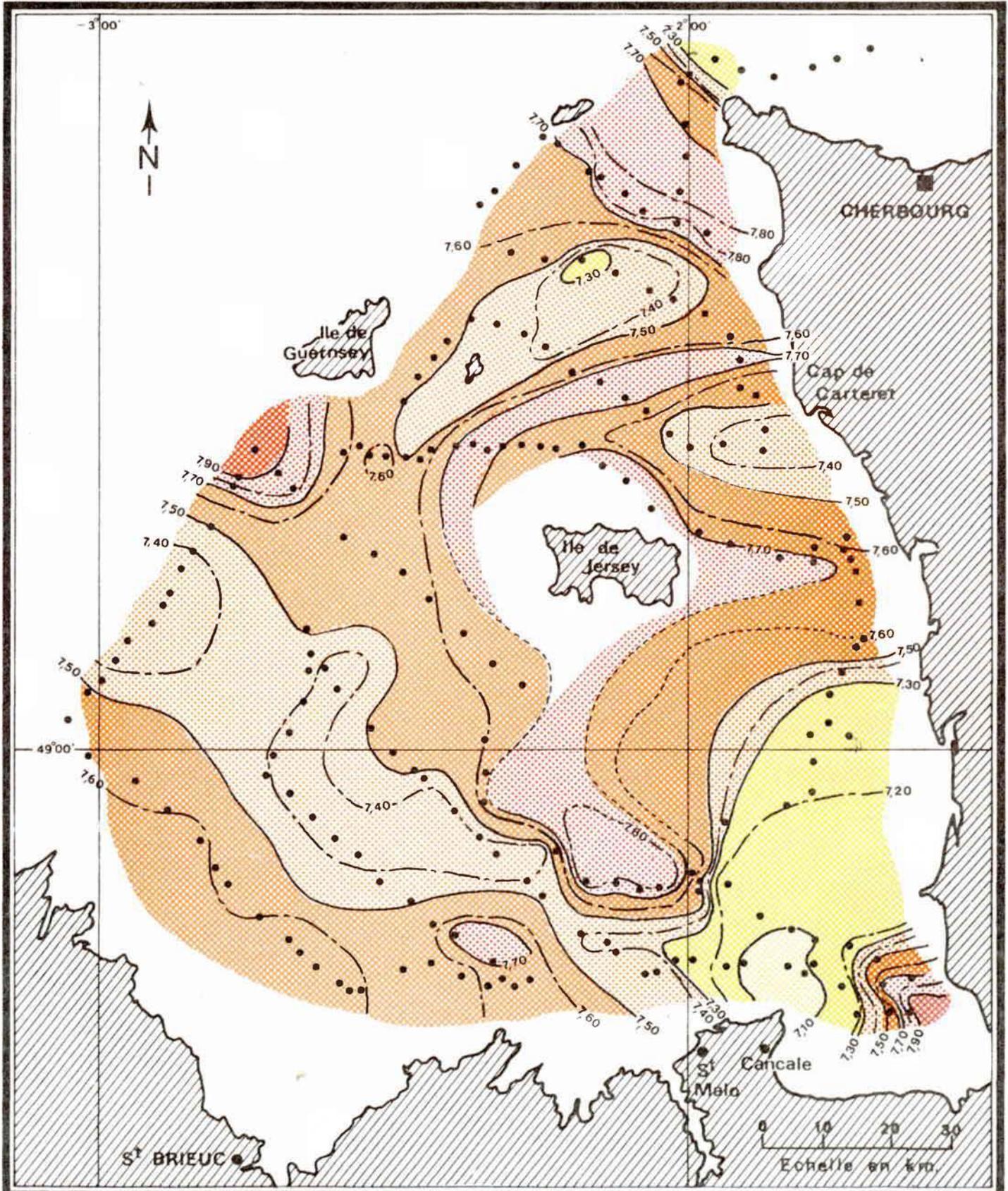
Quatre zones appauvries en oxygène se distinguent :

- Au nord - est du Cap de la Hague (5,2 ml/l Winckler). Ces eaux ont déjà été remarquées aux paragraphes précédents pour leurs salinités et leurs températures plus basses.
- Entre les îles de Sercq et Aurigny (de 5,3 à 5,5 ml/l Winckler). Aucune particularité n'apparaît par ailleurs dans cette région, au niveau des matières en suspension ni de la néphélogéométrie.
- Face au Cap de Carteret, au niveau de la zone délimitée par l'isohaline 34,75 ‰.
- Au large de Cancale s'étend une large zone particulièrement pauvre en oxygène dissous (4,7 ml/l Winckler). La masse d'eau correspondante atteint le Sénéquet (5,4 ml/l Winckler), et s'étire jusqu'au large des Héaux de Bréat (5,4 ml/l Winckler).

Quatre zones riches en oxygène sont à noter :

- De l'île d'Aurigny au cap de Flamanville (5,6 ml/l Winckler), entre les deux régions appauvries citées ci-dessus. La turbulence des eaux, où la vitesse des courants atteint 4 m/s (EPSHOM) est probablement responsable de cet enrichissement.

Fig. II.15 *Variations spatiales des concentrations en oxygène dissous dans le Golfe Normano-Breton, du 9 au 12 août 1980.*



- Au sud - ouest de l'île de Guernesey (5,7 ml/l Winckler).
- Au niveau du plateau des Minquiers (5,6 ml/l Winckler).
- Au fond de la Baie du Mont St Michel (5,7 ml/l Winckler) où l'activité photosynthétique est vraisemblablement la seule origine de cet enrichissement.

Il paraît intéressant de remarquer la superposition des masses d'eaux de mêmes températures avec celles de mêmes concentrations en oxygène, notamment suivant l'axe sud - est - nord - ouest, passant par la Baie du Mont Saint Michel et le sud des Iles Jersey et Guernesey (radiale A de la figure II.14).

En négligeant l'importance de la variabilité apportée par les différents temps de marée, la demande apparente en oxygène ou DAO (définie au § B.3) présentée sur la figure II.16 permet de localiser les zones excédentaires en oxygène. Elles se superposent dans la partie du Golfe avec les régions les plus riches en oxygène. Au nord, entre les caps de Carteret et Flamanville apparaît un excédent de 0,6 ml/l d'oxygène. Entre les îles d'Aurigny et de Guernesey, l'excédent atteindrait 1,6 ml/l d'oxygène.

Au sud - ouest, de l'île de Jersey la concentration en oxygène serait déficitaire de - 0,18 ml/l.

Une seconde zone déficitaire s'étendrait de Cancale - St Malo (0,37 ml/l de déficit) au nord du Sénéquet (0,27 ml/l de déficit).

5. VARIATIONS SPATIALES DES MATIERES EN SUSPENSION (Fig. II.17)

Les matières en suspension et les enregistrements en continu de néphé-
lométrie ne donnent pas exactement la même répartition des zones les plus turbides (Fig. II.18).

Fig.II.16 *Variations spatiales de la demande apparente en oxygène, dans le Golfe Normano-Breton, du 9 au 12 août 80.*

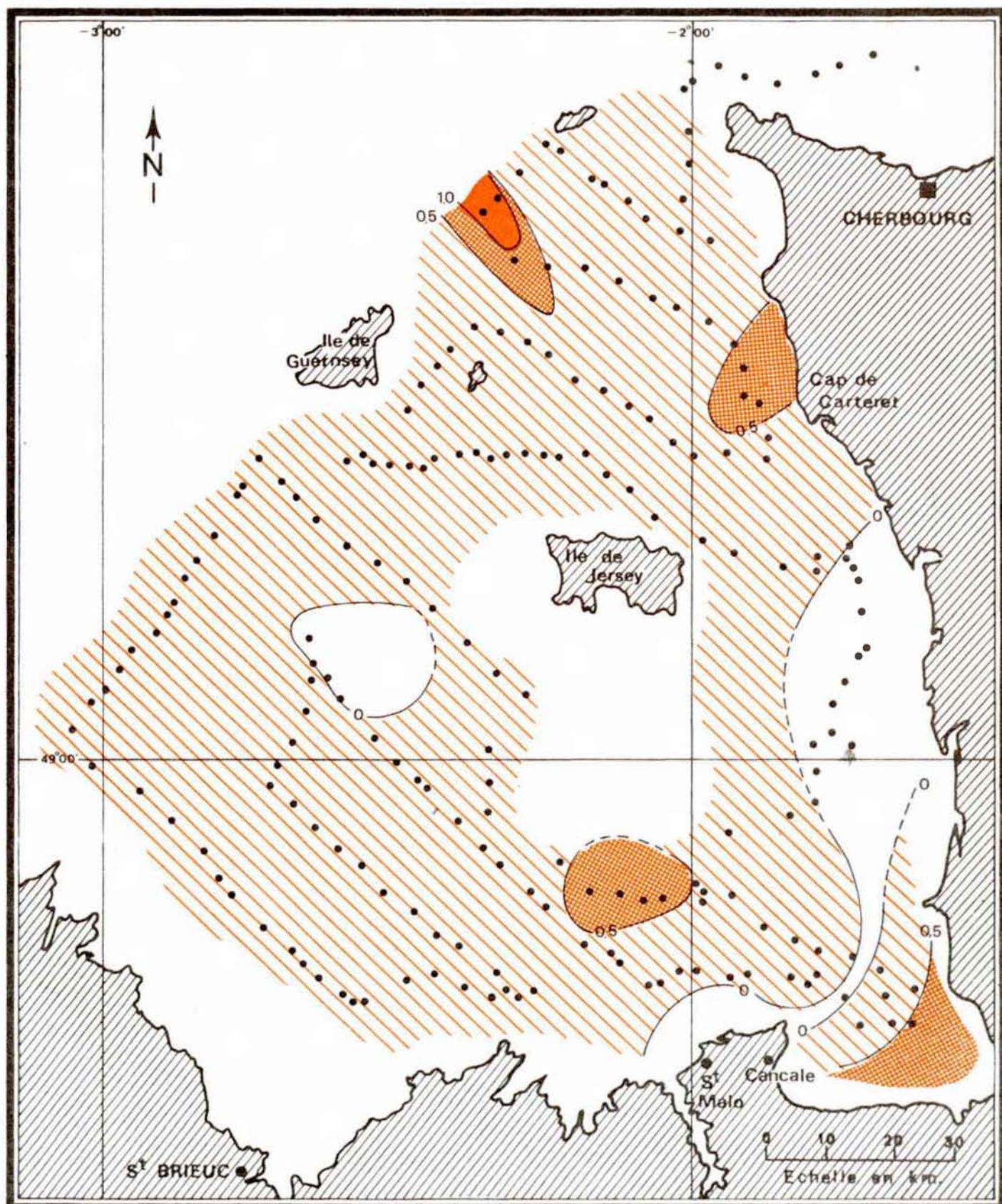
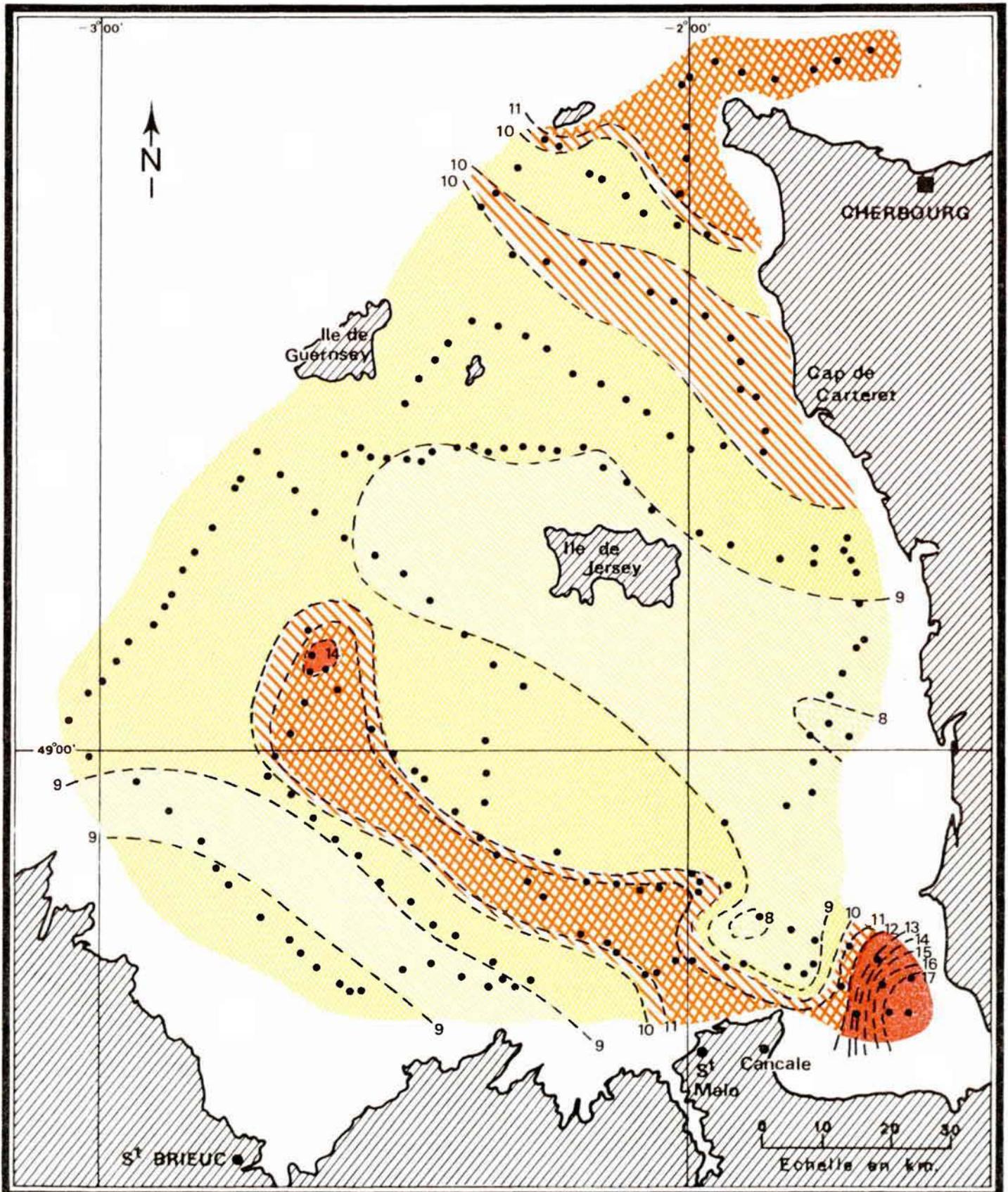


Fig. II.17 Variations spatiales des matières en suspension en mg./l. au niveau de la surface, dans le Golfe Normano-Breton du 9 au 12 août 1980.



Dans la Baie du Mont Saint Michel, c'est la région nord - est qui présente à la fois la charge en matières en suspension la plus forte (17,6 mg/l) et les données de néphélogéométrie les plus élevées (50 unités).

Les concentrations des matières en suspension s'élèvent au-dessus de 10 mg/l dans une zone qui s'étire de la Baie du Mont Saint Michel au nord - ouest du plateau des Minquiers.

Cette masse d'eau se superpose avec celle déjà citée au paragraphe 3 ci-dessus, et témoigne de l'action des courants. La charge relativement élevée en matières en suspension, à l'extrémité ouest de cette zone correspond au déficit de 0,18 ml/l de la concentration en oxygène. En atténuant l'énergie lumineuse, la turbidité diminue l'activité photosynthétique des organismes chlorophylliens, d'où la baisse de la production d'oxygène.

6. VARIATIONS SPATIALES DES CONCENTRATIONS EN AMMONIAQUE (Fig. II.19)

Le nombre d'échantillons prélevés pour le dosage de l'ammoniaque correspond aux 13 stations étudiées à trois niveaux. Nous avons utilisé les moyennes aux trois niveaux. La concentration minimale observée est 0 en surface au niveau de la station 13, entre le Cap de Carteret et le Sénéquet. Ce prélèvement est situé dans la région délimitée (avec approximations) comme plus pauvre en ammoniaque, qui passe depuis le large de Saint Malo à la station 13 vers le nord, et vers la Baie de Saint Briec vers l'ouest.

Les concentrations maximales atteignent 2,2 $\mu\text{atgN/l}$ à 40 m de fond au nord - est de Guernesey, et 1,9 $\mu\text{atgN/l}$ à 10 m de profondeur à la station 2. Elles se localisent dans les deux zones où la concentration en ammoniaque est la plus élevée.

L'ensemble des concentrations en ammoniaque ne présente pas de corrélation avec les matières en suspension.

Par contre, la comparaison des concentrations en ammoniaque avec les salinités montre, deux types de corrélations (Fig. II.20).

Fig.II.18 Variations spatiales de la néphélogétrie, dans le Golfe Normano-Breton, du 9 au 12 août 1980.

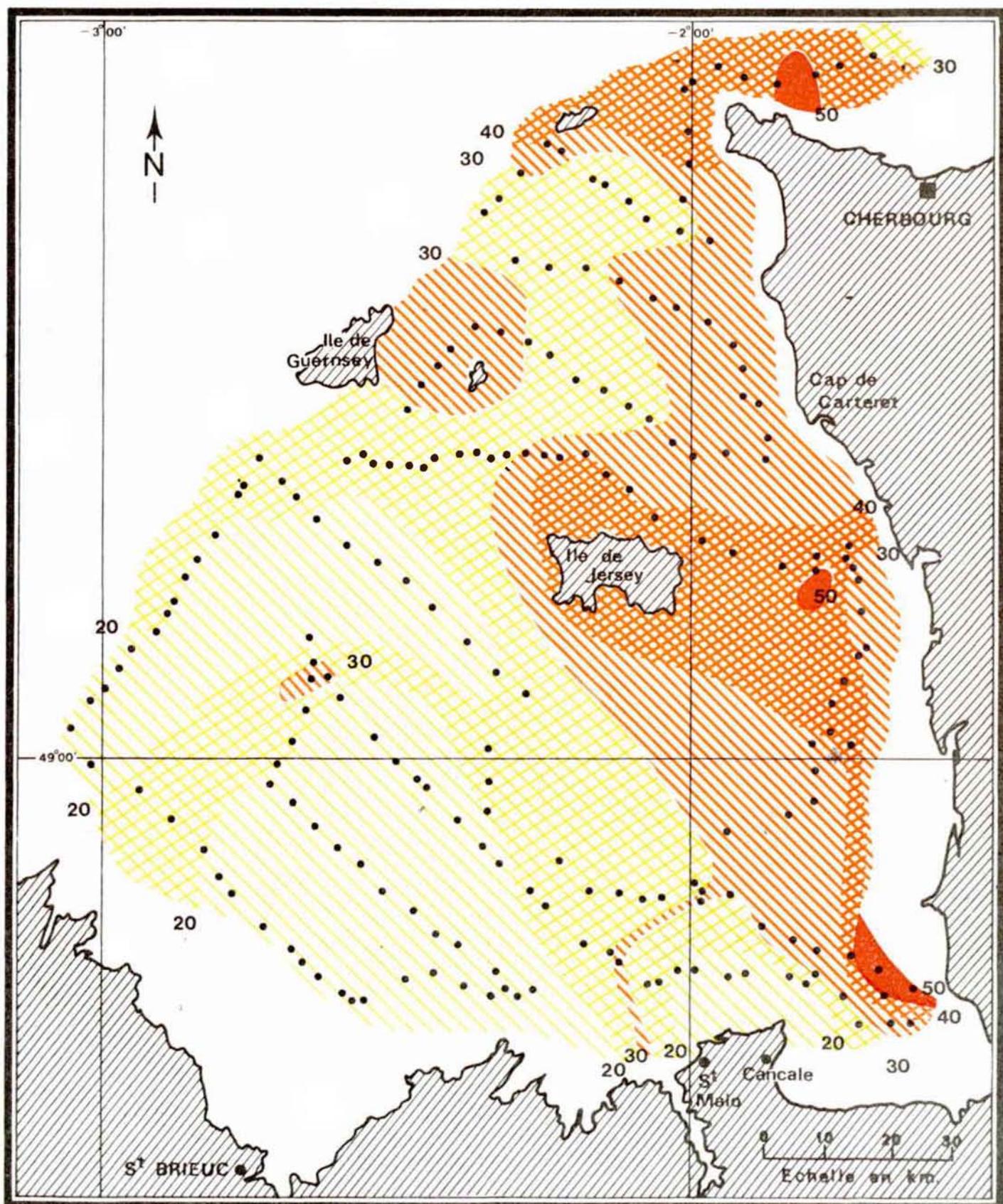
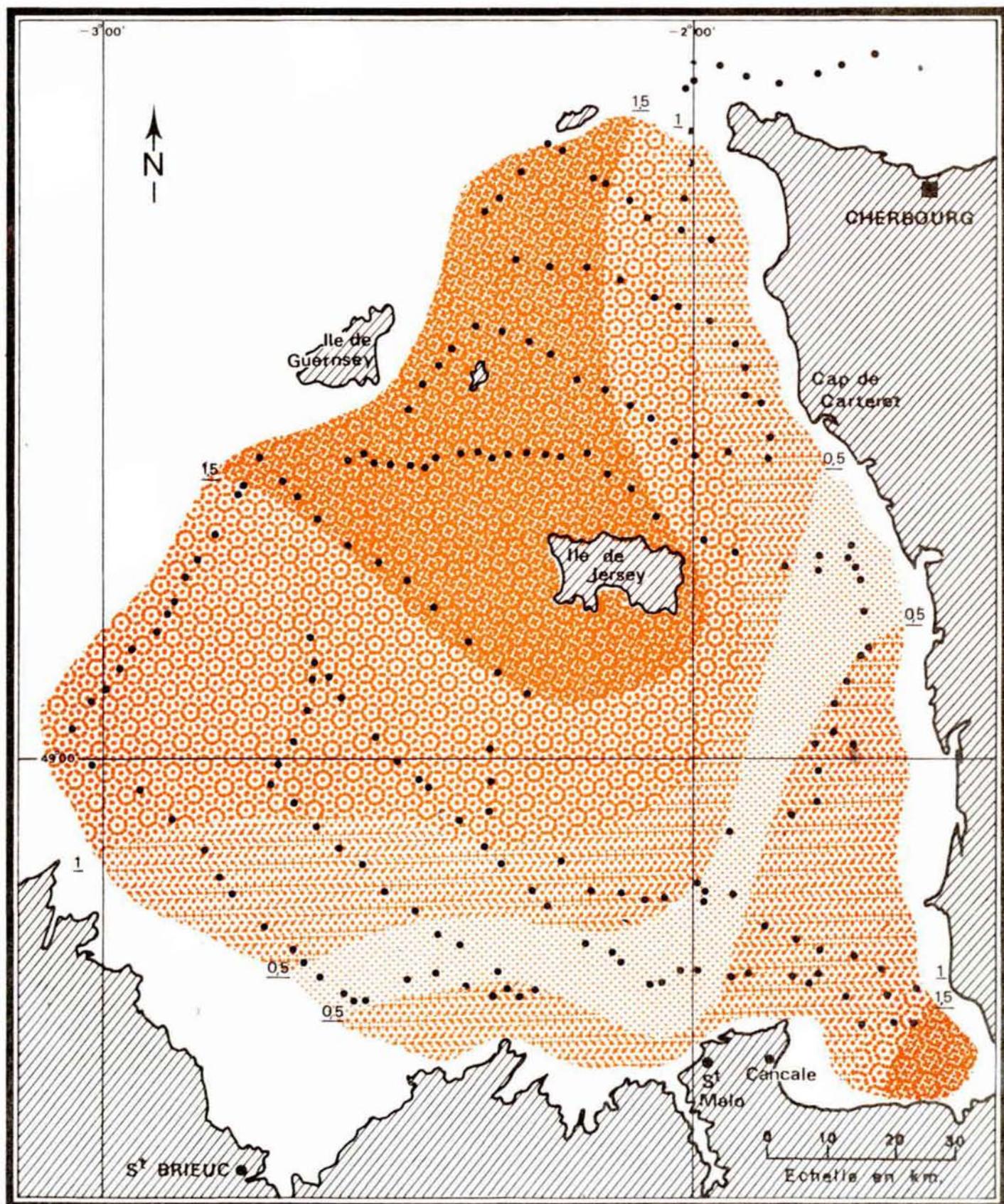


Fig.II.19 *Variations spatiales des concentrations en ammoniacque dans le Golfe Normano-Breton, du 9 au 12 août 1980.*



- Pour les salinités inférieures à 34,70 ‰, les concentrations en ammoniacale augmentent quand la salinité diminue : la pente de la - ou des - droite (s) traçable (s) est négative. L'origine de l'ammoniacale est alors continentale car apportée par les eaux douces.

L'ammoniacale provient également des excréments animales : les conditions favorisant le développement des animaux planctoniques et benthiques. Enfin, l'origine de l'ammoniacale, peut-être détritique, liée à l'abondance des débris organiques.

- Pour les salinités supérieures à 34,70 ‰, les concentrations en ammoniacale évoluent dans le même sens que les salinités et la pente de la droite obtenue est positive. Il semble ainsi qu'il y ait un enrichissement en ammonium, apporté par les eaux du large. Cet enrichissement peut provenir des eaux usées rejetées par les îles de Jersey et Guernesey, abondamment peuplées pendant la saison estivale. Cette hypothèse sera vérifiée lors de la campagne du mois de mai 1981.

IV. VARIATIONS DES STRUCTURES SPATIALES DES MASSES D'EAUX. COMPARAISON DE LA REPARTITION DES EAUX AUX MOIS D'AVRIL, AOUT ET SEPTEMBRE 1980 DANS LA BAIE DU MONT SAINT MICHEL

Après avoir déterminé les structures des masses d'eaux dans le Golfe Normano-Breton au cours des mois d'août, nous allons présenter l'évolution de ces structures au printemps (25-26 avril) et en fin d'été (18-19 septembre), dans la Baie du Mont Saint Michel. Cette partie, peut-être étudiée selon deux radiales RA et RB, comme le prouvent les diagrammes TS des trois campagnes (Fig. II.21). Le profil de ces deux radiales est présenté figure II.22.

1. EVOLUTION DES VARIATIONS SPATIALES DES SALINITES (Fig. II.23)

Les cartes présentent les valeurs de surface

Elles montrent la dessalure importante du mois d'avril : l'isohaline 34,00 ‰ s'étend de Cancale à la pointe de Champeaux, et celle de 34,60 ‰ n'apparaît qu'au sud du point 10. Au mois de septembre les salinités sont plus élevées : l'isohaline 34,70 ‰ est à proximité du point 4, et le point 10 présente une salinité de 34,90 ‰.

La comparaison des évolutions des salinités suivant les radiales A et B permet de confirmer ces observations, et montre la dilution des salinités identique suivant les deux radiales (Fig. II.24). Le gradient de dilution des eaux salées par les eaux douces est plus marqué au mois d'avril. D'une façon générale la dilution est régulière du point 4 vers le point 6 et du point 4 vers le point 10.

Remarquons la situation du mois de septembre, où les eaux de surface sont parfois plus salées que les eaux sous-jacentes (stations 2 et 10).

Fig.II.21. **DIAGRAMMES DES TEMPERATURES ET DES SALINITES EN SURFACE DANS LE G-N-B.**

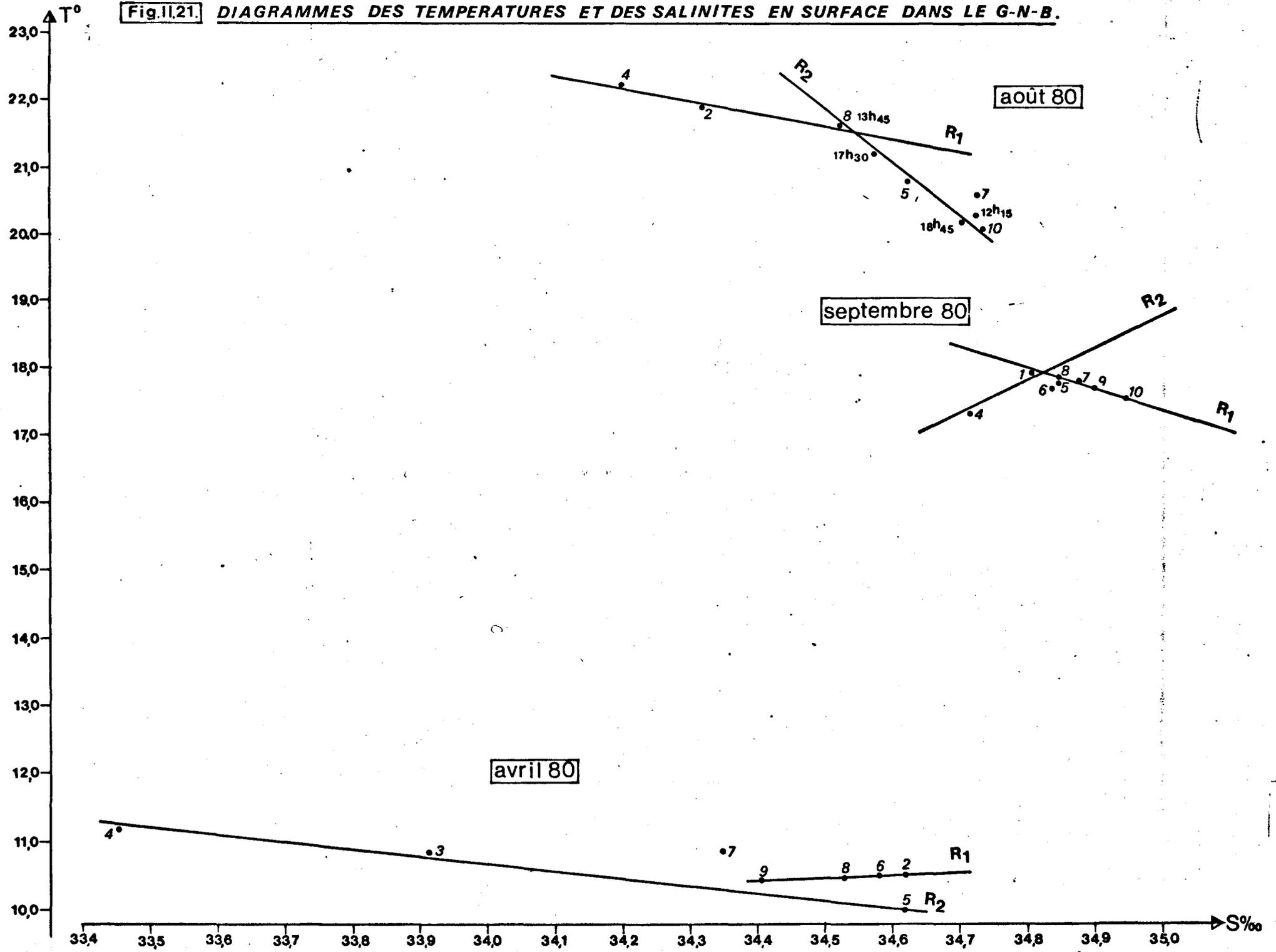
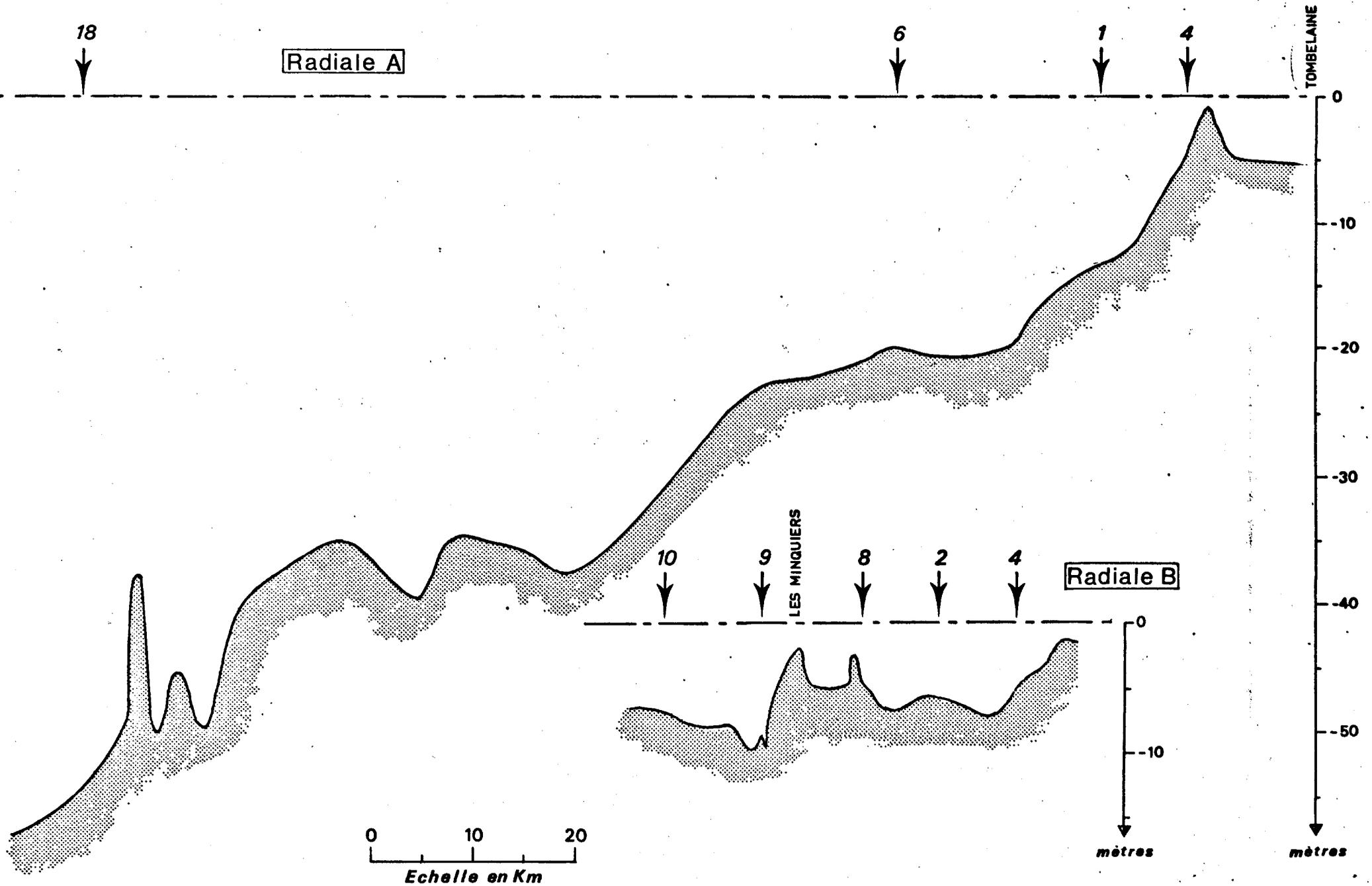


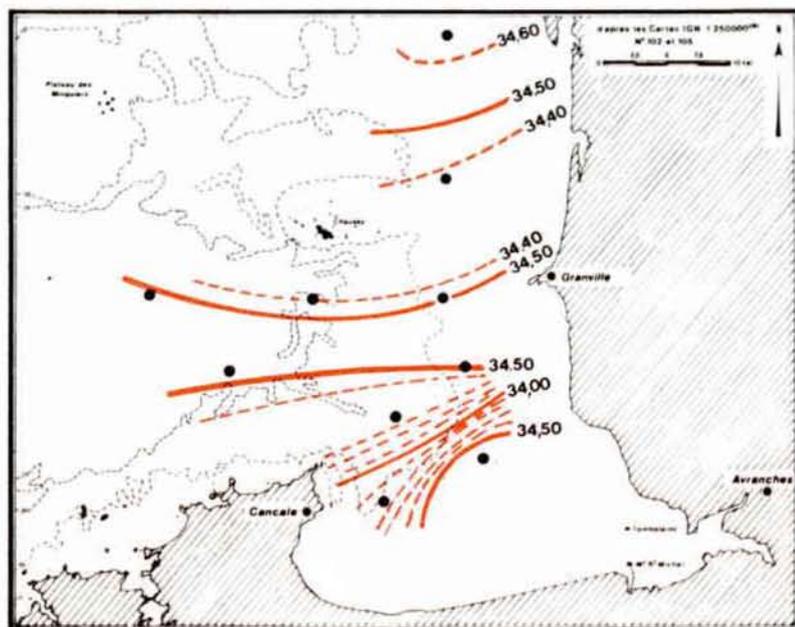
Fig II 22 Profils des radiales A et B définies sur la figure.II.14.



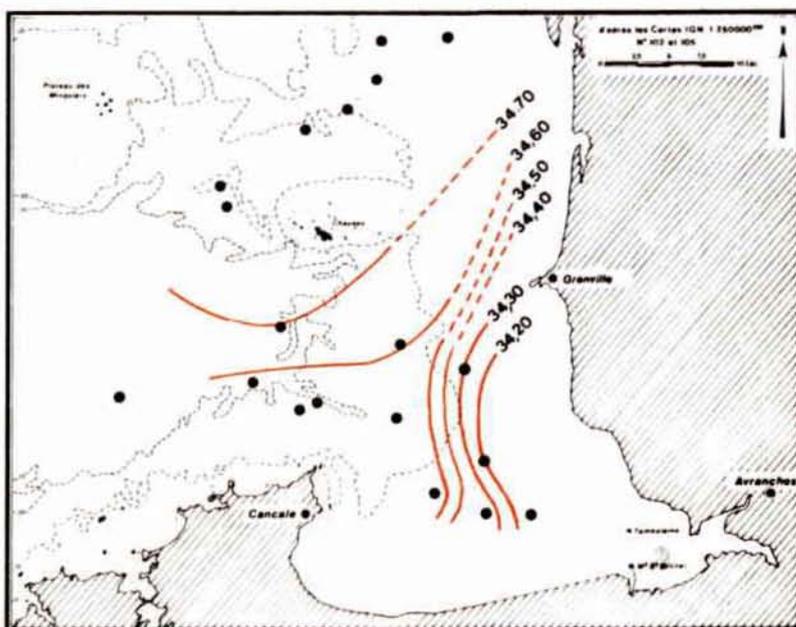
GOLFE NORMANO-BRETON

Fig.II.23.

VARIATIONS SPATIALES des salinités de surface.



9,10,11 AOUT 1980



18,19 SEPTEMBRE 1980

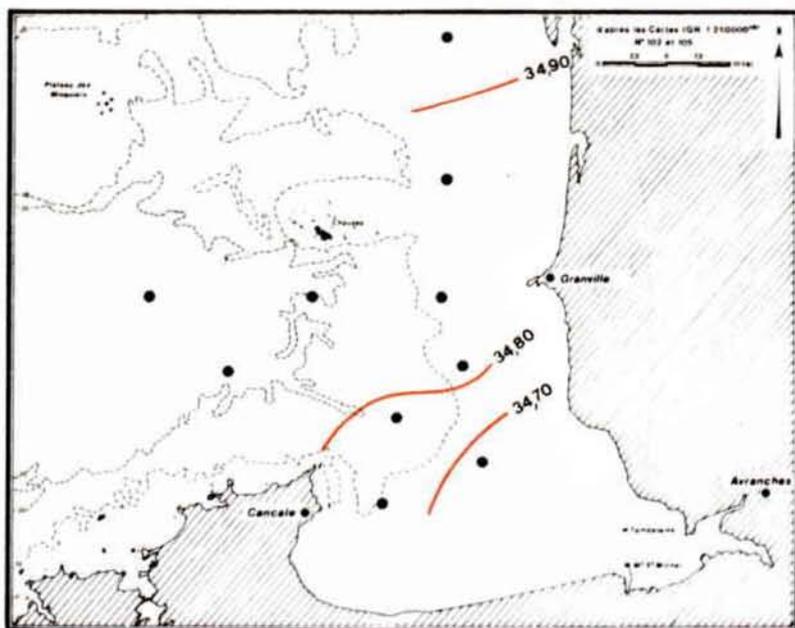


Fig.II24.A Evolution des salinités au cours des campagnes d'avril août et septembre 1980, au niveau de la radiale R.A, dans le Golfe Normano-Breton.

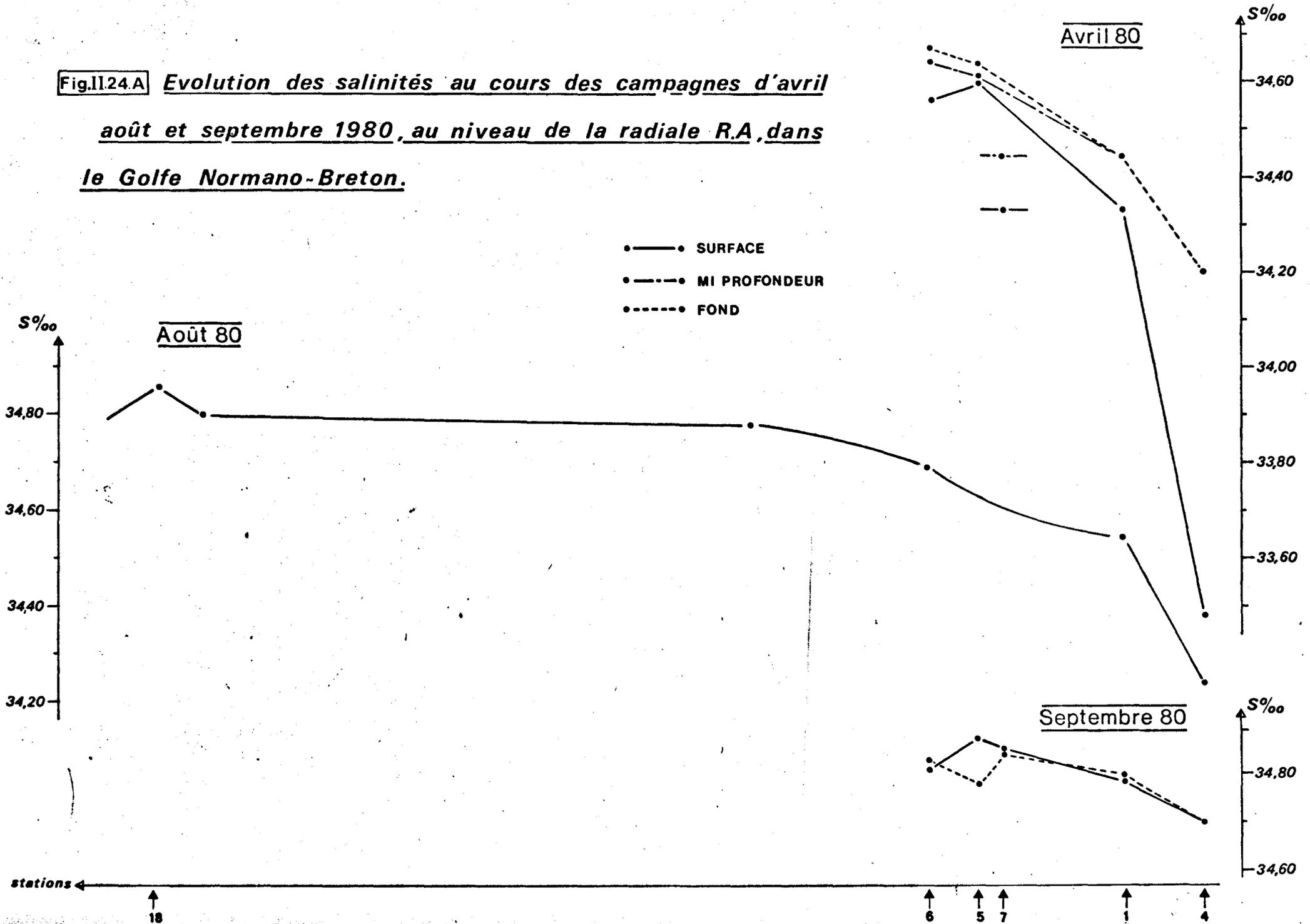
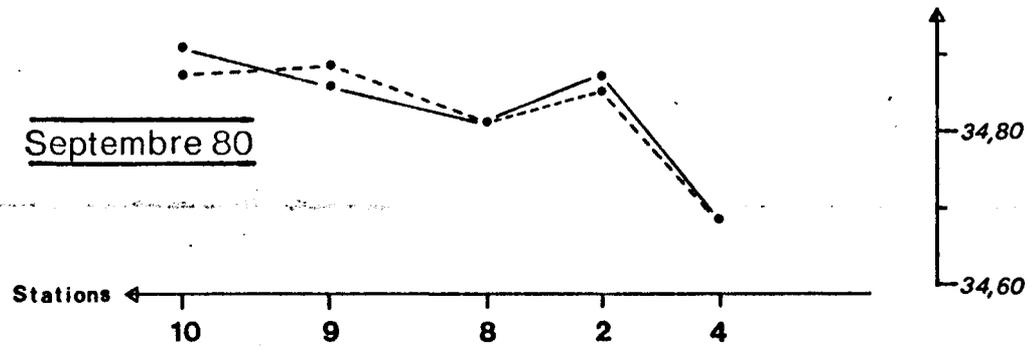
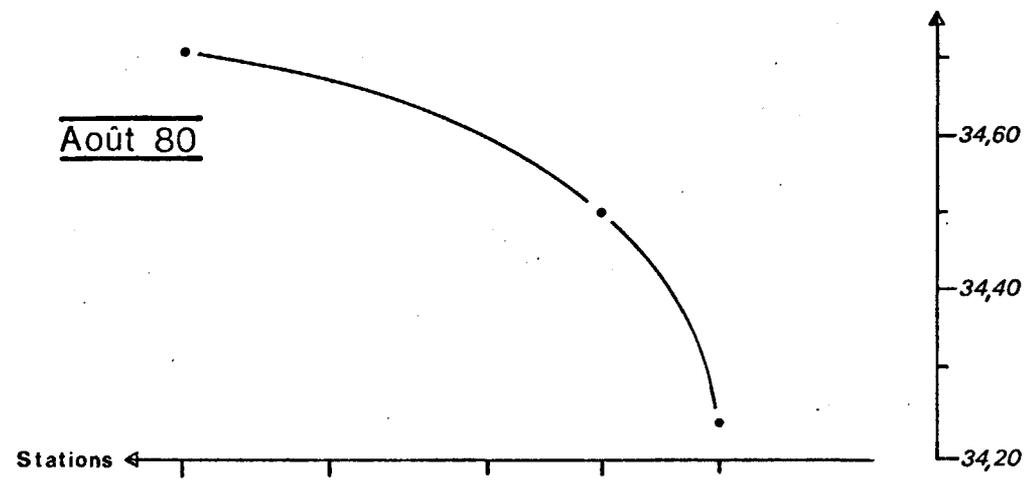
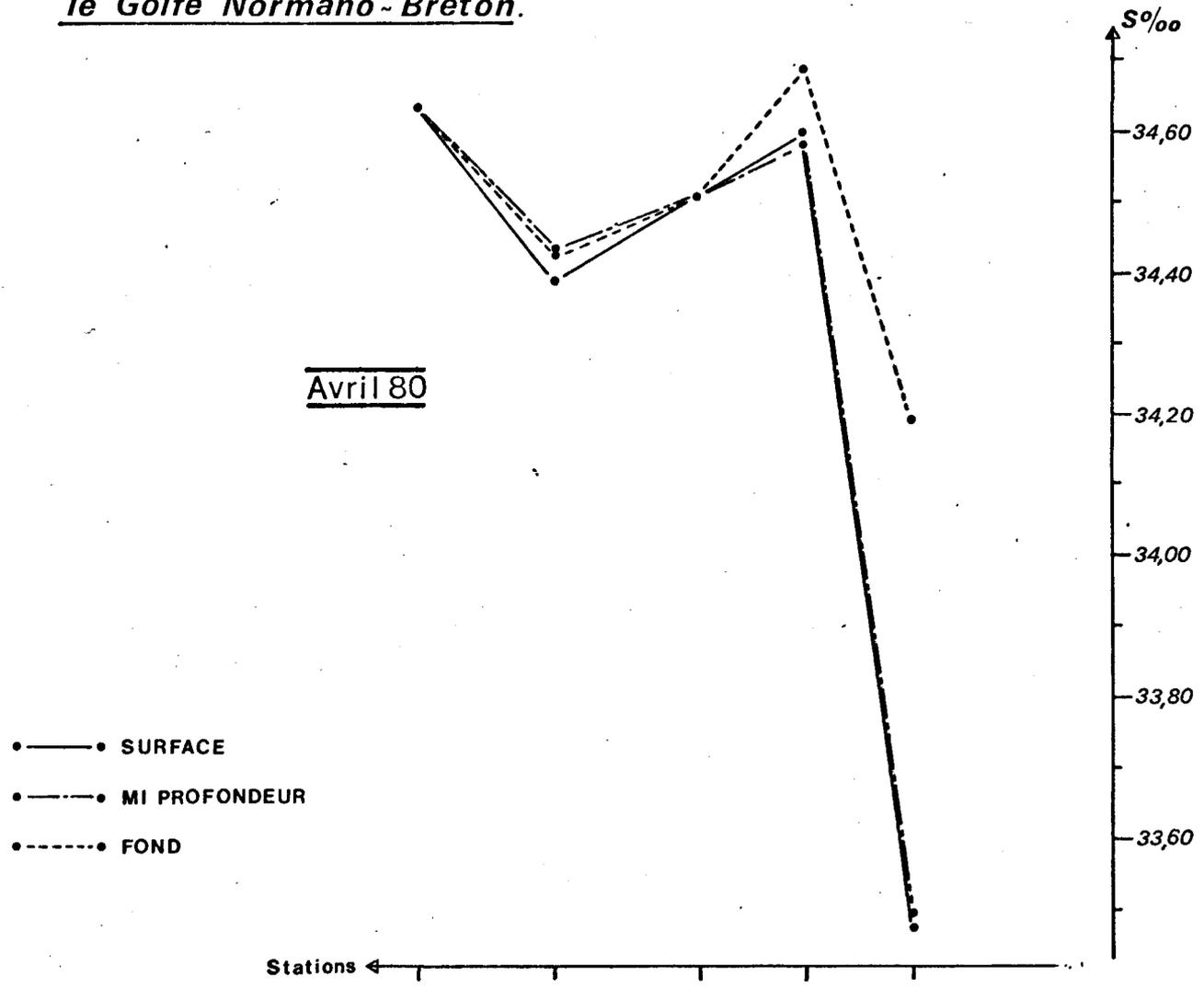


Fig II24B Evolution des salinités au cours des campagnes d'avril d'août et septembre 1980 au niveau de la radiale R.B. dans le Golfe Normano-Breton.



2. EVOLUTION DES VARIATIONS SPATIALES DES TEMPERATURES (Fig. II.25)

Les températures de surface sont maximales au mois d'août. Le mois d'avril est le plus froid : l'isotherme $11,20^{\circ}$ passe au niveau de la station 4. Les eaux de la Baie du Mont Saint Michel sont alors plus chaudes que celles du large. Il faut noter, pour septembre, le léger refroidissement des eaux de la Baie, et l'isolement d'une langue d'eau plus chaude au nord-est de Cancale.

Les graphiques de la figure II.26 présentent la dilution des eaux de la Baie suivant les deux radiales. La faible profondeur au niveau du point 4 explique la variabilité des températures en ce point, par rapport aux températures des autres stations. L'influence climatique y est plus grande, notamment au point de vue de l'échauffement.

3. EVOLUTION DES VARIATIONS SPATIALES DES CONCENTRATIONS EN OXYGENE DISSOUS (Fig. II.27)

L'oxygène dissous aux mois d'avril et août, est plus concentré au fond du Golfe et présente un gradient décroissant quand on s'éloigne vers Grandville - Cancale.

Au mois de septembre seuls quelques îlots de concentration élevée apparaissent : au niveau de Grandville et au nord des Chausey. Le gradient décroissant du fond de la Baie vers le large, observé en avril et en août se trouve alors à mi-profondeur avec des concentrations plus élevées qu'en surface. Cette situation peut-être reliée avec ce qui était observé pour la salinité : la présence, au mois de septembre, de structures instables où les eaux plus salées recouvrent les eaux douces.

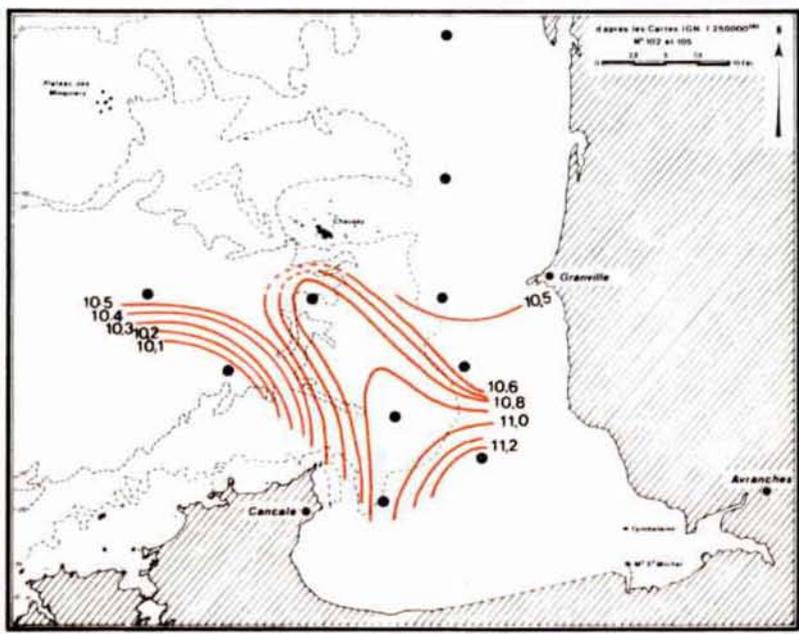
4. DEFICIT APPARENT EN OXYGENE (D.A.O.) (Fig. II.28)

Si on considère le Déficit Apparent en Oxygène (concentration de l'oxygène à saturation) au mois d'avril, l'oxygène est en excédent dans toute la zone étudiée, en particulier en surface au fond du Golfe (+ 0,87 ml/l). Au mois d'août, la situation est identique ; par contre, au mois de septembre, le déficit est général, en particulier au point 5 (-0,70 ml/l).

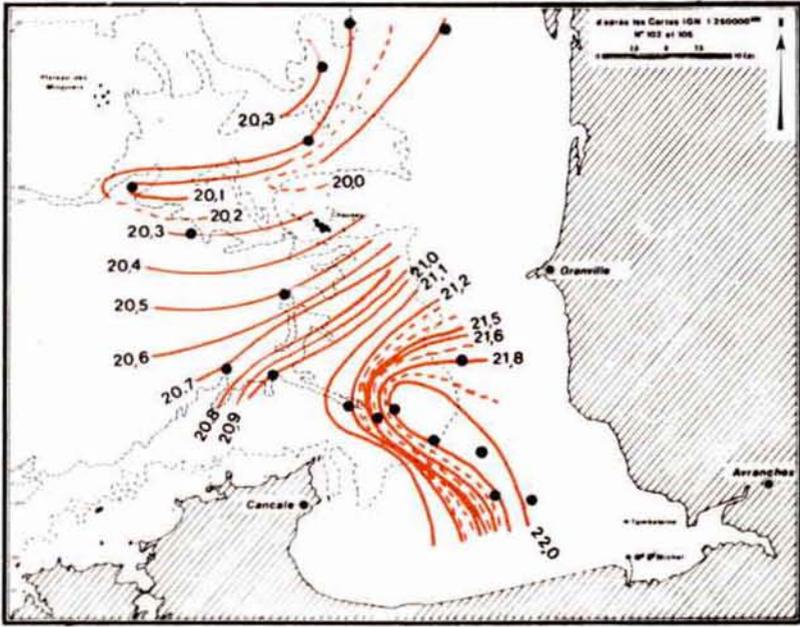
GOLFE NORMANO-BRETON

Fig.II.25.

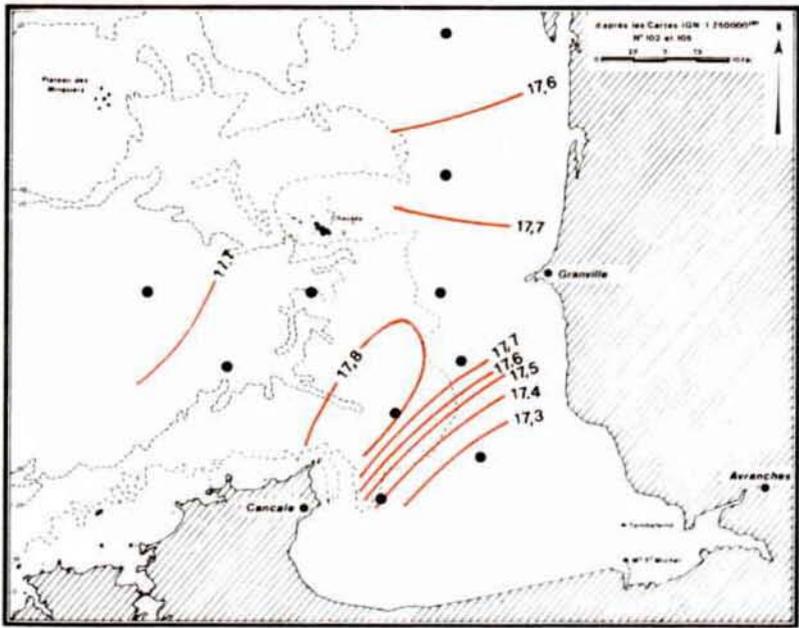
VARIATIONS SPATIALES des températures de surface



← 25 AVRIL 1980



9,10,11 AOUT 1980 →



← 18,19 SEPTEMBRE 1980

Fig.II26A Evolution des températures au cours des campagnes d'avril

août et septembre 1980, au niveau de la radiale R.A, dans
le Golfe Normano-Breton.

- — ● SURFACE
- - - - ● MI PROFODEUR
- ····· ● FOND

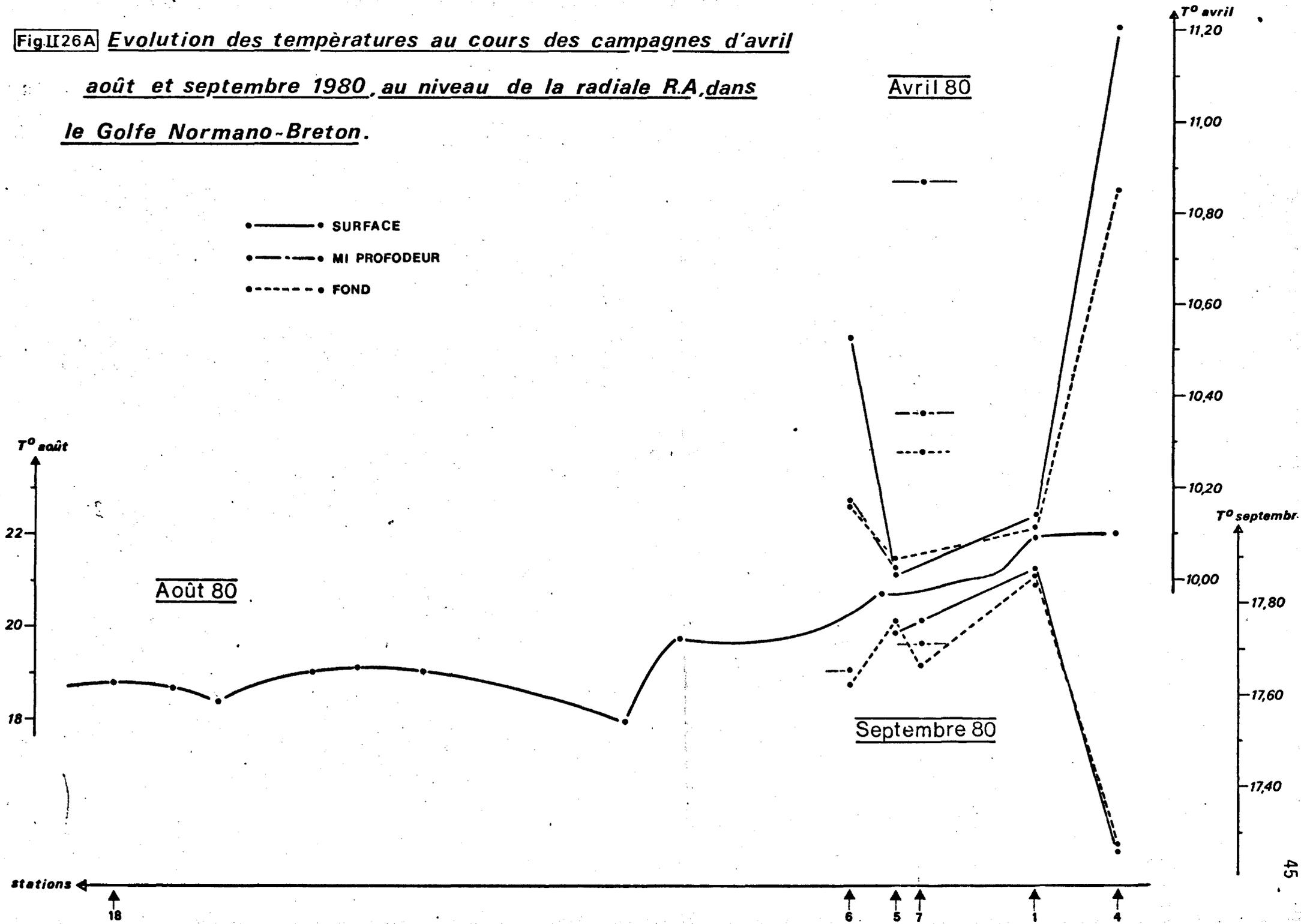
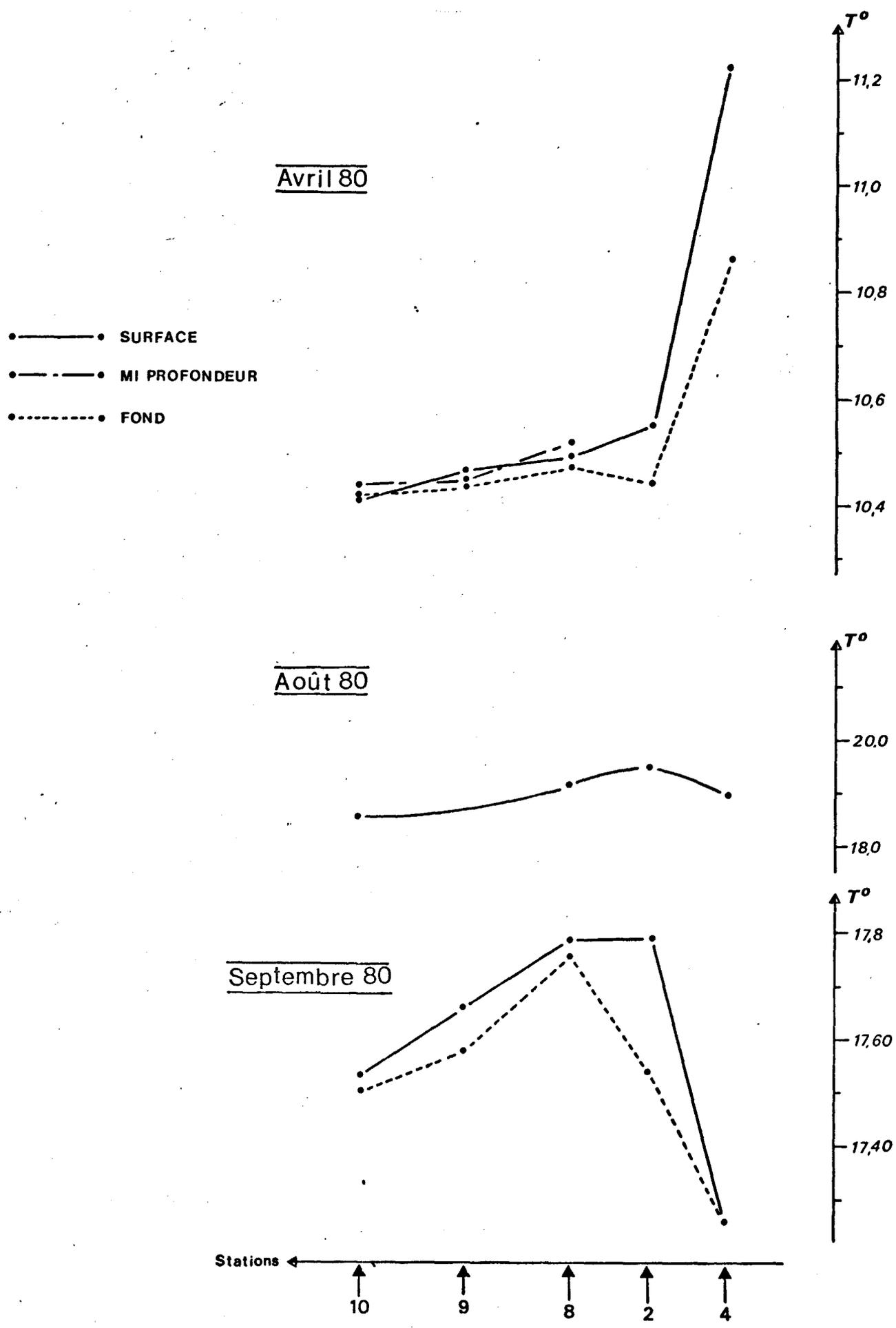


Fig.II.26.B Evolution des températures au cours des campagnes d'avril
août et septembre 1980, au niveau de la radiale R.B, dans
le Golfe Normano-Breton.

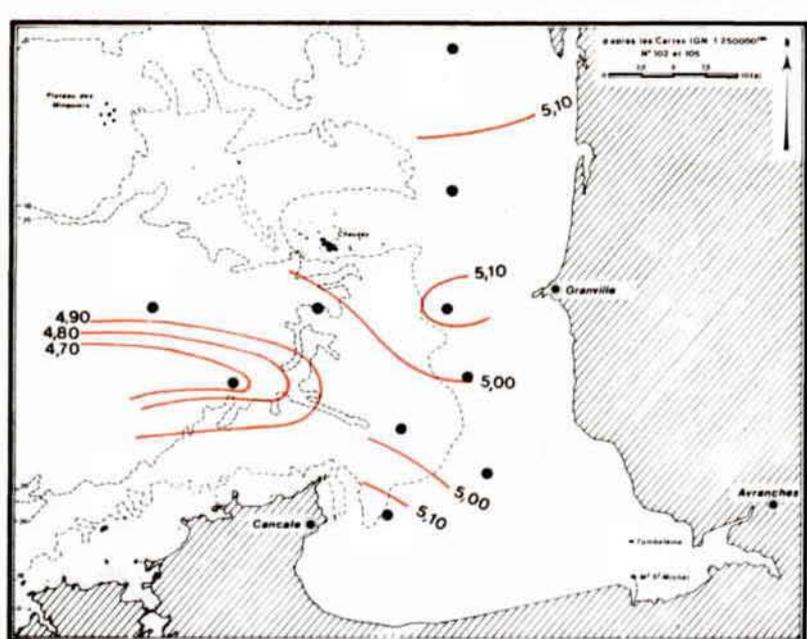
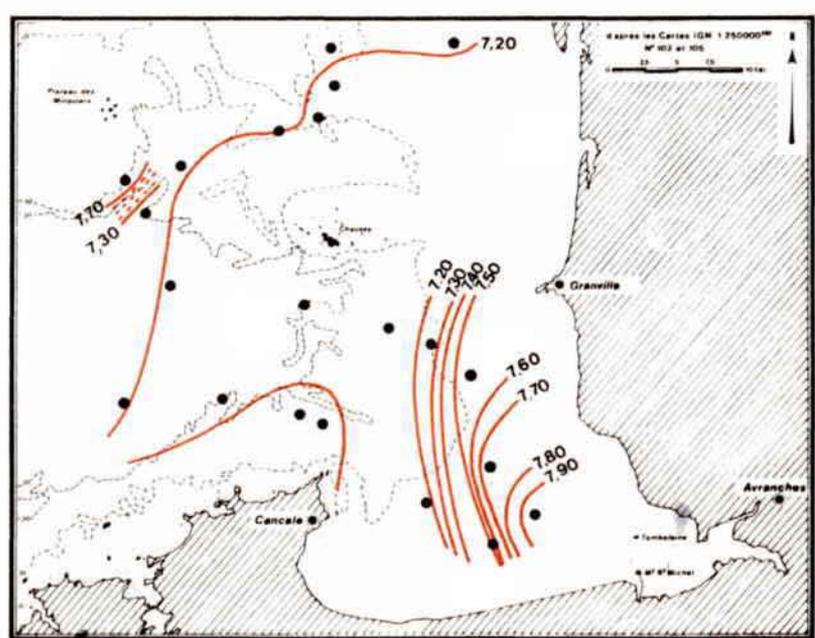
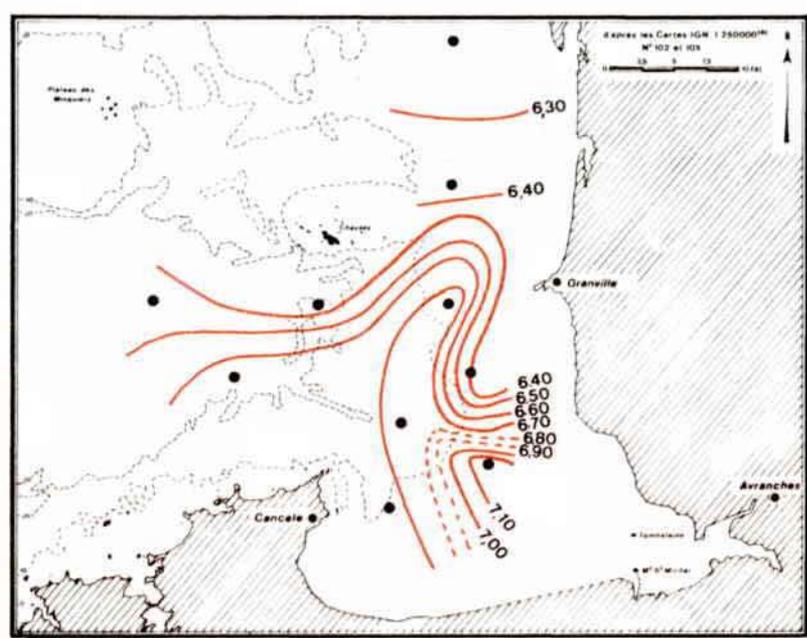


GOLFE NORMANO-BRETON

Fig.II.27.

VARIATIONS SPATIALES

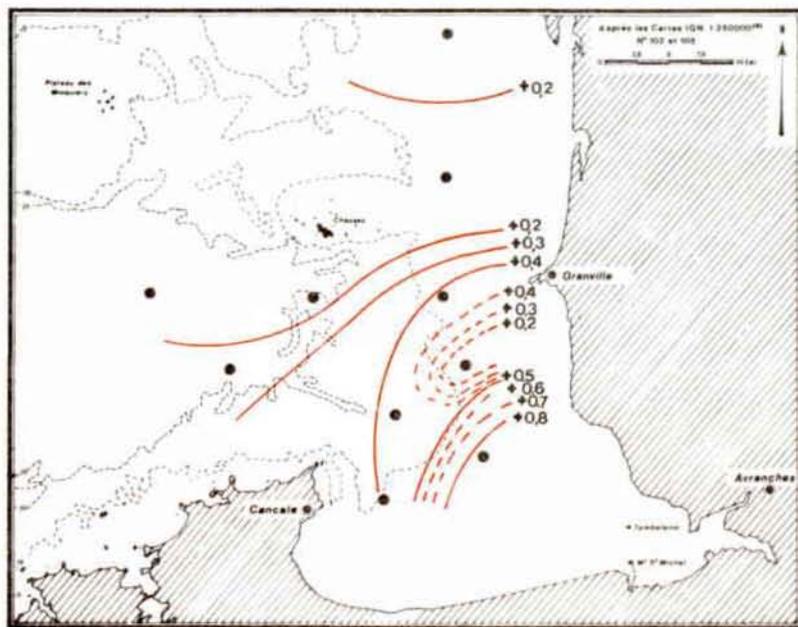
des concentrations d'oxygène (ml/l.)de surface.



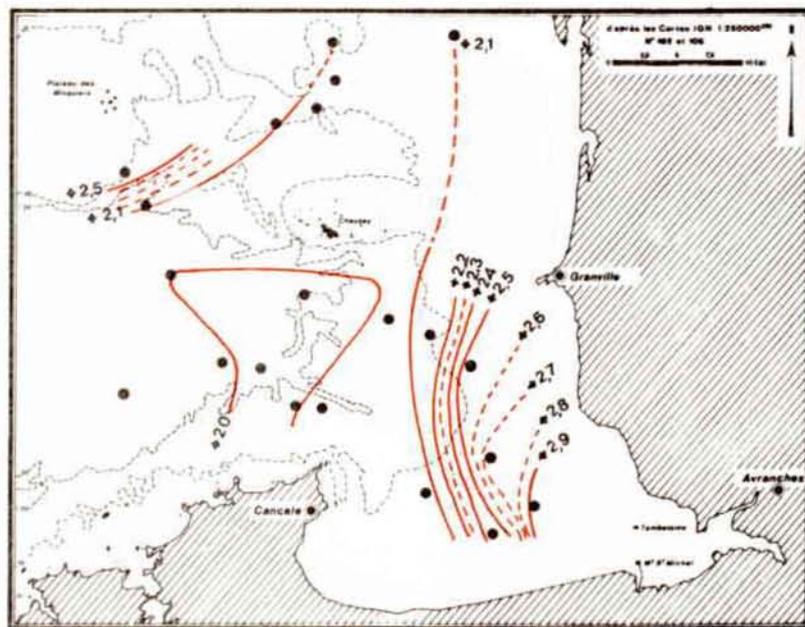
GOLFE NORMANO-BRETON

Fig. II.28.

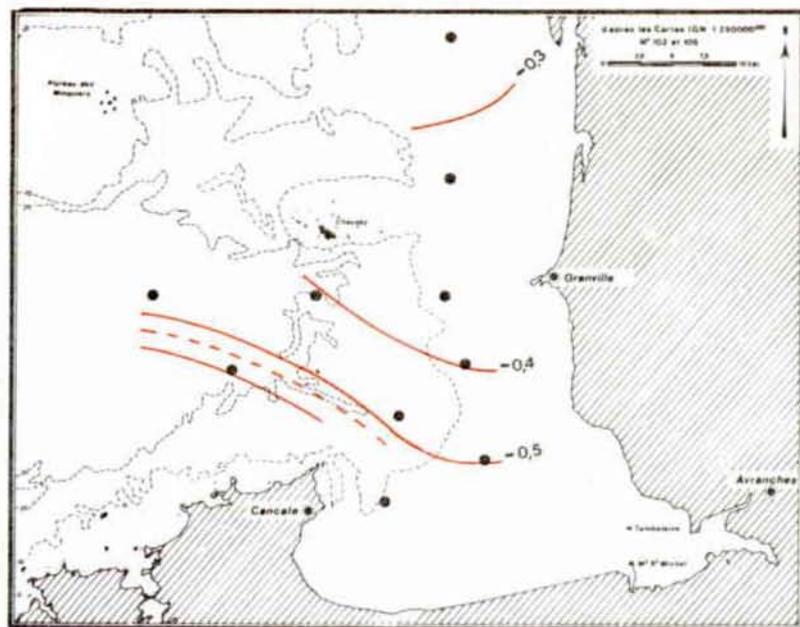
VARIATIONS SPATIALES du déficit apparent en oxygène, en surface.



← 25 AVRIL 1980



9,10,11 AOUT 1980 →



← 18,19 SEPTEMBRE 1980

5. MATIERES EN SUSPENSION, (Fig. II.29)

Aux mois d'avril et août, les matières en suspension vont en décroissant régulièrement du fond du Golfe vers le large.

Au mois de septembre la structure apparaît plus complexe.

Les graphiques de la figure II.30, présentent l'évolution des M.E.S d'une façon différente, montrant la turbidité plus élevée au point 4 au niveau du fond, et la dilution des M.E.S vers le large et dans les eaux de surface. Il faut cependant remarquer la remontée des M.E.S dans les eaux de surface, dans la zone des stations 5-6 ainsi que 8, 9 et 10 à certaines périodes. Ceci témoigne du mélange complexe des masses d'eaux avec, en permanence, le maximum au niveau des fonds faibles et de nature vaseuse. La finesse et la structure du sédiment dans le fond de la Baie, ainsi que l'importance des courants de flot par rapport à ceux du jusant font dire à R. MATHIEU (1966) "que le matériel apporté par la marée montante n'est pas repris lorsque la mer se retire". Ainsi, les matières en suspension sont apportées par la marée montante, et leur accumulation permanente constitue l'envasement de la baie du Mont St-Michel.

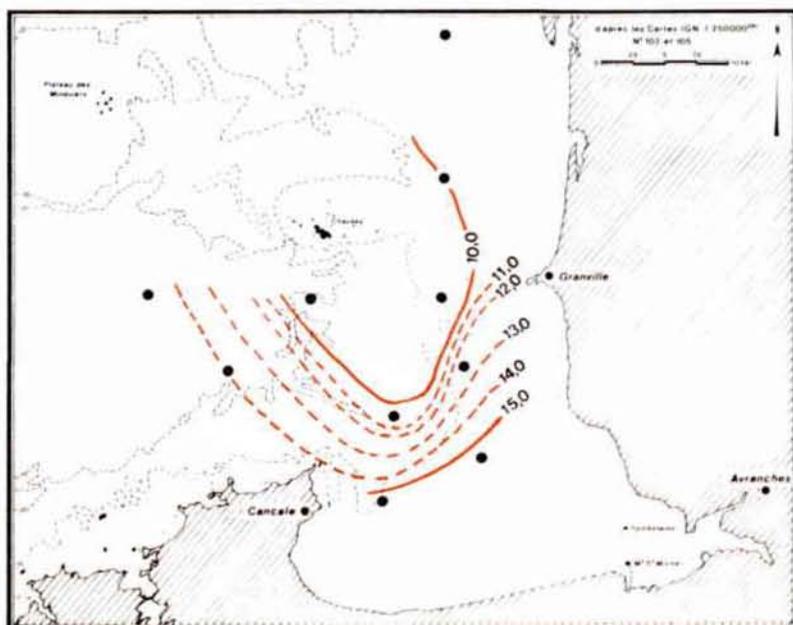
6. CONCLUSION

Les conclusions suivantes sont relatives essentiellement à la campagne effectuée au mois d'août.

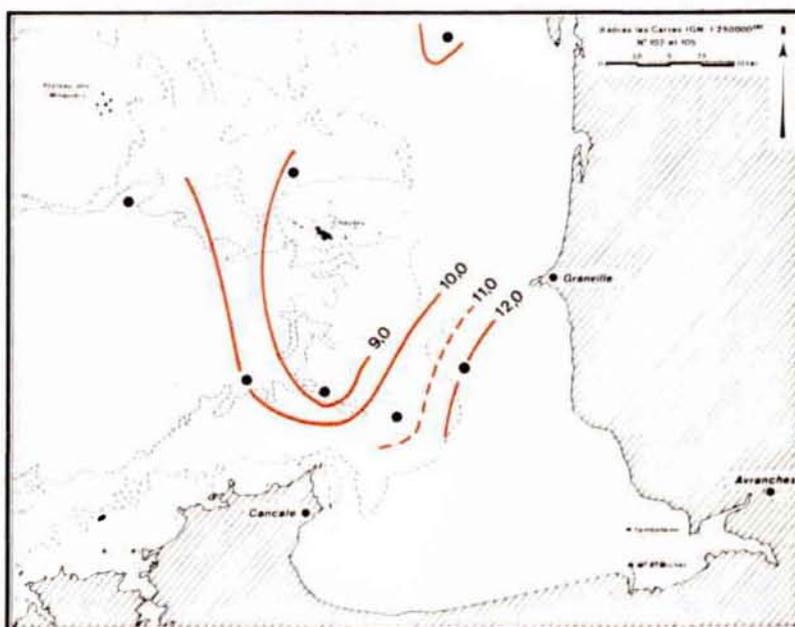
Le Golfe Normano-Breton présente les caractéristiques d'un carrefour entre plusieurs eaux :

- les eaux de la Manche Orientale ($T^{\circ} = 15,5^{\circ}$; $S \text{ ‰} = 34 \text{ à } 35 \text{ ‰}$)
au N-N-E,
- les eaux de la Manche Occidentale à l'Ouest ($T^{\circ} = 16^{\circ}$; $S \text{ ‰} > 35 \text{ ‰}$)
(Rapport EDF : Avant-Projet de Flamanville, 1976),
- les eaux plus sensibles aux conditions climatiques car moins profondes venues de la Baie du Mont St-Michel.

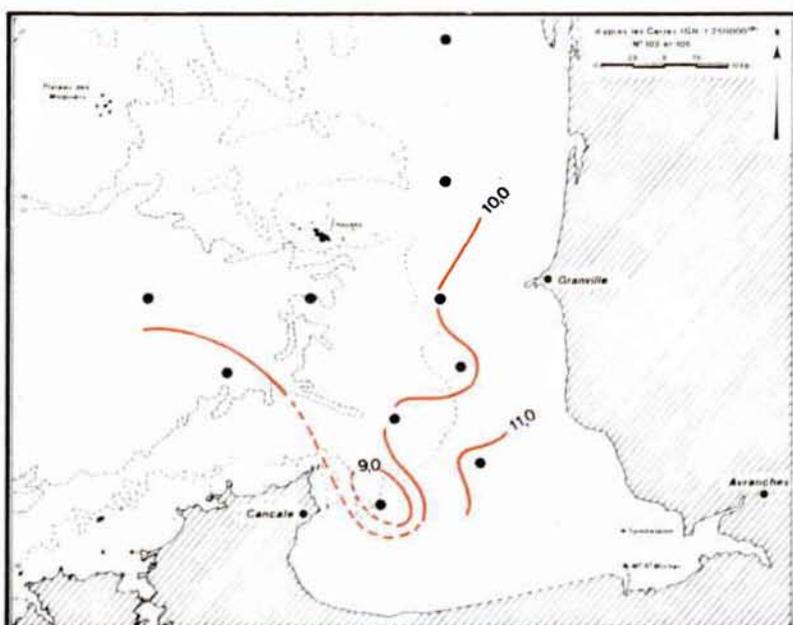
VARIATIONS SPATIALES des matières en suspension (mg/l.) en surface.



← 25 AVRIL 1980



9,10,11 AOUT 1980 →



← 18,19 SEPTEMBRE 1980

La richesse du milieu en sels nutritifs permet un enrichissement de l'eau en oxygène, produit par les organismes chlorophylliens. Le développement de ces derniers et leur broutage par la production planctonique secondaire, entraînent un appauvrissement en sels nutritifs accompagné d'une production d'ammoniaque. Puis, la reminéralisation de la matière organique produit une décroissance de la concentration en ammoniaque. L'élévation des concentrations en ammoniaque vers le large ne s'explique pas très bien ; des mesures plus nombreuses, effectuées au mois de mai 1981 apporteront d'autres informations.

Fig.II.30.A Evolution des matières en suspension au cours des campagnes d'avril, août et septembre 1980, au niveau de la radiale R.A, dans le Golfe Normano Breton.

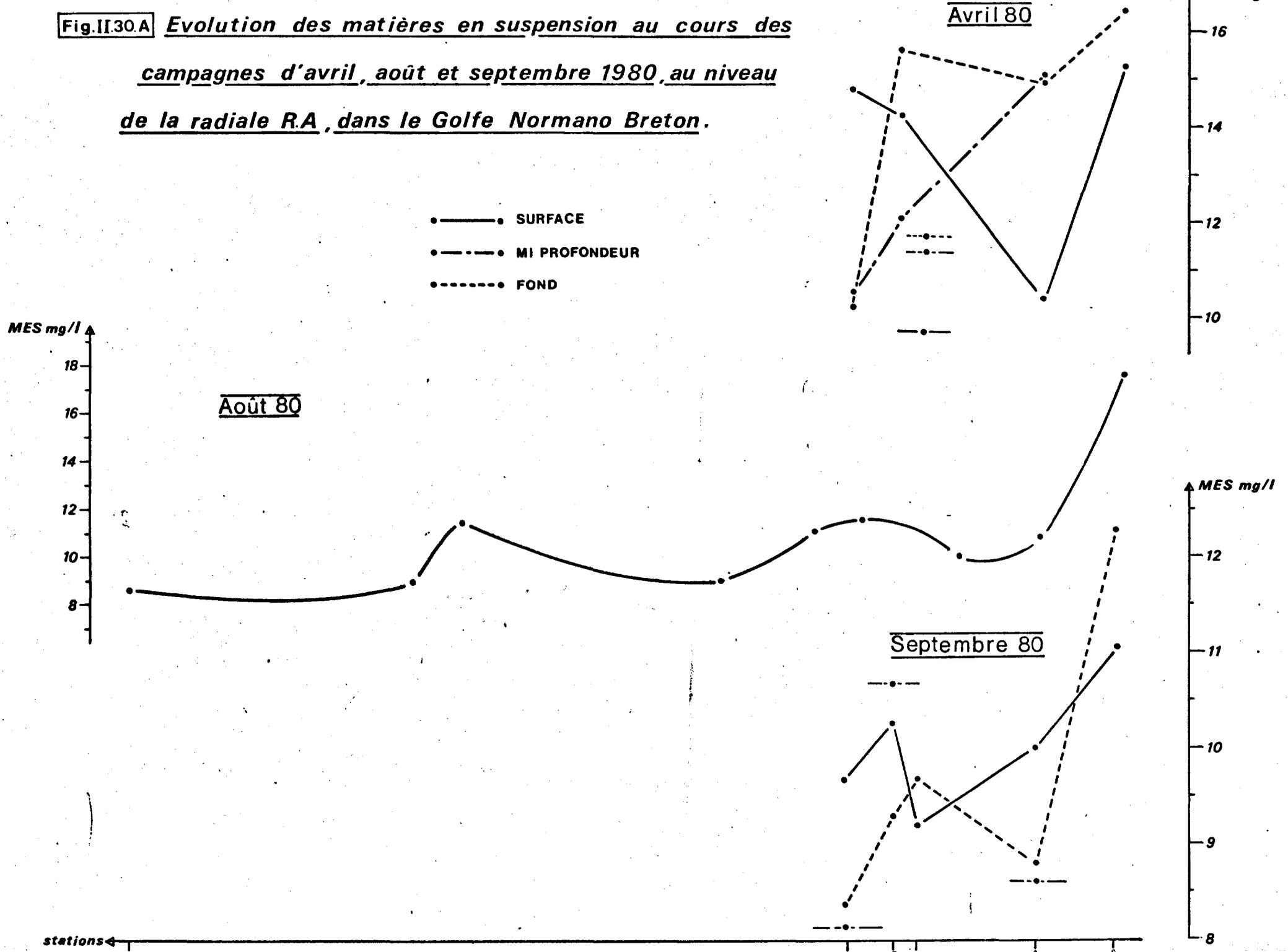
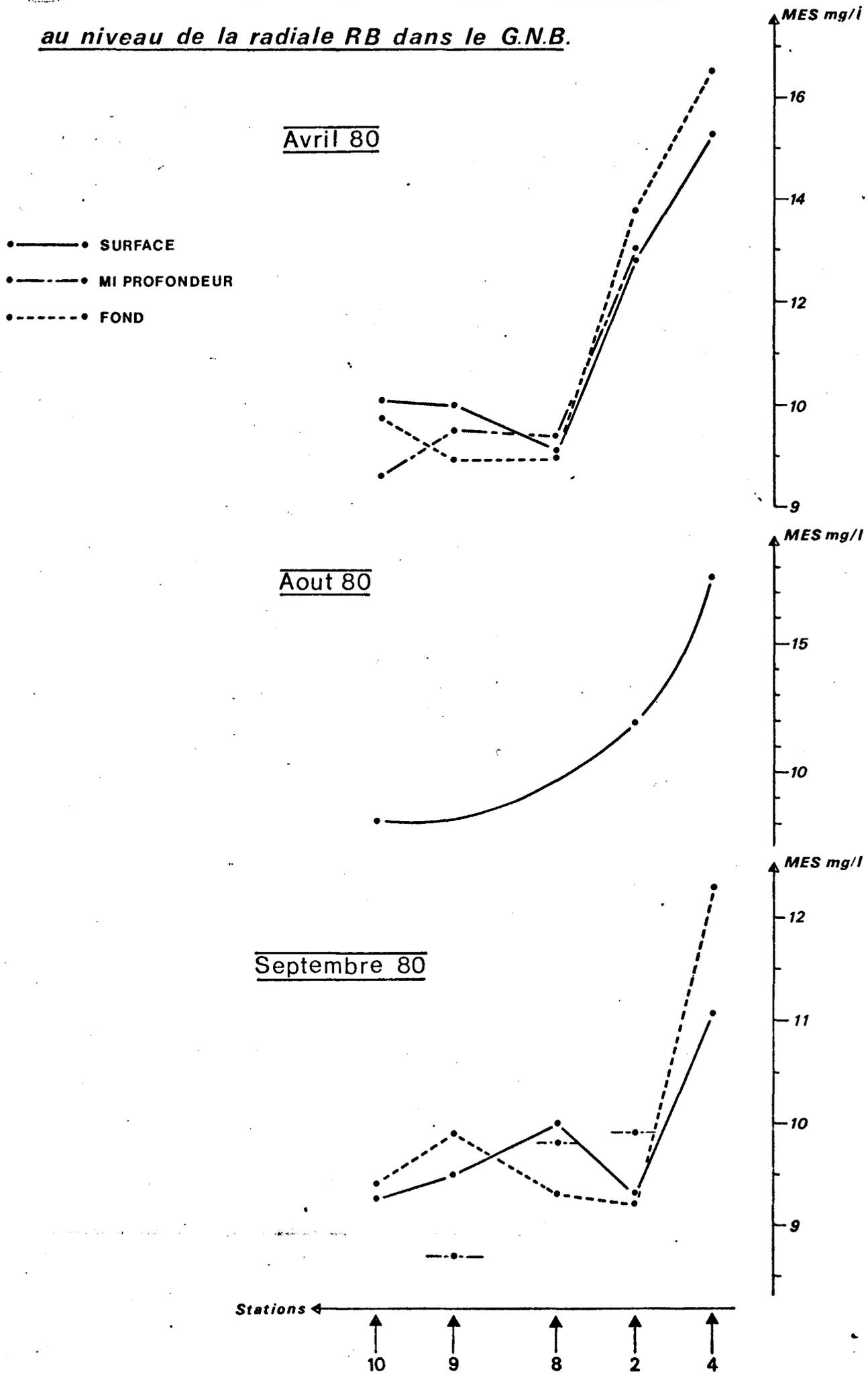


Fig.II.30B Evolution des matières en suspension au cours

des campagnes d'avril, août et septembre 1980

au niveau de la radiale RB dans le G.N.B.



Il en résulte, dans la région centrale, une eau de mélange, aux caractéristiques homogènes au point de vue températures (17 à 18° en août), salinités (34,78 ‰ en août), oxygène dissous (7,30 à 7,70 mg/l) et matières en suspension (8 à 10 mg/l). Cette homogénéité est assurée par des mouvements dus à plusieurs facteurs :

- l'action des courants de marée,
- l'influence des grands courants,
- aux débits d'eaux douces des réservoirs périphériques de la Baie du Mont Saint Michel (bilan moyen annuel des apports),
- l'action des vents.

Quelques zones secondaires particulières ont pu être définies :

- face à Carteret : zone de dessalure en août, avec diminution de l'oxygène dissous,
- entre les Minquiers et les Iles Chausey : forte oxygénation et température légèrement plus élevée,
- à l'est des Iles Chausey.

Enfin, les caractères suivants ont été dégagés à partir de l'ensemble des campagnes sur le site.

Au point de vue hydrologique la Baie du Mont Saint Michel illustre d'une manière quasi-parfaite l'évolution des caractéristiques d'eaux peu profondes, sous l'effet de leur dilution par des eaux d'origine plus marine.

Les salinités sont peu modifiées par les faibles apports d'eaux douces et au fond de la Baie les températures constituent le facteur déterminant pour caractériser les masses d'eaux.

BIBLIOGRAPHIE CHAPITRE II GNB

EDF/CNEXO, 1976, Etude écologique d'avant-projet sur le site de Flamanville.

LE CORRE P., TREGUER P., 1974, Contribution à l'étude de la matière organique dissoute et des sels nutritifs dans l'eau de mer. Caractéristiques chimiques du golfe de Gascogne et des upwellings côtiers de l'Afrique du Nord-Ouest.

MATHIEU R., 1966, Mise en évidence d'un faciès à affinités estuariennes dans un milieu marin franc. *Bull. de la Société géologique de Normandie des amis du Museum du Havre*, T56 : pp : 51-55.

CHAPITRE III - PHYTOPLANCTON

47

L'étude du phytoplancton du golfe normano-breton est abordée par les trois méthodologies classiques :

1. Evaluation de la biomasse chlorophyllienne.

Méthode fluorimétrique : fluorimètre TURNER modèle 111.

- Par dosage des pigments chlorophylliens (chloro a + phéo a) à partir de leur extraction dans l'acétone.
- Par mesure de la fluorescence de la chlorophylle a dans l'eau de mer à l'aide d'une porte à circulation continue.

2. Evaluation de la production primaire pélagique.

- Par la méthode au radio-carbone de STEEMAN-NIELSEN. Incubation de 4 h en lumière artificielle. Comptage de l'activité par scintillation liquide sur compteur INTERTECHNIQUE SL 30.

3. Dénombrement des organismes microplanctoniques.

- Fixation des échantillons au lugol acide. Comptage et détermination après sédimentation dans des cuves de 10 à 50 ml selon la méthode d'UTERMOHL. Observation des cellules au microscope inversé LEITZ WETZLAR.

Les mesures biologiques présentées tableau III.1, correspondent aux campagnes des mois d'avril, septembre, octobre et novembre 1980, décrites précédemment dans le chapitre hydrologie. Le déroulement des campagnes dites lourdes et légères est similaire, ainsi que la campagne "Hydrobios" du mois d'août.

Etant donné le nombre restreint des valeurs obtenues au cours des campagnes légères (octobre et novembre), nous ne tiendrons compte, lors de ce présent rapport, que des résultats acquis pendant les trois campagnes lourdes.

L'observation des résultats obtenus fait ressortir la structure spatiale des masses d'eau du golfe normano-breton tant sur la campagne "Hydrobios" qu'au long de l'année 1980.

I. STRUCTURE SPATIALE DES MASSES D'EAUX : DETERMINATION A L'AIDE DE LA CAMPAGNE "HYDROBIOS" (août 1980).

Les figures III.1, III.2, III.3, représentent les valeurs des trois paramètres biologiques.

- Les pointillés symbolisent le trajet du navire NOROIT, trajet au cours duquel les prélèvements de chlorophylle et de production primaire ont été effectués en surface toutes les heures.
- En parallèle, une analyse en continu de la chlorophylle s'est déroulée, mais seuls les résultats des dosages des pigments chlorophylliens ont été reportés sur la figure III.1.
- Les prélèvements phytoplanctoniques ne correspondent pas aux prélèvements hydrobiologiques effectués toutes les heures, mais à des points qui pour certains sont ceux des campagnes lourdes et légères (points 10, 2, 1 et 4).

1. Structure spatiale des paramètres quantitatifs.

La corrélation des paramètres biologiques et hydrologiques est évidente notamment pour l'oxygène dissous (fig. II.15) avec :

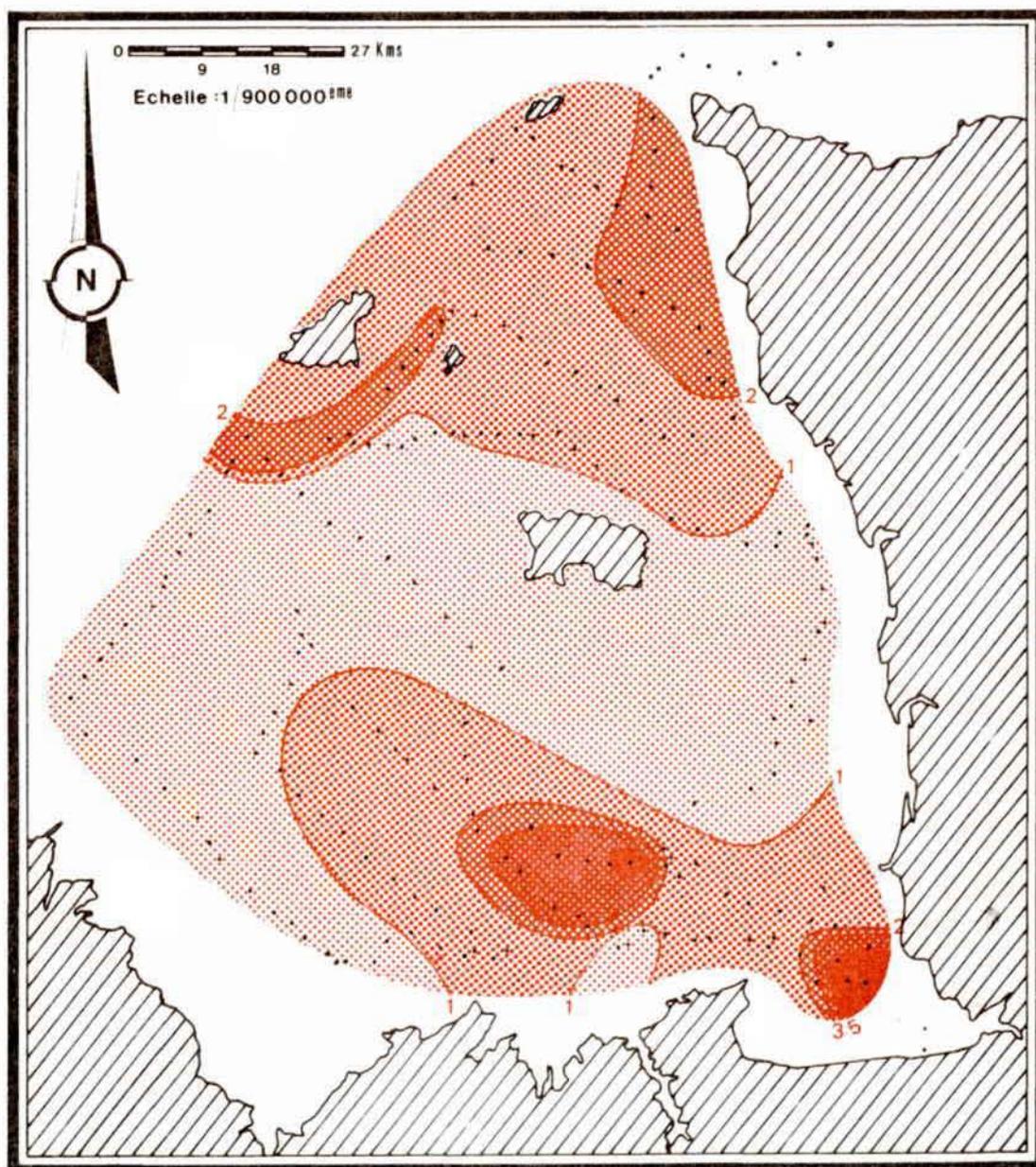
- des valeurs les plus élevées au fond de la baie du Mont St Michel.
- des zones riches, preuves d'une bonne activité photosynthétique comme :
 - * de l'Ile d'Aurigny au Cap de Flamanville
 - * au Sud-Ouest de l'Ile de Guernesey
 - * au Sud du plateau des Minquiers : zone d'accumulation due à un effet tourbillonnaire de courants ?
- une zone pauvre au large de Cancale et de St-Malo. Une hypothèse peut être émise : l'influence de la Rance, qui par un phénomène de chasse (forts courants) et de pollution, appauvrit cette zone.

GOLFE NORMANO-BRETON

Fig. III 1

VARIATIONS SPATIALES
DE LA CHLOROPHYLLE (mg/m^3)
EN SURFACE

AOUT 1980

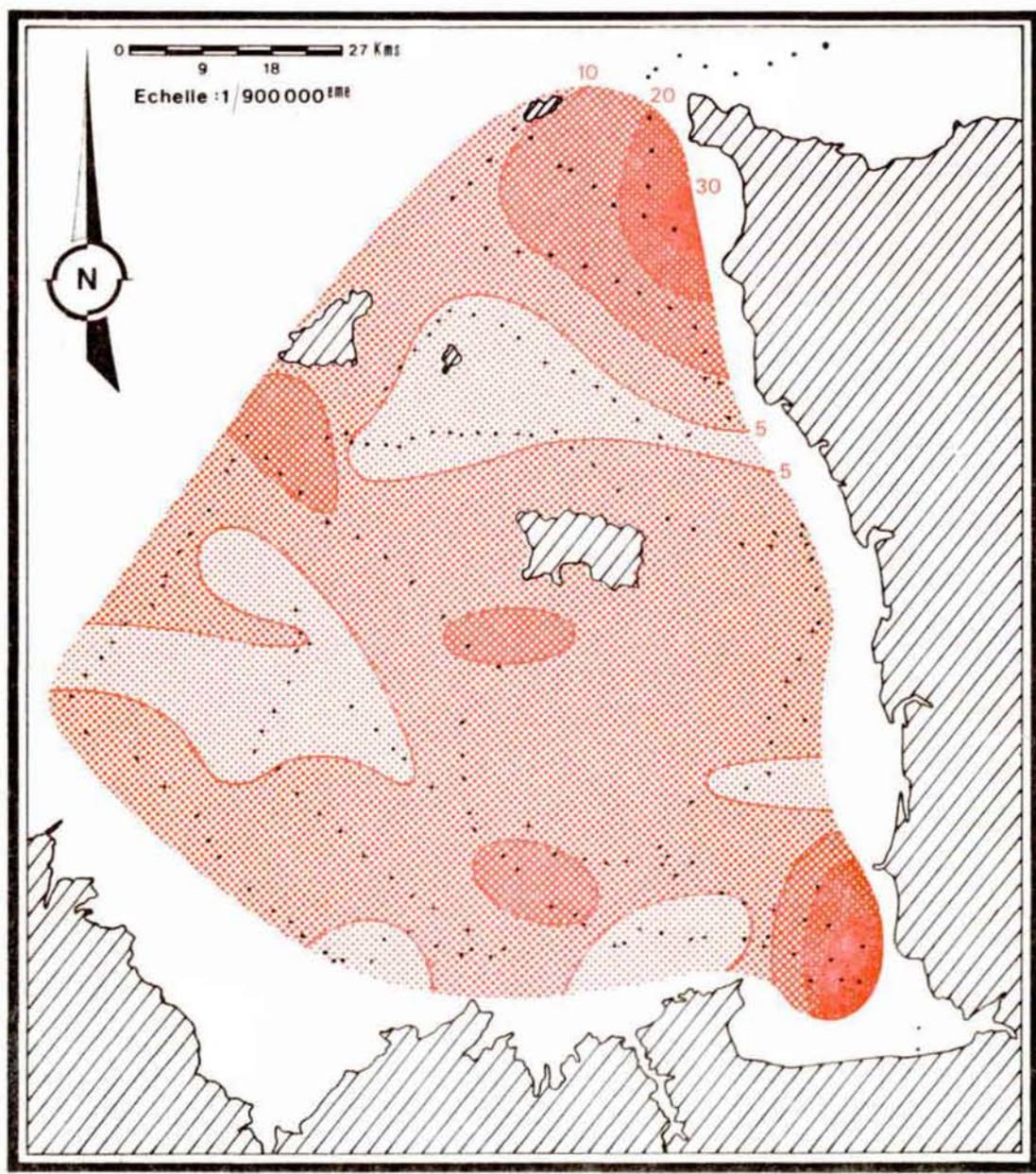


GOLFE NORMANO-BRETON

Fig. III 2

VARIATIONS SPATIALES
DE LA PRODUCTION PRIMAIRE (mg c/m³/h)
EN SURFACE

AOUT 1980

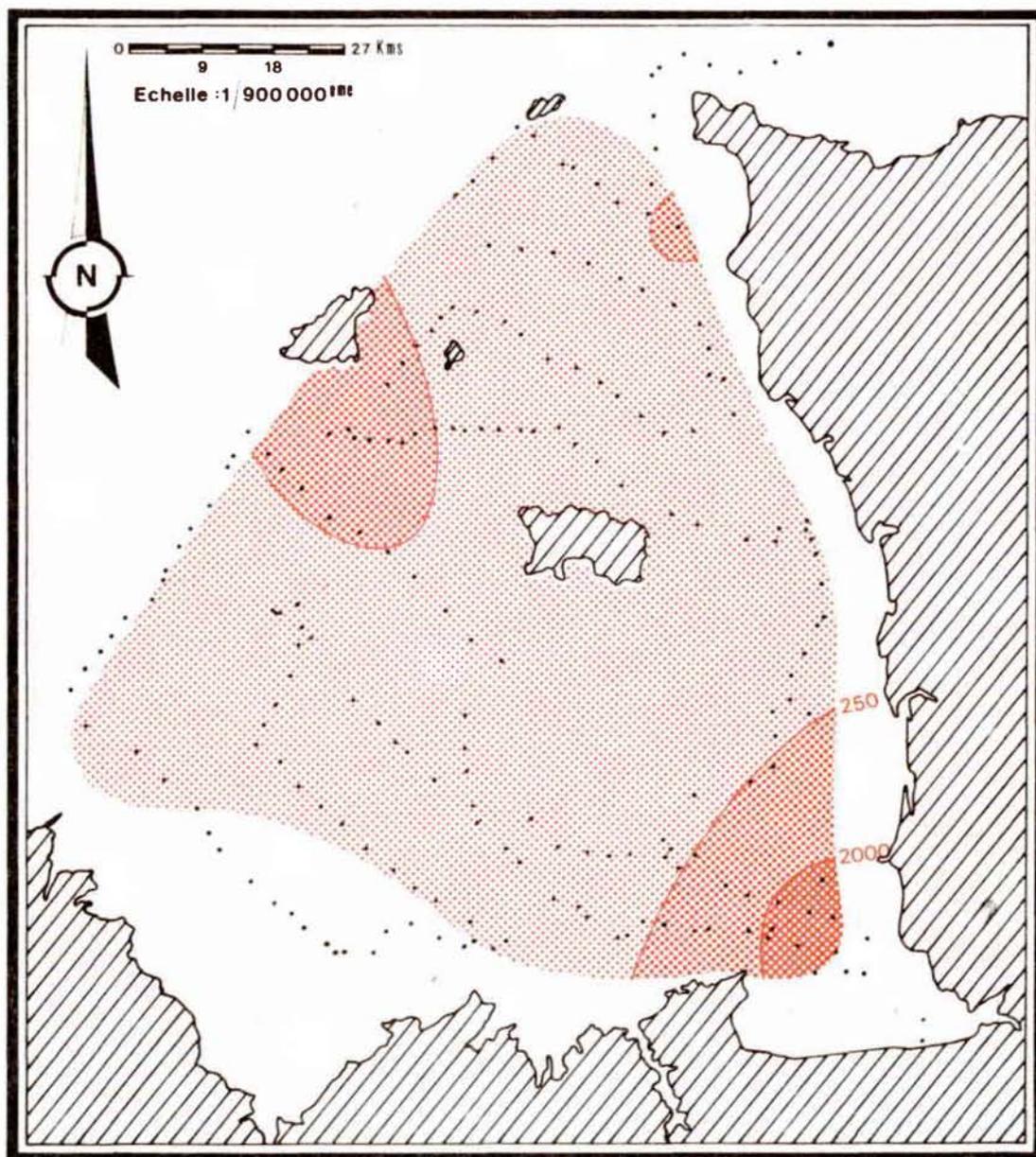


GOLFE NORMANO-BRETON

Fig. III 3

VARIATIONS SPATIALES
DU MICROPLANCTON (nb. cel./cm³)
EN SURFACE

AOUT 1980



Zones relevées	Chloro a mg/m ³	P. primaire mgC/m ³ /h	Microplancton nbre cell/cm ³	O ₂ dissous ml/l (Winckler)
Baie du Mont St Michel	5	36	5684	5,7
De l'Ile d'Aurigny au Cap de Flamanville	2 - 3	10 - 30	250	5,6
Sud-Ouest de l'Ile de Guernesey	2 - 2,7	> 10	250 - 470	5,7
Sud du plateau des Minquiers	2 - 5,6	> 10	aucun prélèvement	5,6
De Cancale à St Malo	< 1	< 5	< 2,50	4,7

Un fait est à noter quant à la richesse des zones de la baie du Mont St Michel et du Cap de Flamanville : les valeurs biologiques (chlorophylle a et P. primaire) sont comparables, mais cette similitude s'estompe quand on tient compte de l'abondance microplanctonique (20 fois plus élevée dans le fond de la baie).

Les cellules très nombreuses, mais peu productives correspondent à l'espèce *Leptocylindrus minimum*, espèce certainement en mauvais état physiologique comme l'indique le pourcentage de chlorophylle active : 52 - 58 %. Devant le Cap de Flamanville on relève un pourcentage de 78 % dû, à une autre espèce au potentiel productif plus élevé : *Rhizosolenia delicatula*.

2. Structure spatiale des espèces phytoplanctoniques.

En étudiant le microplancton d'un point de vue qualitatif (fig. III.3 et fig. III.7) on constate que quatre genres ou espèces constituent la majorité des organismes durant cette campagne d'août.

- L'espèce *Leptocylindrus minimum* très néritique, abondante au fond de la baie jusqu'à 78,8 % de dominance.
- Le genre *Rhizosolenia* avec les espèces *Rh. shrubsolei*, *Rh. stouterfothii* et surtout *Rh. delicatula* qui prédomine devant le Cap de Flamanville (70 % de dominance).

- L'espèce *Thalassiosira gravida*, rencontrée plus au large.
- Le genre *Chaetoceros*, plus océanique, composé essentiellement de *Ch. curvisetum* qui prédomine à 77 % au Sud de Guernesey.

II. VARIATIONS DES STRUCTURES SPATIALES DES MASSES D'EAUX : comparaison de la répartition des eaux aux mois d'avril, août et septembre 1980 dans la baie du Mont St Michel.

Les trois figures III.4, III.5 et III.6 synthétisent l'évolution des variations spatiales des différents paramètres biologiques.

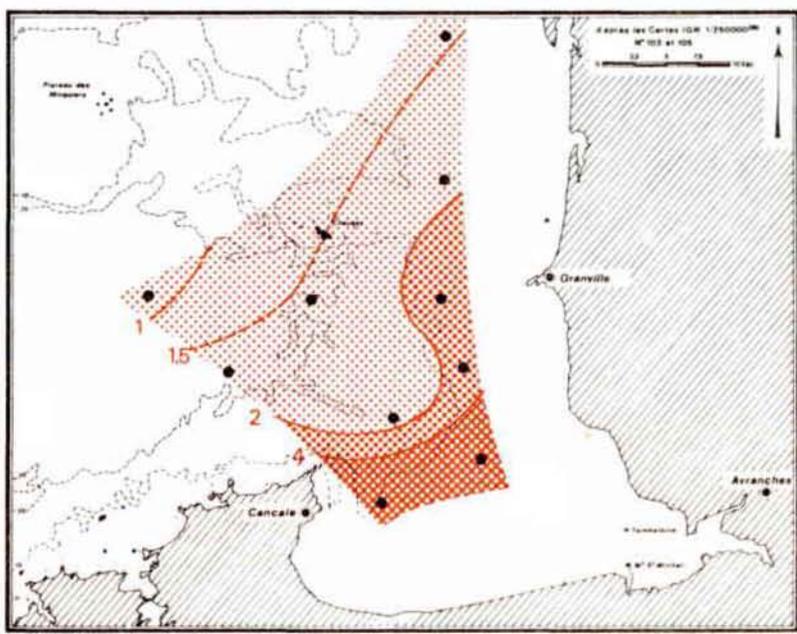
Les trois niveaux, des différents points analysés, subissant le même évolution, nous avons cru justifiable de ne retenir que les prélèvements de surface.

1. Evolution des variations spatiales de la chlorophylle, de la production primaire et du microplancton.

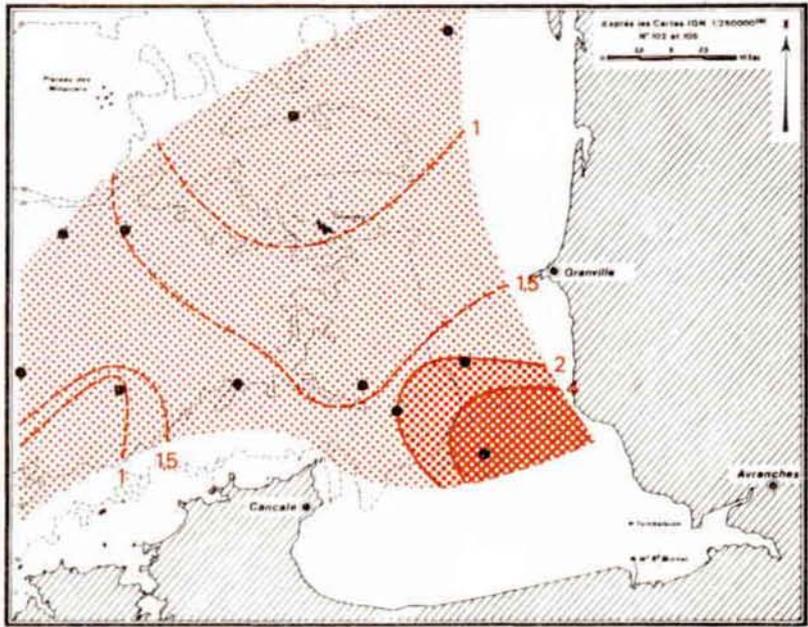
- En avril, une même langue des valeurs les plus faibles, englobe les points les plus au large. De fortes relations sont remarquées entre les trois paramètres quantitatifs ; la corrélation la plus significative est celle entre la production primaire (y) et la chlorophylle (x) ($y = 7.495 x - 3,09$; $r = 0,96$).
- Le mois le plus productif est avril, avec comme valeurs extrêmes :
 - * chlorophylle a : $7,8 \text{ mg/m}^3$
 - * production primaire : $52,2 \text{ mg C/m}^3/\text{h}$
 - * microplancton : $4645 \text{ cellules/cm}^3$
- L'abondance des organismes phytoplanctoniques d'août est élevée (5684 cell./cm^3) mais comme il a été dit précédemment, les cellules sont en mauvais état physiologique (58 % de chlorophylle a active). La chlorophylle est plus active au large, au Nord-Ouest des Iles Chausey (80 - 88 %).

Un gradient décroissant de la baie du Mont St Michel vers le large, selon un axe NW-SE est donc évident pour l'ensemble des trois paramètres. Ce gradient est permanent dans le temps, avec un étalement des valeurs extrêmes qui s'amenuisent en septembre.

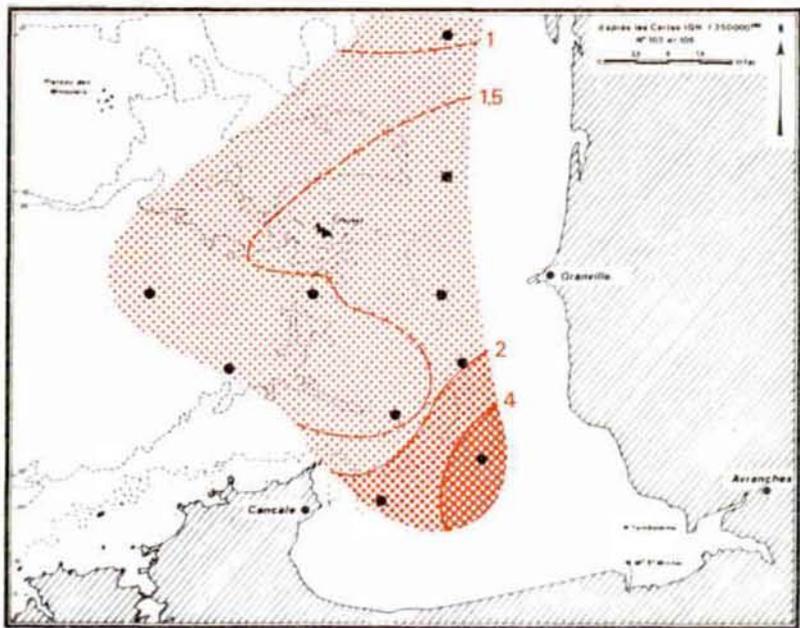
VARIATIONS SPATIALES
DE LA CHLOROPHYLLE (mg/m³)
EN SURFACE



← 25 AVRIL 1980

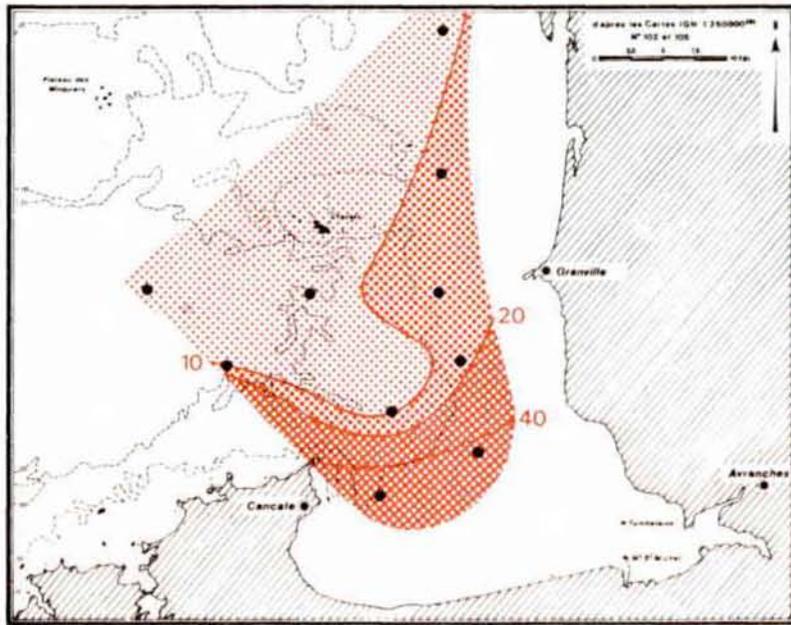


9,10,11 AOUT 1980 →



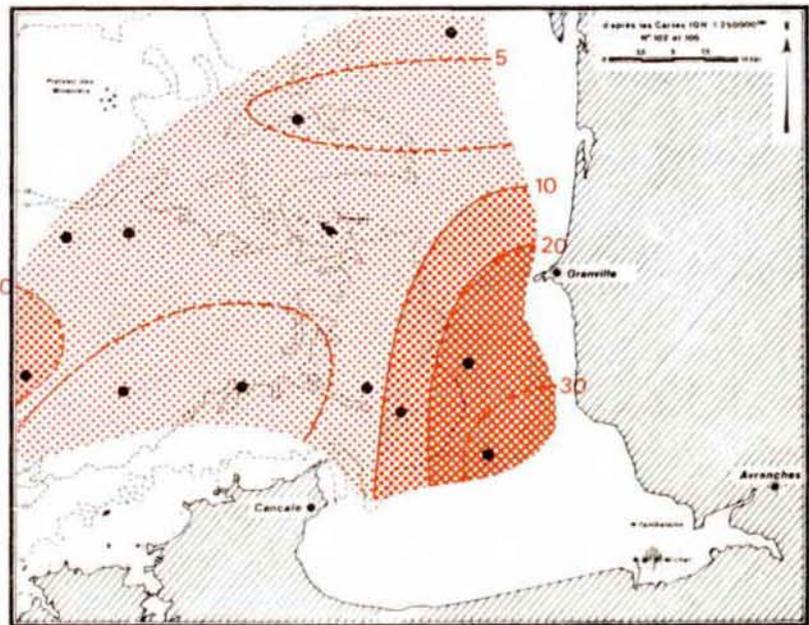
← 18,19 SEPTEMBRE 1980

VARIATIONS SPATIALES
DE LA PRODUCTION PRIMAIRE (mg c/m³/h)
EN SURFACE

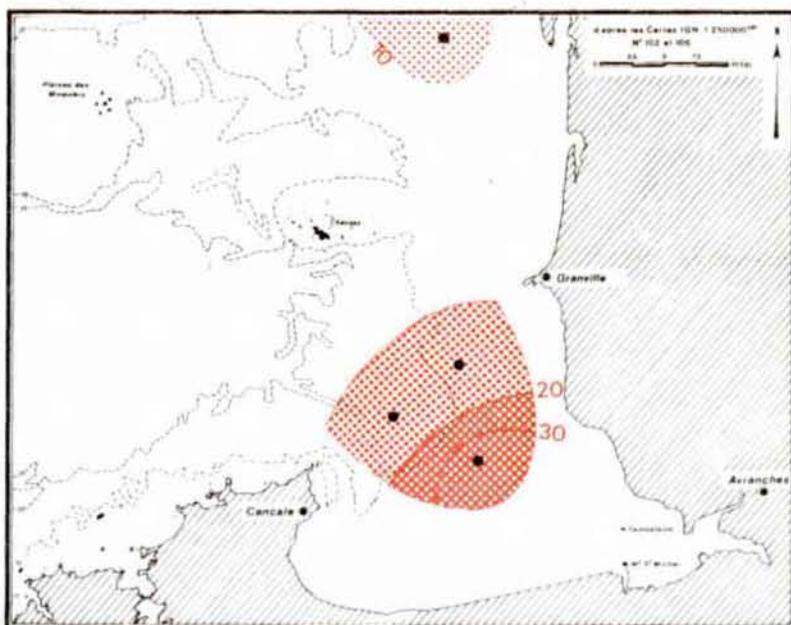


← 25 AVRIL 1980

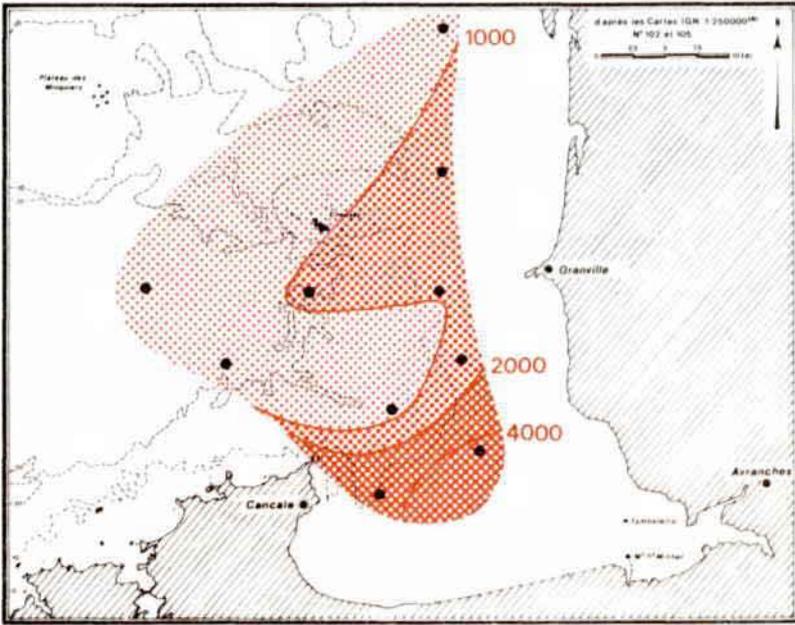
9,10,11 AOUT 1980 →



← 18,19 SEPTEMBRE 1980

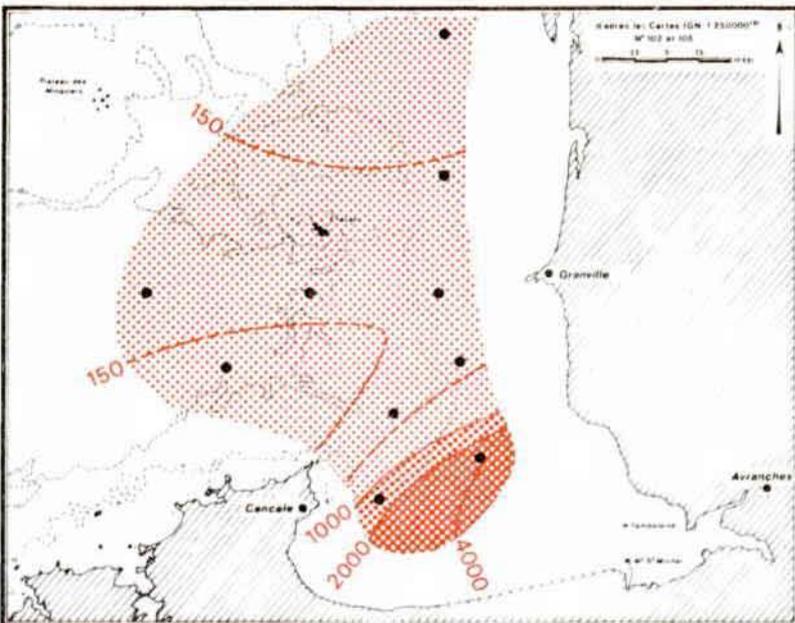
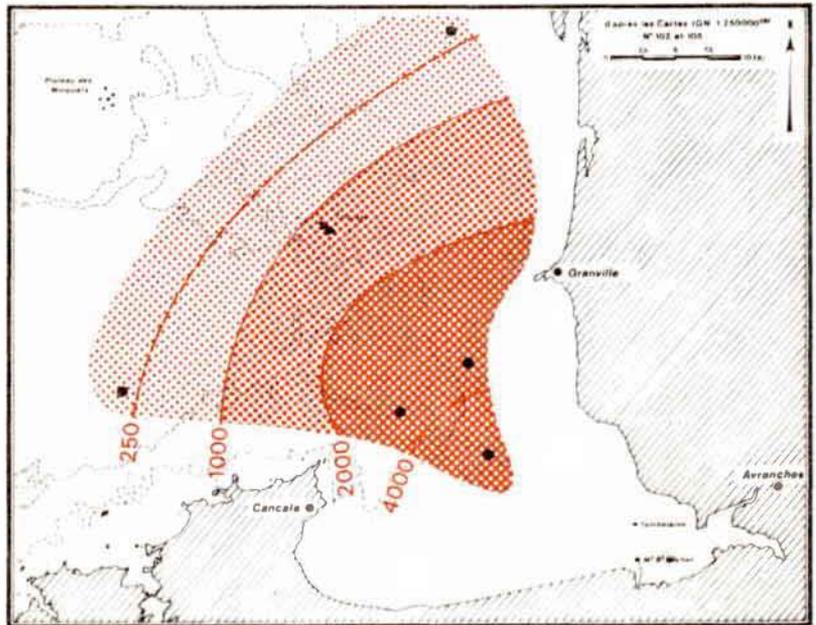


VARIATIONS SPATIALES
DU MICROPLANCTON (nb. cel./cm³)
EN SURFACE



← 25 AVRIL 1980

→ 9,10,11 AOUT 1980



← 18,19 SEPTEMBRE 1980

2. Evolution des variations spatiales des espèces phytoplanctoniques (fig. III.6 et fig. III.7).

Dans les eaux tempérées du golfe normano-breton l'inventaire des populations phytoplanctoniques a permis de recenser 80 taxons (voir liste taxonomique page suivante) répartis en plusieurs groupes. Un groupe domine l'ensemble : les Bacillariophyceae (ou Diatomées), de 85,1 % à 99,8 %. Les Dinophyceae (ou Dinoflagellés), par contre, sont peu représentés : de 0 à 3,6 %. Les autres groupes tels : les Silicoflagellateae, les Chlorophyceae, les Chrysophyceae, les Euglenophyceae et les Cyanophyceae complètent la flore du golfe.

a) En avril :

Parmi la forte diversité taxonomique, des espèces se montrent plus "néritiques" que d'autres, telles *Nitzschia delicatissima*, *Leptocylindrus minimum* et *Skeletonema costatum*. (Ces deux dernières espèces ont été regroupées lors de cette campagne, leur détermination s'étant avérée fort délicate).

- *Nitzschia delicatissima* se localise selon un axe Nord-Sud côtier.
- *Leptocylindrus minimum* et *Skeletonema costatum*, au fond de la baie du Mont St Michel.

Certaines espèces paraissent plus océaniques telle *Navicula pelagica*.

b) En août :

Concentration de *Leptocylindrus minimum* au fond de la baie du Mont St Michel (66,7 à 78,8 %).

c) En septembre :

Comme en août, prédominance de l'espèce *Leptocylindrus minimum* (96 %) et apparition de *Nitzschia closterium* (46 %) et *Rhizosolenia stolterfothii* (37 %).

Très peu d'espèces caractéristiques de la flore d'eau douce ont été dénombrées, exceptées *Diatoma* sp. et une Chlorophycée (baptisées sp.6).

CONCLUSION.

Ainsi, globalement, le peuplement phytoplanctonique du site du golfe normanno-breton composé approximativement d'une centaine d'espèces se localise selon un gradient décroissant de la baie vers le large (axe NW-SE). La permanence de ce gradient dans le temps fait ressortir la stabilité de l'espèce dominante *Leptocylindrus minimum* au fond de la baie.

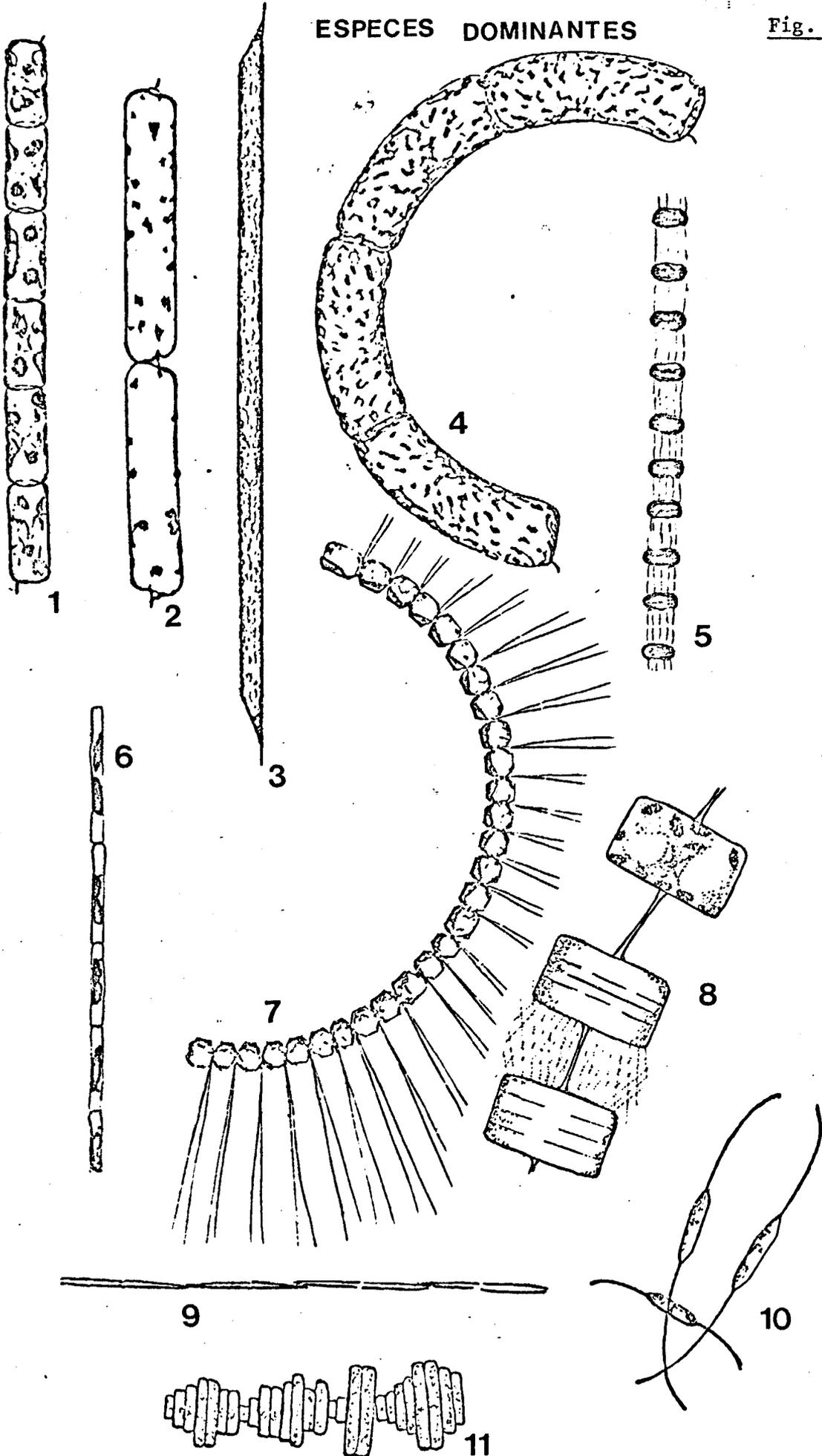
Dans la limite de l'étude, il semble que la baie du Mont St Michel présente une moins grande diversité dans la succession saisonnière phytoplanctonique par rapport aux sites voisins étudiés : Flamanville (rapport CNEOXO, 1979) et Roscoff (J.R. GRALL, 1972). Le stock d'espèces rencontrées reste cependant comparable.

La durée de l'étude ne permet pas de préciser si la présence constante de *Leptocylindrus minimum* est une particularité de l'année 1980 ou une caractéristique du site.

BIBLIOGRAPHIE

- ERARD E., 1979, in CNEOXO (ELGMM) : étude écologique de Flamanville : pp. 53-114.
- GRALL J.R., 1972, Relation entre la production organique et la structure des communautés phytoplanctoniques à Roscoff (thèse).
- LORENZEN C.J., 1966, A method for the continuous measurement of in vivo chlorophyll concentration. *Deep Sea Res.* 13 : pp. 223-227.
- STEEMANN-NIELSEN E., 1952. The use of radioactive carbon (C^{14}) for measuring organic production in the sea. *J. Cons. perm. int. Explor. mer.* 18 : pp. 117-140.
- UTERMOHL H., 1958. Zur Vervollkommung der quantitativen Phytoplankton - Methodik. *Mitt. int. Verein. Limnol.* 9 : pp. 1-38.

ESPECES DOMINANTES



1. *Rhizosolenia delicatula* , Cleve, d'après Drebes 1974.
2. *Rhizosolenia fragilissima*, Bergon, d'après Drebes 1974.
3. *Rhizosolenia shrubsolei*, Cleve, d'après Drebes 1974.
4. *Rhizosolenia stolterfothii*, H. Peragallo, d'après Drebes 1974.
5. *Skeletonema costatum*, Greville, d'après Drebes 1974.
6. *Leptocylindrus minimum*, Gran, d'après Drebes 1974.
7. *Chaetoceros curvisetum*, Cleve, d'après Drebes 1974.
8. *Thalassiosira gravida*, Cleve, d'après Hendey 1964.
9. *Nitzschia delicatissima*, Cleve, d'après Drebes 1974.
10. *Nitzschia closterium* (Ehr), Wm. Smith, d'après Hendey 1964.
11. *Navicula pelagica*, Cleve, d'après Hendey 1964.

GOLFE NORMANO-BRETONLISTE DES TAXONS PHYTOPLANCTONIQUESBACILLARIOPHYCEAECENTRALES

<i>Actinoptychus senarius</i>	Ehrenberg
<i>Bellerochea malleus</i>	(Brightwell) Heurck
<i>Biddulphia alternans</i>	(Bail) Van Heurck
<i>Biddulphia aurita</i>	(Lyngbye) de Brebisson
<i>Cerataulina pelagica</i>	Cleve (Hendey)
<i>Chaetoceros</i> sp.	Ehrenberg
<i>Chaetoceros compressum</i>	Lauder
<i>Chaetoceros curvisetum</i>	Cleve
<i>Chaetoceros danicum</i>	Cleve
<i>Chaetoceros diadema</i>	(Ehrenberg) Gran
<i>Chaetoceros didymum</i>	Ehrenberg
<i>Chaetoceros eibeni</i>	(Grunow) Meunier
<i>Chaetoceros gracile</i>	Schütt
<i>Chaetoceros ingolfianum</i>	Ostenfeld
<i>Chaetoceros perpussillum</i>	Cleve
<i>Chaetoceros simile</i>	Cleve
<i>Chaetoceros sociale</i>	Lauder
<i>Chaetoceros subtile</i>	Cleve
<i>Chaetoceros teres</i>	Cleve
<i>Chaetoceros</i> sp. 1	
<i>Chaetoceros</i> sp. 2	
<i>Coscinodiscus</i> sp.	Ehrenberg
<i>Ditylum brightwellii</i>	(T. West) Gran ex Van Heurck
<i>Guinardia flaccida</i>	(Castracane) Peragallo
<i>Leptocylindrus danicum</i>	Cleve
<i>Leptocylindrus minimum</i>	Gran
<i>Lithodesmium undulatum</i>	Ehrenberg

<i>Paralia sulcata</i>	(Ehrenberg) Cleve
<i>Rhizosolenia alata</i>	Brightwell
<i>Rhizosolenia delicatula</i>	Cleve
<i>Rhizosolenia fragilissima</i>	Bergon
<i>Rhizosolenia pungens</i>	Cleve
<i>Rhizosolenia setigera</i>	Brightwell
<i>Rhizosolenia shrubsolei</i>	Cleve
<i>Rhizosolenia stouterfothii</i>	H. Peragallo
<i>Schroderella delicatula</i>	Peragallo (Pavillard)
<i>Skeletonema costatum</i>	Greville
<i>Thalassiosira</i> sp.	Cleve
<i>Thalassiosira decipiens</i>	(Gran ex Van Heurck) Jorgensen
<i>Thalassiosira gravida</i>	Cleve
<i>Thalassiosira levanderi</i>	Goor
<i>Thalassiosira rotula</i>	Meunier

PENNALES

<i>Asterionella japonica</i>	Cleve & Müller ex. Gran
<i>Asterionella kariana</i>	Grunow
<i>Diatoma</i> sp.	Kützing
<i>Fragilaria</i> sp.	Lyngbye
<i>Gyrosigma</i> sp.	Hassal
<i>Navicula</i> sp.	Bory
<i>Navicula pelagica</i>	Cleve
<i>Nitzschia</i> sp.	Hassal
<i>Nitzschia closterium</i>	(Ehrenberg) Wm. Smith
<i>Nitzschia delicatissima</i>	Cleve
<i>Nitzschia seriata</i>	Cleve
<i>Nitzschia</i> sp. 1	
<i>Plagiogramma</i> sp.	Greville
<i>Pleurosigma</i> sp.	Wm. Smith
<i>Rhaphoneis surirella</i>	(Ehrenberg) Grunow
<i>Thalassionema nitzschioides</i>	Hustedt

DINOPHYCEAE

Dinoflagellé indéterminé	
Dinoflagellé indéterminé (sp. 2)	.
<i>Dinophysis</i> sp.	Ehrenberg
<i>Gymnodinium</i> sp.	Stein
<i>Gymnodinium lohmanni</i>	Paulsen
<i>Gyrodinium</i> sp.	Kof. u. Swezy
<i>Gyrodinium aureolum</i>	Hulburt
<i>Minuscula bipes</i>	Lebour
<i>Peridinium</i> sp.	Ehrenberg
<i>Peridinium pyriforme</i>	Paulsen
<i>Prorocentrum micans</i>	Ehrenberg
<i>Pronoctiluca</i> sp. 2	
<i>Torodinium robustum</i>	Kof. u. Swezy
<i>Heterocapsa triquetra</i>	(Ehrenberg) Grunow

SILICOFLAGELLATEAE

<i>Dictyocha speculum</i>	(Ehrenberg) Haeckel
---------------------------	---------------------

CHLOROPHYCEAE

<i>Ankistrodesmus</i> sp.
Chlorophycée indéterminée
Chlorophycée sp. 6

CHRYSOPHYCEAE

Chrysophycée indéterminée

EUGLENOPHYCEAE

Euglene indéterminé

CYANOPHYCEAE

Cyanophycée indéterminée

CILIES

Tintinnides, etc...

NANOPLANCTON

Cryptophycés, Gymmodinés, etc...

CELLULES INDETERMINEES

Cellules centriques

Cellules pennées

TABLEAU III.1 : GOLFE NORMANO-BRETON - PHYTOPLANCTON - RESULTATS QUANTITATIFS

Date	Paramètres	Profondeurs	Points des prélèvements											
			1	2	4	10	5	16	3	6	7	8	9	11
25. IV. 80	Chloro. mg/m ³	surface	1,27	2,44	7,2	1,52	1,9		6,18	0,78	1,55	2,27	1,8	
		mi-profondeur	3,05	2,71	-	1,86	2,3		6,65	1,67	2,9	2,33	2,5	
		fond	3,85	2,9	3,98	1,61	2,2		4,19	1,59	1,72	2,27	2,3	
	Z chloro. active	surface	87	80,5	94,6	79,2	82,3		88,7	78,8	87,1	87,3	75	
		mi-profondeur	74,6	76,1	-	83	85,9		85,4	71,1	96,1	88,9	91,9	
		fond	83,3	87,6	87,5	72,5	87,3		85,3	76,8	81,9	86,6	90,3	
	Prod. prim. mgC/m ³ /h	surface	6,51	18,21	45,09	9,72	9,39		52,24	3,73	8,43	12,92	11,14	
		mi-profondeur	19,9	16,6	30,5	9,4	11,4		50,7	9,3	17,9	17,7	18,4	
		fond	20,3	14,8	30,5	10,7	11,5		29,9	10,5	10,3	15,8	13,9	
	Nbre cell. 10 ⁶ /m ³	surface	457	1345	4645	1000	526		3566	343	1108	1064	1198	
mi-profondeur		1250	954	-	1024	904		4372	521	1760	1520	1646		
fond		1158	1023	2667	1088	880		1751	762	1528	1188	1256		
Z cell. div.	surface	0,7	4,8	2,2	4	1,9		2,1	0,6	1,6	4,5	4,5		
	mi-profondeur	4,8	1,8	-	4,1	0,8		1,9	0	0,8	2,8	4,7		
	fond	2,4	2,4	4,2	4,2	1,1		2,3	0,3	1,1	2,4	2,7		
Taux mortalité cell. cm cm + cv x 100	surface	6,2	3,8	2	2,7	4		2	12,3	2,5	1,8	1,5		
	mi-profondeur	2,4	2,4	-	2,7	2,7		0,8	1,1	2,2	2,6	1,6		
	fond	2,5	2,2	3,5	2	1,6		1,3	1	2,3	2,1	1,9		
Nbre "nano" 10 ⁶ /m ³	surface	320	1035	1938	904	287		1125	386	504	828	668		
	mi-profondeur	602	1280	-	1344	540		1085	560	416	860	802		
	fond	634	1020	1771	1026	273		1332	356	312	902	904		
Nbre "ciliés" 10 ⁶ /m ³	surface	5	17	2	0	5		3	2	0	5	2		
	mi-profondeur	2	7	-	4	5		3	2	0	6	2		
	fond	2	13	2	2	10		7	4	0	2	0		

TABEAU III.1 : GOLFE NORMANO-BRETON - PHYTOPLANCTON - RESULTATS QUANTITATIFS

Date	Paramètres	Profondeurs	Points des prélèvements					
			1	2	4	10	5	16
10 . VIII . 80	Chloro. mg/m ³	surface	2,08	2,03	5,08	0,80		0,87
		mi-profondeur	2,03	-	-	0,80		-
		fond	2,9	1,99	8,83	0,97		1,00
	% chloro. active	surface	61,5	51,9	58,1	77,7		68
		mi-profondeur	56,5	-	-	78,4		-
		fond	86,3	53,8	78,1	82,2		70,9
	Prod. prim. mgC/m ³ /h	surface	12,11	25,08	36,33	8,44		3,52
		mi-profondeur	8,46	-	48,71	7,28		5,56
		fond	-	10,61	-	6,23		4,87
	Nbre cell. 10 ⁶ /m ³	surface	2751	3157	5684	96		55
mi-profondeur		2334	-	-	73		52	
fond		1825	2388	5308	78		61	
% cell. div.	surface	1	0	0,3	0		0	
	mi-profondeur	0	-	-	0		1	
	fond	0	0	0,2	0		1	
Taux mortalité cell.	surface	7,8	5,4	1,7	20,7		0,6	
	mi-profondeur	7,7	-	-	10,5		2,6	
	fond	5,7	3	1,7	18,1		1,6	
Nbre "nano" 10 ⁶ /m ³	surface	919	2418	2198	450		68	
	mi-profondeur	1306	-	-	115		109	
	fond	742	1595	2324	526		109	
Nbre "ciliés" 10 ⁶ /m ³	surface	7	20	20	2		1	
	mi-profondeur	3	-	-	1		1	
	fond	0	3	13	2		2	

TABLEAU III.1 : GOLFE NORMANO-BRETON - PHYTOPLANCTON - RESULTATS QUANTITATIFS

Date	Paramètres	Points des prélèvements							
		11	12	13	14	15	17	18	19
10. VIII. 80	Chloro. mg/m ³	2,03	1,8	0,69	2,05	-	1,84	0,79	0,66
		2,96	2,14	0,79	2,08	1,21	2,82	0,63	2,03
		2,75	2,22	0,65	2,10	1,06	2,03	0,67	2,18
	% chloro. active	62,8	80,3	65,1	77,1	-	80	85,9	71,9
		73,6	80,7	70,5	77,9	71,6	90,1	71,6	81,5
		66,1	75,8	69,1	67,1	73,6	79,3	78,8	89
	Prod. prim. mgC/m ³ /h	24,41	10,85			10,14	7,45	5,80	2,29
		22,56	11,02			10,21	6,61	4,66	2,9
		23,92	10,5			8,03	8,18	3,71	1,89
	Nbre cell. 10 ⁶ /m ³	257	73	27	470	57	94	34	19
		268	134	33	436	75	110	26	14
		250	90	31	269	66	100	27	16
	% cell. div.	6,6	6	0	0,5	3	9,5	5,8	5,3
		7,8	3,7	3	0	2,3	10	5,2	9,5
		6,8	4,4	0	0,5	0	13	3,7	0
	Taux mortalité cell.	3,7	3,4	7,1	4	9,5	3,1	0	1,7
		4,6	6,3	5,7	1,4	5	4,3	1,2	2,3
		3,8	5,3	0	1,5	4,4	2	2,4	4,1
	Nbre "nano" 10 ⁶ /m ³	369	173	190	155	220	184	118	198
		255	152	129	119	150	174	209	224
		158	119	403	225	157	105	195	204
	Nbre "ciliés" 10 ⁶ /m ³	3	3	3	2	1	1	4	3
		2	3	2	1	3	1	3	2
		2	2	2	1	2	3	3	1

TABEAU III.1 : GOLFE NORMANO-BRETON - PHYTOPLANCTON - RESULTATS QUANTITATIFS

Date	Paramètres	Profondeurs	Points des prélèvements											
			1	2	4	10	5	16	3	6	7	8	9	11
18. IX. 80	Chloro. mg/m ³ .	surface	1,27	1,95	5,76	0,94	1,27		2,48	1,36	1,44	1,95	1,76	
		mi-profondeur	1,23	1,91	-	1,19	1,21		2,71	1,19	1,95	2,16	1,76	
		fond	1,12	1,52	2,80	0,85	1,10		3,13	1,19	1,55	2,03	1,76	
	% chloro. active	surface	70,6	70,1	82,52	77,05	71,3		77	72	75	65,2	70,7	
		mi-profondeur	67,6	68	-	66,85	65,2		74,7	65,4	83	69	70,1	
		fond	67,9	85,9	41,4	62,96	67,1		84,6	69,6	67,4	75,2	71,3	
	Prod. prim. mgC/m ³ /h	surface	13,5	10,4	40,5									
		mi-profondeur	16,3	11	-									
		fond	15,1	6,2	43,4									
	Nbre cell. 10 ⁶ /m ³	surface	94	134	4328	241	235		1563	53	43	119.	152	
		mi-profondeur	114	208	-	226	140		2877	72	77	107	127	
		fond	99	320	4653	268	160		2577	56	55	112	151	
	% cell. div.	surface	0,3	4,1	0,1	1	0,2		0,2	2,4	0,5	2,5	1,2	
		mi-profondeur	2	2,6	-	0,4	0,5		0,1	1,2	3,6	2,8	0,8	
fond		1	0,8	0,1	0,7	1		0,1	0	2,4	1,8	0,7		
Taux mortalité cell.	surface	3,1	4,2	0,1	3,6	0,8		10,2	0,4	4,4	2,5	1		
	mi-profondeur	4,8	7	-	2,2	0,1		10,3	0,6	1,3	3,3	1,7		
	fond	3,5	6,2	0,1	2,3	0,1		14,6	0,7	1,8	0,9	0,7		
Nbre "nano" 10 ⁶ /m ³	surface	596	507	268	668	583		625	412	626	808	549		
	mi-profondeur	526	733	-	592	396		481	475	693	759	645		
	fond	535	313	312	689	299		456	332	516	571	760		
Nbre "ciliés" 10 ⁶ /m ³	surface	16	27	11	32	2		10	2	6	12	12		
	mi-profondeur	8	25	-	21	1		26	2	7,1	7	10		
	fond	3	19	11	18	1		19	1	3,3	10	7		

TABLEAU III.1 : GOLFE NORMANO-BRETON - PHYTOPLANCTON - RESULTATS QUANTITATIFS

Date	Paramètres	Profondeurs	Points des prélèvements	
			1	2
21.X.80	Chloro. mg/m ³	surface	1,04	2,20
		mi-profondeur	1,06	2,56
		fond	1,08	2,29
	% chloro. active	surface	66,24	78,29
		mi-profondeur	66,25	85,62
		fond	56,25	78,42
	Prod. prim. mgC/m ³ /h	surface	6,11	15,33
		mi-profondeur	6,55	12,84
		fond	6,19	11,68
	Nbre cell. 10 ⁶ /m ³	surface	43	61
mi-profondeur		43	75	
fond		23	63	
% cell. div.	surface	2,33	1,64	
	mi-profondeur	2,33	1,33	
	fond	4,35	3,17	
Taux mortalité cell.	surface	10,42	1,61	
	mi-profondeur	6,52	3,85	
	fond	4,17	5,97	
Nbre "nano" 10 ⁶ /m ³	surface	122	385	
	mi-profondeur	147	523	
	fond	95	450	
Nbre "ciliés" 10 ⁶ /m ³	surface	2	6	
	mi-profondeur	1	6	
	fond	2	4	

TABLEAU III.1 : GOLFE NORMANO-BRETON - PHYTOPLANCTON - RESULTATS QUANTITATIFS

Date	Paramètres	Profondeurs	Points des prélèvements	
			1	2
14 . XI . 80	Chloro. mg/m ³	surface		1,65
		mi-profondeur		1,46
		fond		1,52
	% chloro. active	surface		72,37
		mi-profondeur		79,78
		fond		73,79
	Prod. prim. mgC/m ³ /h	surface		5,20
		mi-profondeur		5,74
fond			5,82	
Nbre cell. 10 ⁶ /m ³	surface		38	
	mi-profondeur		21	
	fond		41	
% cell. div.	surface		0	
	mi-profondeur		0	
	fond		0	
Taux mortalité cell.	surface		0	
	mi-profondeur		0	
	fond		3,53	
Nbre "nano" 10 ⁶ /m ³	surface		227	
	mi-profondeur		201	
	fond		175	
Nbre "ciliés" 10 ⁶ /m ³	surface		1	
	mi-profondeur		1	
	fond		1,8	

CHAPITRE IV : ZOOPLANCTON

INTRODUCTION

Le zooplancton est constitué par de nombreux petits organismes animaux, de l'ordre du millimètre (plus rarement du centimètre), qui "flottent" au sein des masses d'eaux et sont entraînés par elles.

On peut distinguer deux grands groupes d'organismes planctoniques : ceux dont toute la durée de vie est planctonique et qui constituent l'holoplancton (les Crustacés, en particulier les Copépodes, Appendiculaires, certains vers, Méduses, etc.), et ceux dont seulement une partie de leur vie est planctonique et qui constituent le méroplancton. Ce sont les oeufs et larves d'animaux (Mollusques, Annélides, Crustacés, Poissons, etc.) qui, à l'état d'adulte, n'appartiennent pas au plancton, soit qu'ils vivent sur le fond (organismes benthiques), soit qu'ils sont assez mobiles pour être autonomes et indépendants des masses d'eaux (poissons pélagiques, etc.).

IV.1 MATERIEL ET METHODES

Les échantillons de zooplancton ont été effectués en mer, à l'aide d'un filet spécial (type WP2, standard international, UNESCO, 1968) de maille 200 μ . Les coups de filets sont effectués par dessus le bord des bateaux, depuis le fond jusqu'à la surface. De tels traits verticaux donnent directement l'abondance globale du zooplancton en un point. Ils ne permettent pas de distinguer le détail du profil de répartition verticale des organismes selon la profondeur. Les échantillons recueillis sont directement formolés à bord en vue de la détermination taxonomique des organismes, ou filtrés sur soie et congelés immédiatement en vue de l'analyse de la biomasse.

L'étude systématique des organismes se fait ensuite au laboratoire, et comprend un comptage sous loupe binoculaire donnant la quantité en nombre d'individus par unité de volume d'eau ($N/10 \text{ m}^3$).

L'analyse de la biomasse comprend la mesure du Poids sec, complétée de la mesure des Poids de Carbone et d'Azote organiques qui rentrent dans la composition biochimique du zooplancton total.

Les résultats présentés ici concernent les trois missions lourdes réalisées le 25 avril, les 9-10-11 août et les 18-19 septembre 1980. Les stations échantillonnées sont numérotées de 1 à 10 et concernent la zone de la baie du Mont-St-Michel, limitée par la ligne St-Malo-Coutainville (fig.IV.1). La station 16, effectuée lors de la campagne Hydrobios en août, est voisine des stations 5 et 6. Nous nous sommes attachés à définir les répartitions spatiales des organismes zooplanctoniques de façon à connaître ceux qui pourront être le plus concernés par un aménagement marémoteur. Enfin, les données obtenues sur le site de Flamanville (Etude écologique de projet, juin 1979, Rapport CNEXO-ELGMM) ont permis d'apprécier le degré de richesse relative de telle ou telle catégorie d'organismes, par comparaison.

II. COMPOSITION DU ZOOPLANCTON - ASPECT QUALITATIF

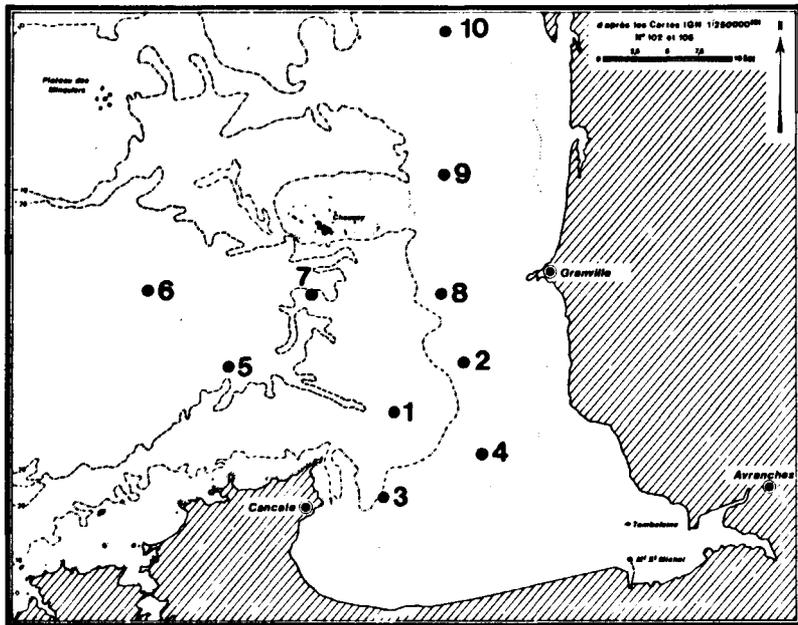
Les résultats présentés ici concernent le mésozooplancton, c'est-à-dire l'ensemble des organismes de taille supérieure à 200μ , qui correspond au diamètre moyen des mailles des filets. Le comptage des individus a permis d'établir des tableaux de résultats.

1) Campagne du 25 avril 1980

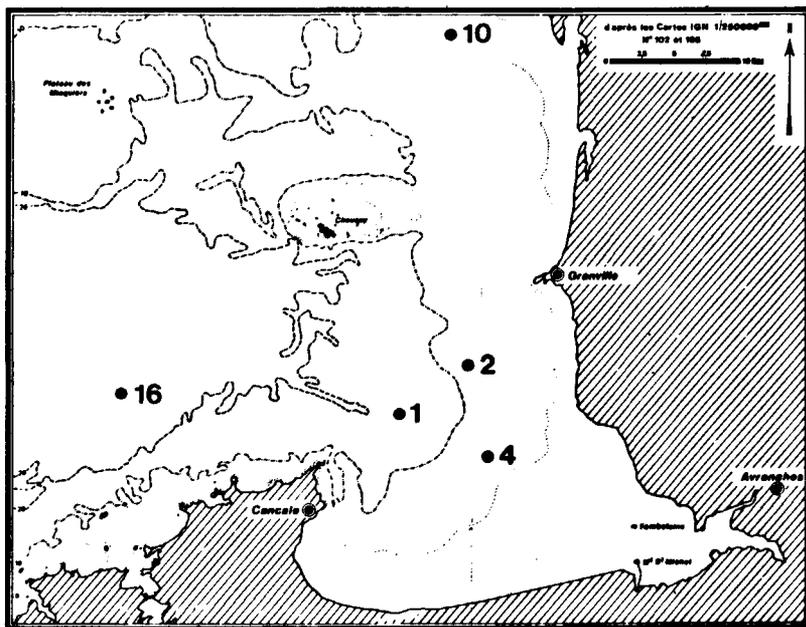
C'est l'époque de la forte poussée phytoplanctonique et de la présence concomitante des organismes à régime herbivore. Les Crustacés sont de loin les plus abondants. Ils représentent environ 75 % de l'effectif total du zooplancton. Parmi eux, les Copépodes calanoïdes (*Pseudocalanus minutus* et *Centropages hamatus*) sont importants et également les larves de Cirripèdes Nauplii et Cypris.

GOLFE NORMANO-BRETON
POSITION des STATIONS de PRELEVEMENT

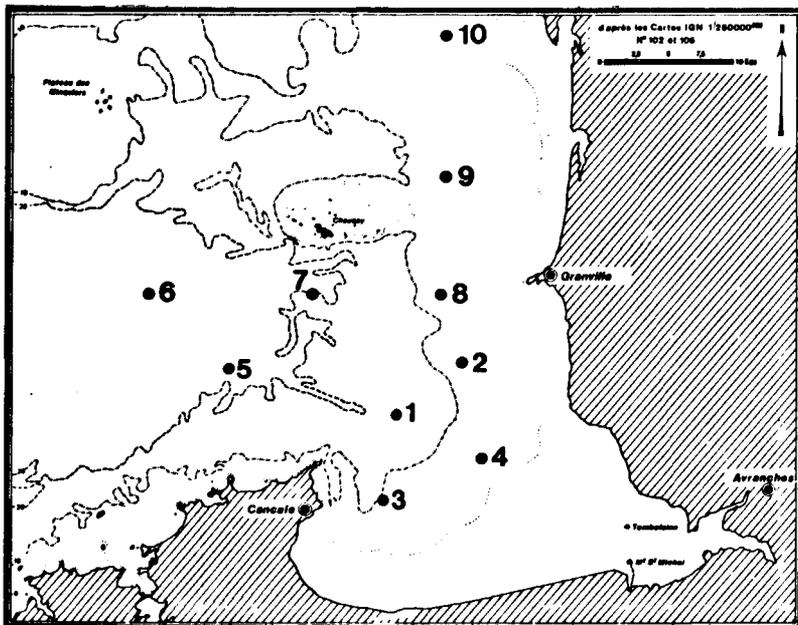
Fig. IV1



← 25 AVRIL 1980



9,10,11 AOUT 1980 →



← 18,19 SEPTEMBRE 1980

L'Appendiculaire *Oikopleura dioica* est également abondant (10. %). Bien que quantitativement moins représentées, nous retiendrons les larves d'Annélides (*Nephtys* sp. et *Lanice conchilega*), de Gastéropodes totaux et les larves de Brachyoures, toutes intéressantes car en relation avec le benthos. Enfin, c'est au mois d'avril que nous trouvons le plus d'oeufs de poissons.

2) Campagne du 11 août 1980

En août l'essentiel de l'échantillon est toujours constitué par les Copépodes calanoïdes (70 %) parmi lesquels *Acartia clausi* est le plus abondant.

Les Cirripèdes ont en partie disparu et sont remplacés par des larves de Crustacés décapodes et des petits copépodes cycloïdes et harpacticoïdes.

Les Cirripèdes et les Annélides rencontrés en avril (particulièrement les Nephtydés) ont fortement diminué et d'autres organismes à régime plus carnivore comme l'hydroméduse *Phialidium hemisphericum* (Cnidaire) sont apparus.

On notera également la disparition des oeufs et larves de poissons, tandis que l'Appendiculaire *Oikopleura dioica* se maintient.

3) Campagne des 18-19 septembre

En fin d'été, le zooplancton n'est pas très différent de ce qu'il était en août. Les Copépodes calanoïdes dominent toujours avec, au premier rang de l'abondance, *Acartia clausi* et *Centropages hamatus*. Les larves de décapodes sont toujours présentes, ainsi que les Cnidaires rencontrés en août, et l'on constate une arrivée de larves Nauplii de cirripèdes.

L'ensemble de ces observations montre que quelques groupes sont dominants en nombre dans le mésozooplancton recueilli. Ce sont les Copépodes calanoides, les Cirripèdes et les Appendiculaires.

Les Copépodes calanoides dominants sont *Acartia clausi*, *Centropages hamatus* et *Pseudocalanus minutus*.

Les Cirripèdes Nauplii et Cypris sont très abondants en avril et septembre mais pas en août.

L'Appendiculaire *Oikopleura dioica*, de taille appréciable, est présent en bonne quantité aux trois dates étudiées.

Au critère d'abondance quantitative qui a permis la classification des organismes ci-dessus, il faut en ajouter d'autres, liés aux caractéristiques particulières du site et à la finalité de cette étude. Trois autres critères ont retenu notre attention :

- les organismes à biomasse non négligeable,
- les organismes pouvant présenter une relation avec une exploitation économique particulière (pêche),
- les organismes méroplanctoniques dont on a reconnu la présence d'adultes au niveau des sédiments du fond.

Tous ces critères nous ont amené à établir une liste de taxons que nous avons retenus pour une étude plus détaillée de leur répartition spatiale.

III. PRESENTATION GENERALE DU ZOOPLANCTON SUR L'ENSEMBLE DU GOLFE NORMANO-BRETON, à PARTIR DE LA CAMPAGNE HYDROBIOS D'AOUT 1980

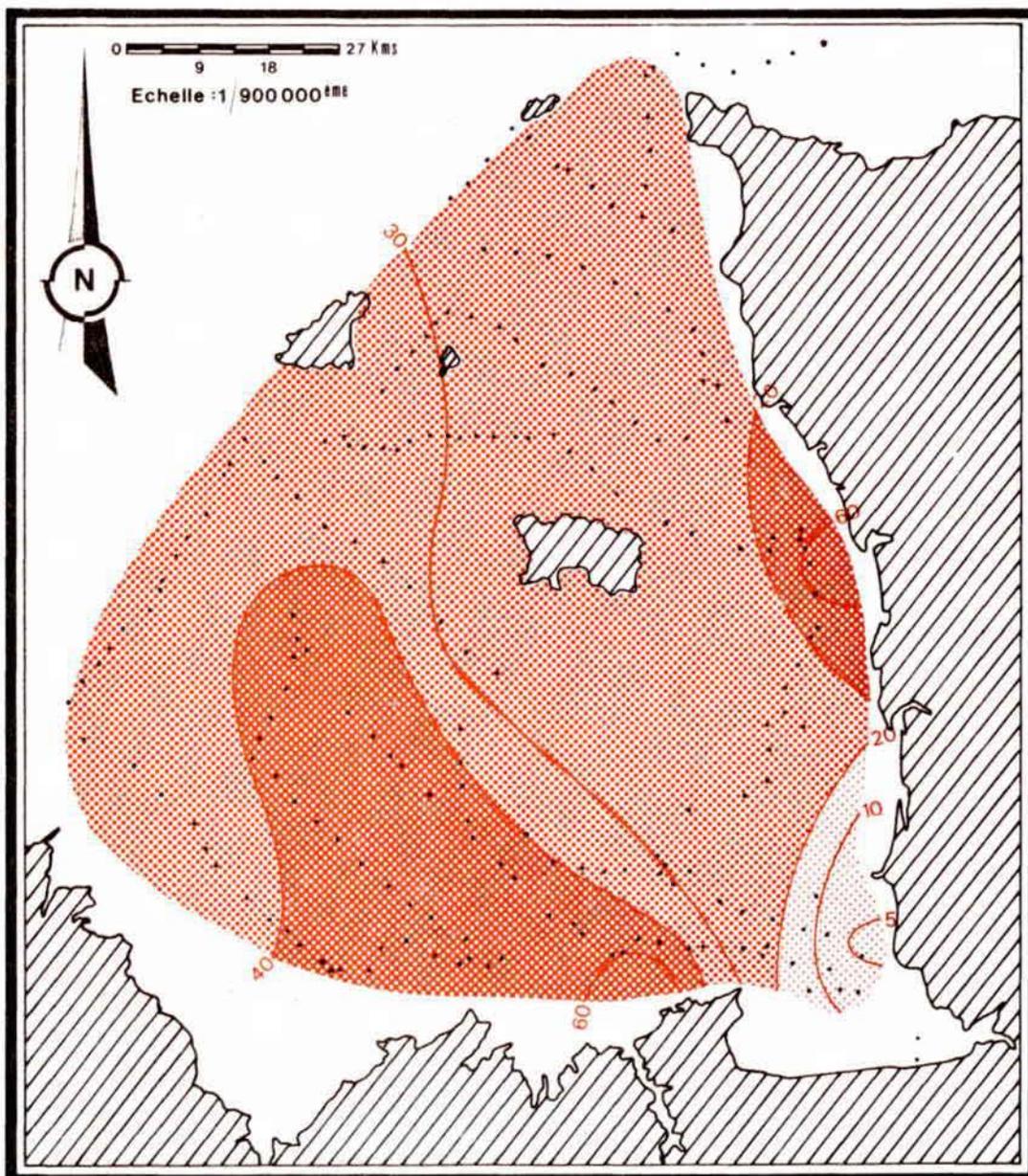
Les paramètres caractérisant l'ensemble du Mésozooplancton tels que la biomasse et le nombre total d'organismes ont des répartitions spatiales qui mettent en évidence 4 zones géographiques (figures IV.2, 3 et 4) :

- deux régions riches, caractérisées par la présence d'un grand nombre d'organismes et d'une biomasse élevée : l'une au large de St-Malo, au débouché de la Rance (station 16), et l'autre au débouché de l'Ay, au Nord de Grandville (station 13). A la station 16 on note une abondance particulière de l'Annélide *Lanice conchilega* (larve méroplanctonique) et d'Oeufs de Poissons.

GOLFE NORMANO-BRETON

Fig. IV 2

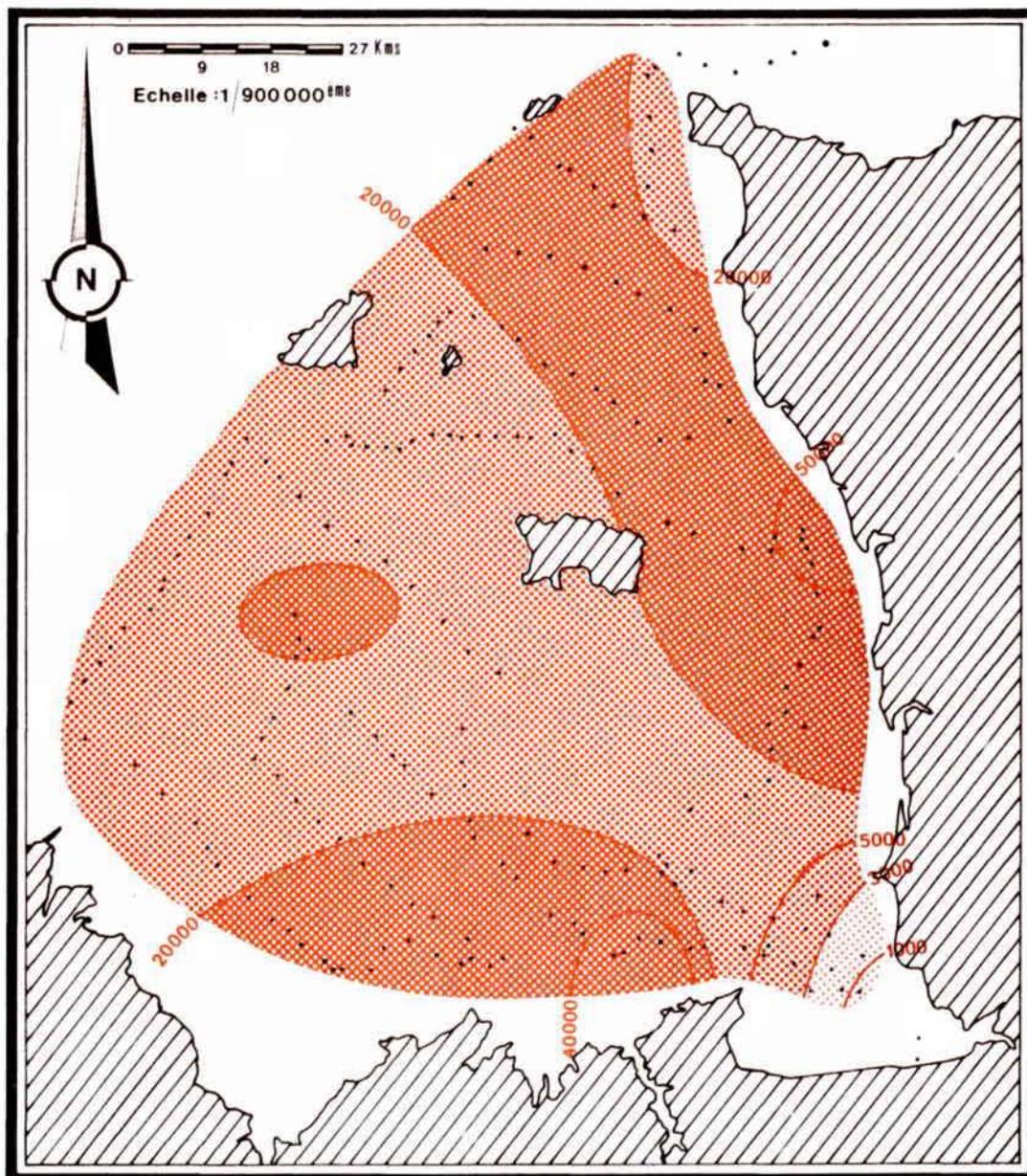
VARIATIONS SPATIALES
du POIDS SEC du ZOOPLANCTON
(mg/m³)



GOLFE NORMANO-BRETON

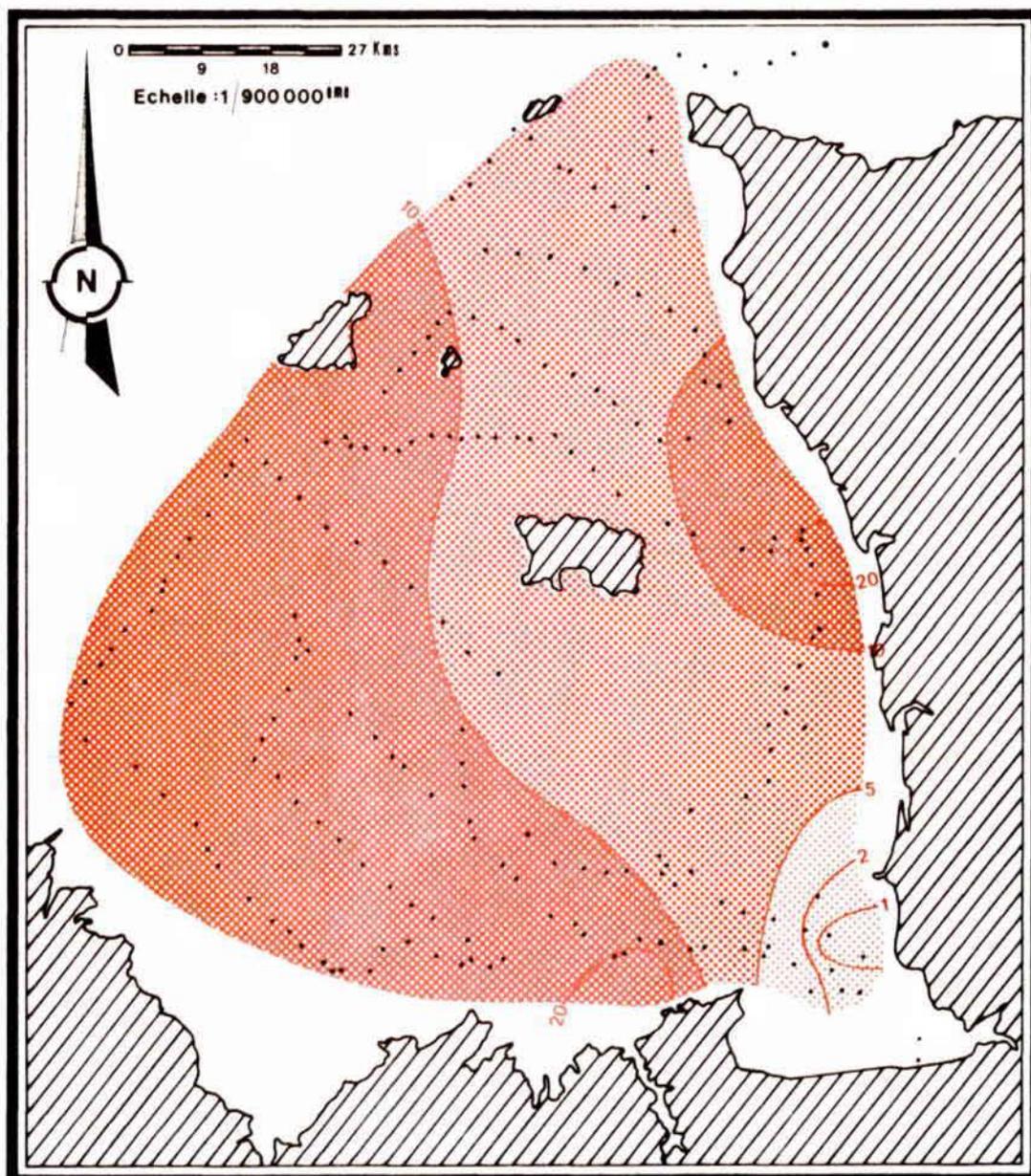
Fig. IV 3

VARIATIONS SPATIALES
du NOMBRE TOTAL d'ORGANISMES ZOOPLANCTONIQUES
N/10 m³



*GOLFE NORMANO-BRETON**Fig. IV4*

VARIATIONS SPATIALES
du POIDS de CARBONE ORGANIQUE
(mg/m³)



- une zone pauvre dans la baie du Mont St-Michel, où l'on trouve, en particulier, beaucoup de Cirripèdes,
- une bande côtière parallèle au Cotentin et englobant l'île de Jersey avec beaucoup d'organismes et une biomasse moyenne proportionnellement plus faible (stations 10, 12 et 15),
- la zone du large à l'Ouest est caractérisée par une biomasse relativement élevée et assez peu d'organismes (stations 14, 17 et 18).

IV. BIOMASSE DU ZOOPLANCTON ET COMPOSITION BIOCHIMIQUE EN CARBONE ET EN AZOTE

(tableau IV.1)

1) Poids sec (fig. IV.5)

Le poids sec du zooplancton constitue une bonne estimation de sa biomasse.

Il diminue du large à la côte, c'est-à-dire au fur et à mesure que l'on rentre dans la baie du Mont-St-Michel. On mesure un poids sec 3 à 4 fois plus élevé à la station 5 qu'à la station 3 ou 4.

Par comparaison avec le nombre total d'individus comptés (fig. IV.6), on constate une similitude caractérisée par un gradient croissant dans l'axe de la baie, au fur et à mesure que l'on en sort. Le 25 avril, toutefois, ce gradient est détruit par la présence dans la baie (stations 1 et 4) d'une grande abondance d'organismes zooplanctoniques et d'un poids sec élevé.

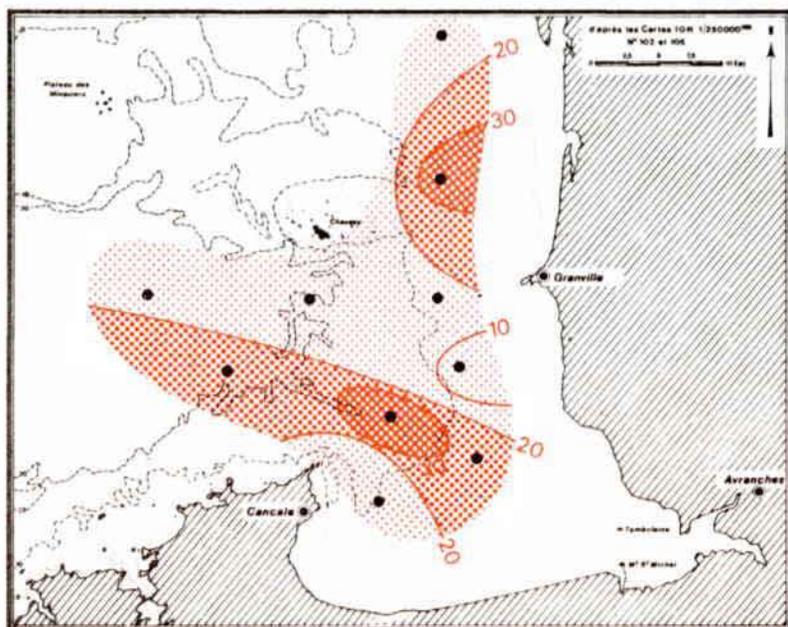
Les stations 2 et 3 sont relativement plus pauvres pour ces mêmes paramètres.

Les Bivalves et l'Appendiculaire *Oikopleura dioica* sont les principaux responsables de ce phénomène.

Si ce gradient apparent de la quantité de zooplancton dans les masses d'eau est croissant vers le large, il apparaît en période printanière une forte productivité au niveau des stations les plus

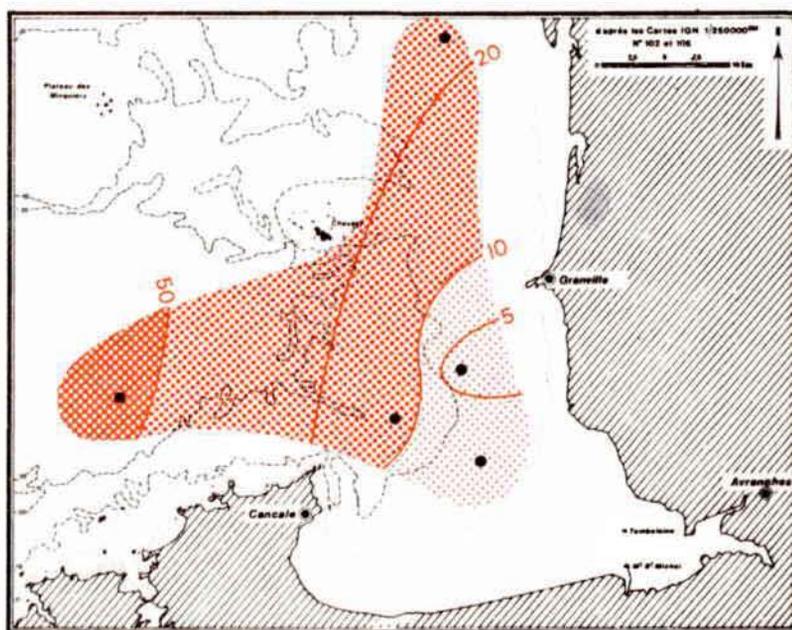
VARIATIONS SPATIALES
du ZOOPLANCTON

Poids sec : mg/m³

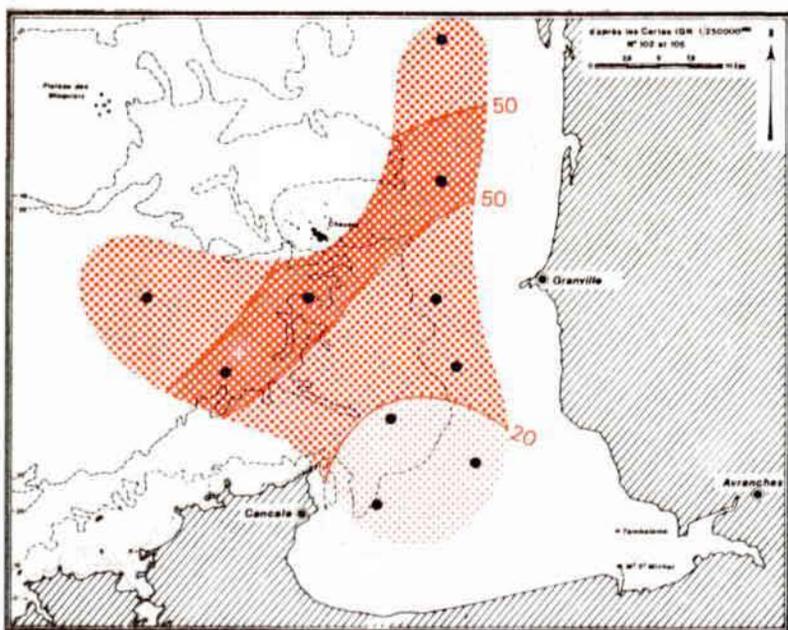


← 25 AVRIL 1980

9,10,11 AOUT 1980 →

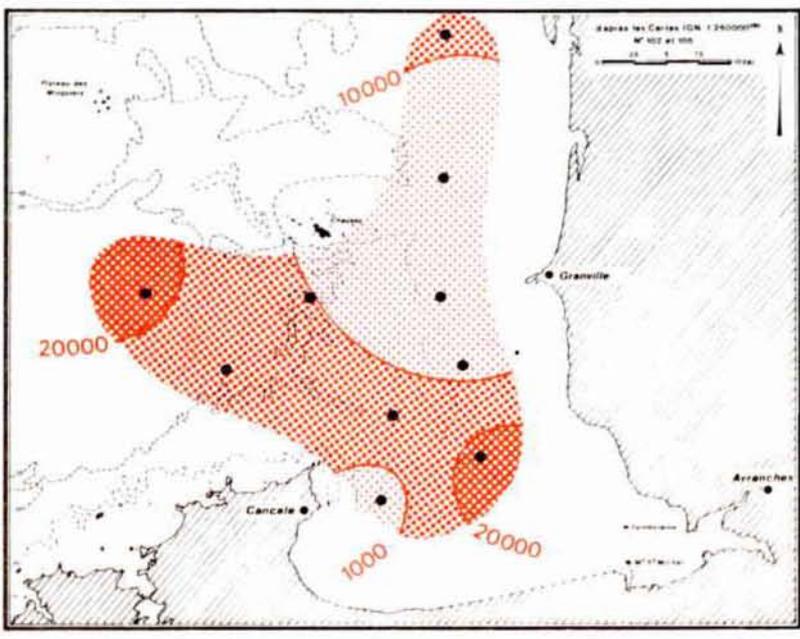


← 18,19 SEPTEMBRE 1980

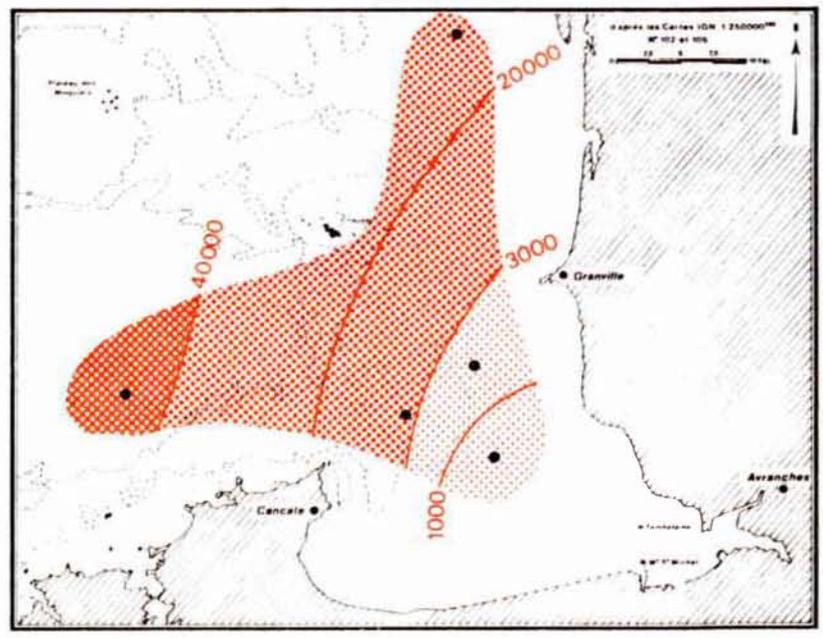


VARIATIONS SPATIALES
du Nombre total d'individus du ZOOPLANCTON

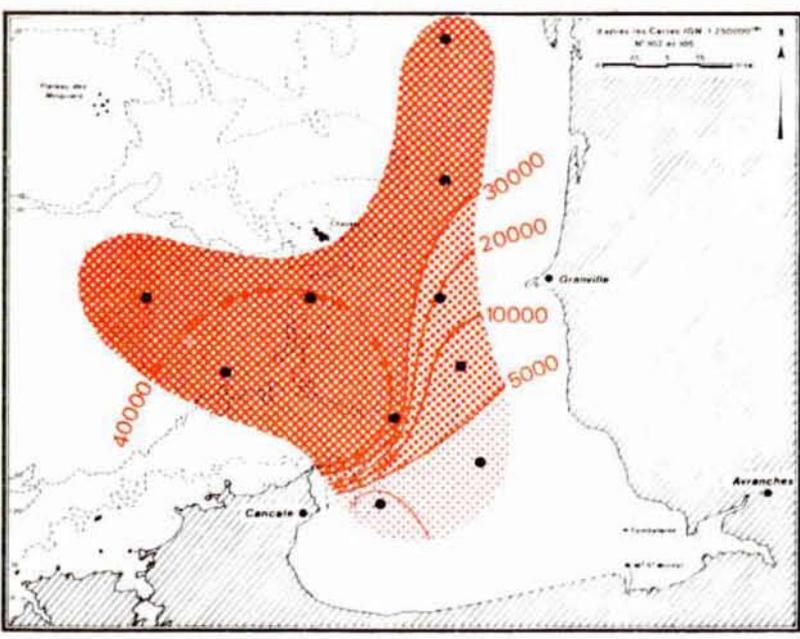
N/10m



← 25 AVRIL 1980



9,10,11 AOUT 1980 →



← 18,19 SEPTEMBRE 1980

à l'intérieur de la baie (station 4). La correspondance avec la présence particulièrement abondante de chlorophylle peut, pour des raisons de relations trophiques, être établie.

2) Poids de carbone et d'azote organiques (fig. IV.7 et 8)

Le carbone et l'azote organiques sont des composants élémentaires de la "matière vivante" du zooplancton.

Ils constituent de bons indicateurs de biomasse zooplanctonique, particulièrement en zone côtière où les eaux sont chargées de matières en suspension. En outre, on a montré la bonne relation qui existe entre le poids de carbone organique et le nombre total d'individus holoplanctoniques (ARNAL, juin 1979).

Les poids de carbone et d'Azote organiques sont faibles dans la baie du Mont-St-Michel et plus élevés vers le large, particulièrement à l'Ouest de la zone étudiée. Cependant, un tel gradient n'est pas totalement reproductible d'une mission à l'autre, et pour les trois dates étudiées. Le zooplancton est pauvre dans la baie en septembre, et dans la zone du large de Granville, plus au Nord.

Il existe une bonne correspondance entre ces zones et les eaux issues de la baie, à salinité basse.

A l'opposé les eaux de type plus océanique correspondent à des biomasses plus élevées (station 5).

La répartition de la biomasse zooplanctonique semble donc pour une grande part liée à celle de la salinité, et à la courantologie particulière de la zone.

V. REPARTITIONS SPATIALES DES ORGANISMES ZOOPLANCTONIQUES

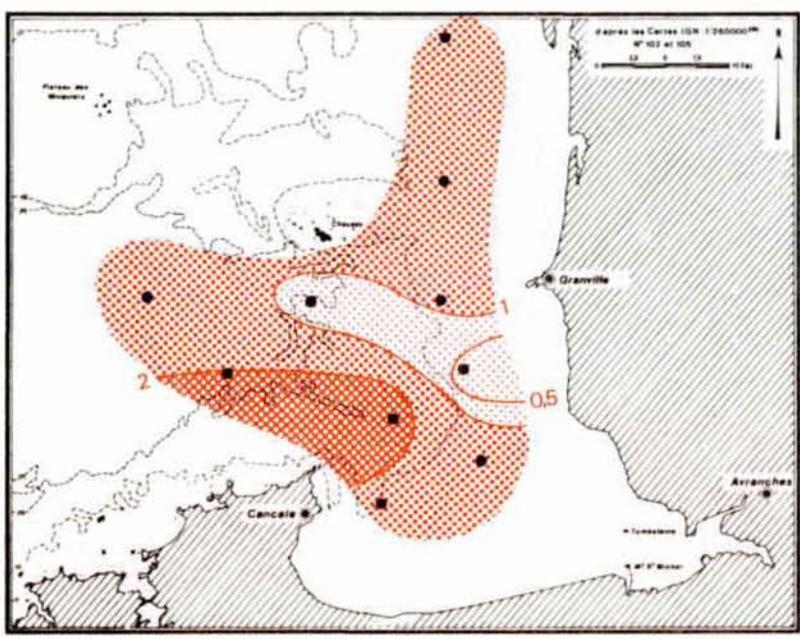
1) Répartition spatiale des Copépodes calanoides (fig. IV.9)

Crustacés holoplanctoniques, c'est-à-dire présents toute leur vie au sein de la masse d'eau, ils caractérisent de ce fait, ainsi que par leur grande abondance, le groupe le plus homogène et le plus caractéristique du zooplancton permanent. Ils présentent un gradient de répartition spatiale d'axe ESE-WNW croissant vers le large, caractérisé par :

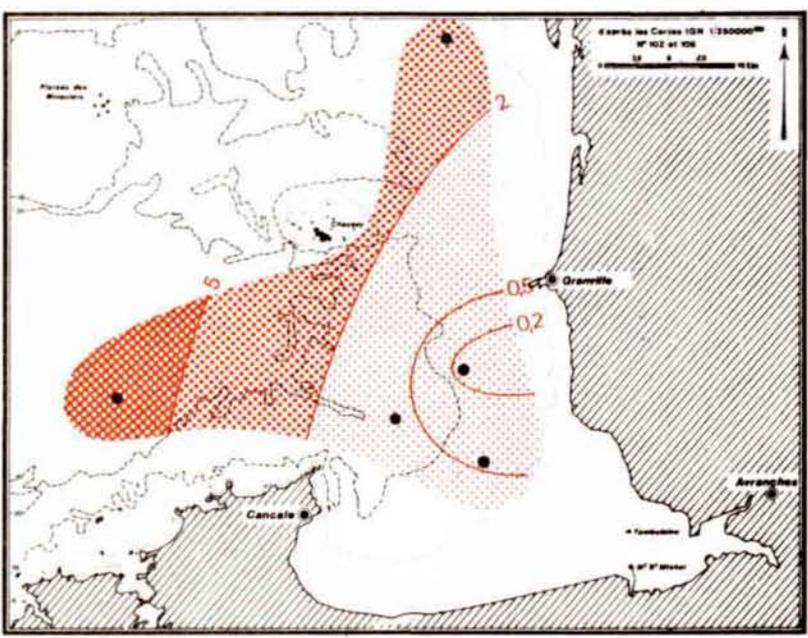
- une zone de pauvreté à l'Est de Cancale (station 3)

VARIATIONS SPATIALES
du Poids d'AZOTE ORGANIQUE

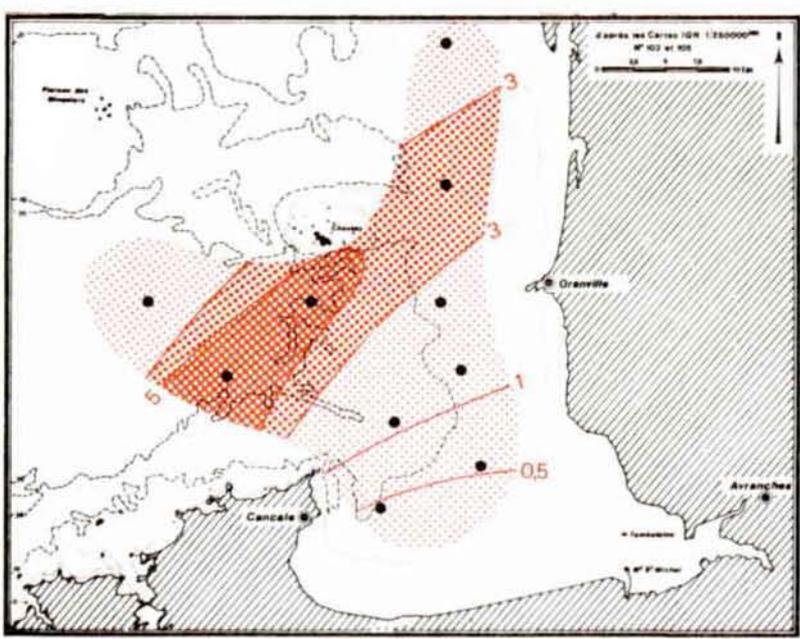
mg/m³



← 25 AVRIL 1980



9,10,11 AOUT 1980 →

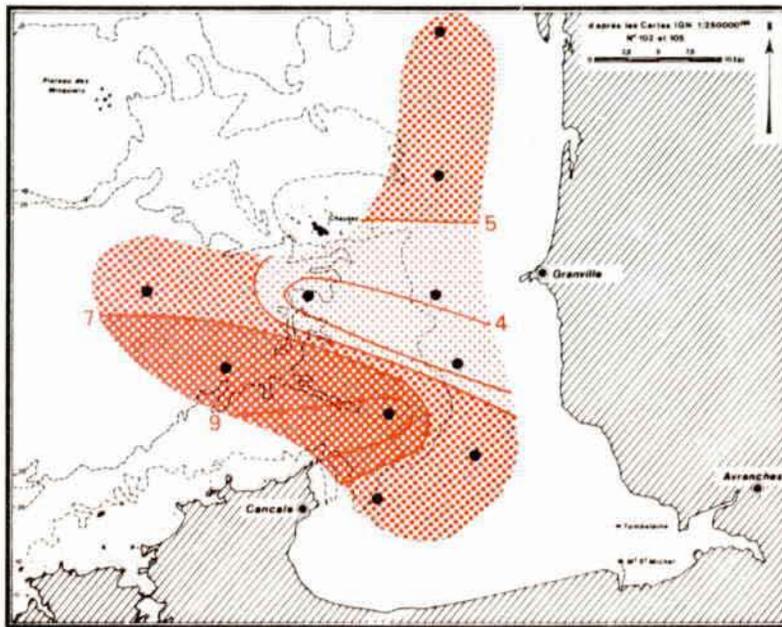


← 18,19 SEPTEMBRE 1980

GOLFE NORMANO-BRETON

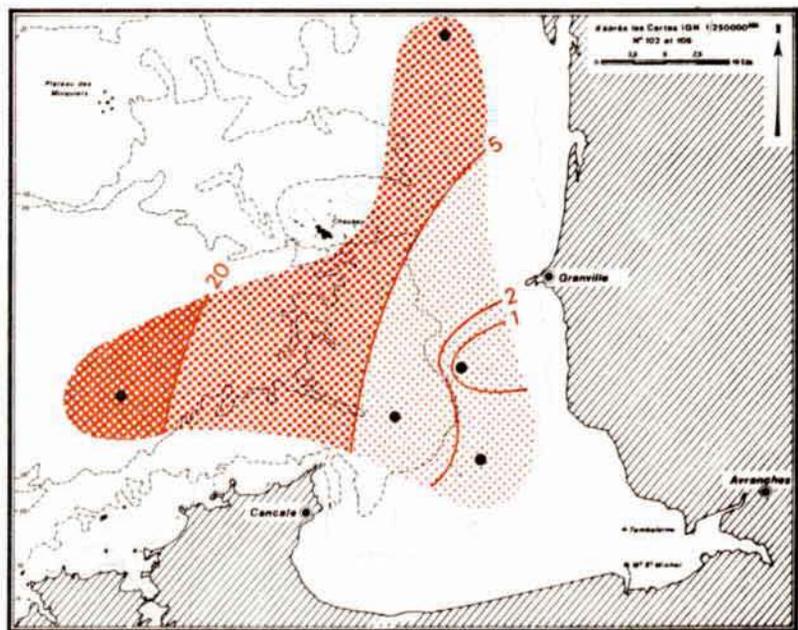
Fig. IV 8

VARIATIONS SPATIALES
du Poids de CARBONE ORGANIQUE

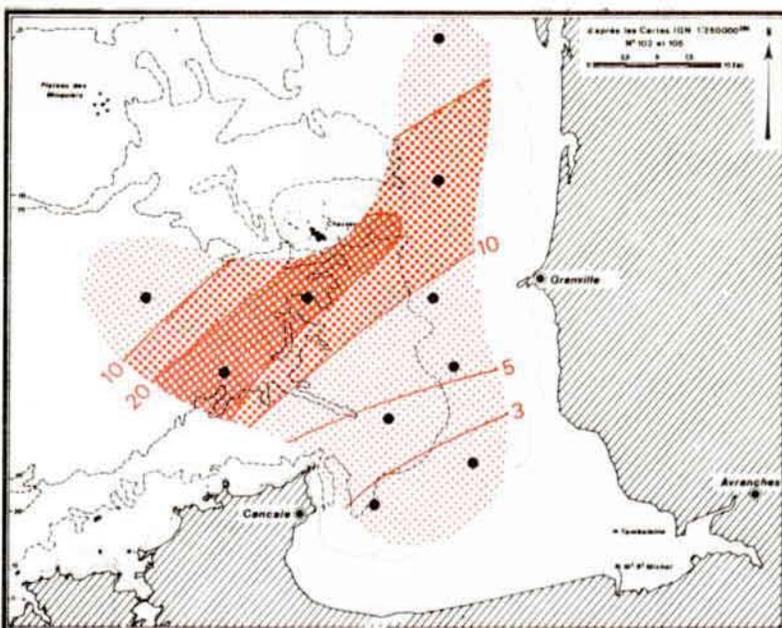
mg/m³

← 25 AVRIL 1980

9,10,11 AOUT 1980 →

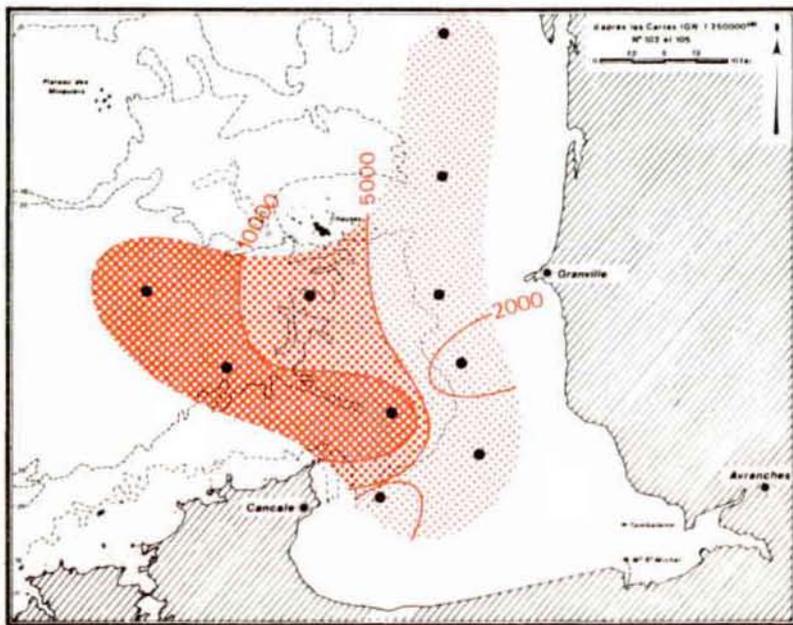


← 18,19 SEPTEMBRE 1980

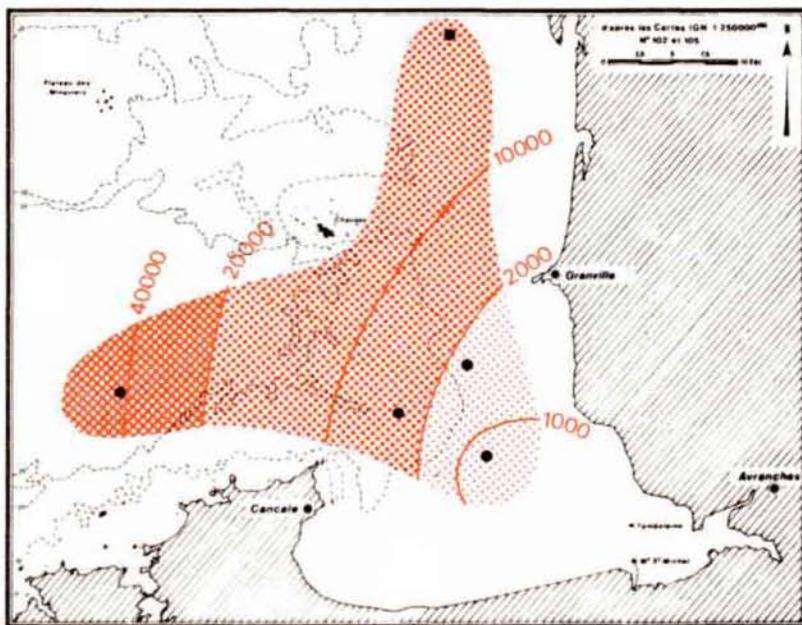


VARIATIONS SPATIALES
du Nombre total de COPEPODES CALANOIDES

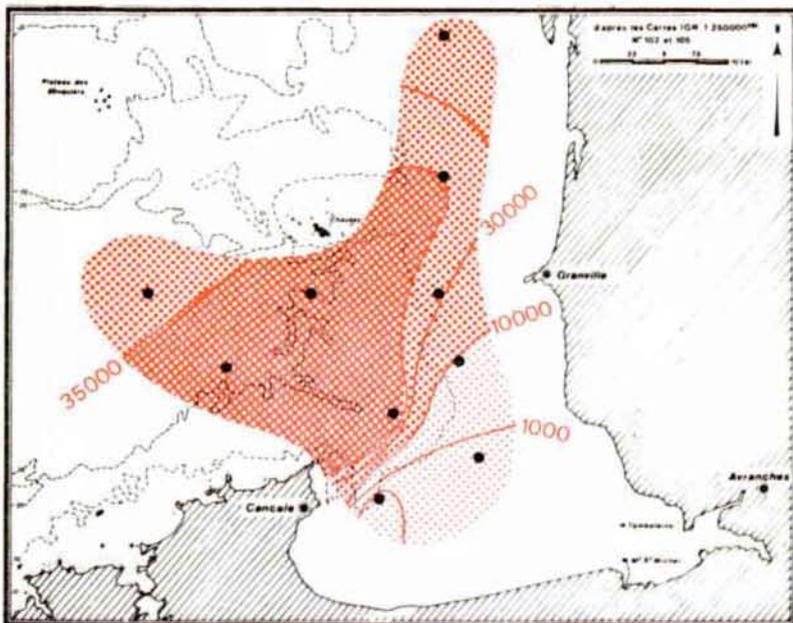
N/10m³



← 25 AVRIL 1980



→ 9,10,11 AOUT 1980



← 18,19 SEPTEMBRE 1980

- une zone d'abondance marquée au Nord de la côte St-Malo - Cancale, station 5 et, dans une moindre mesure, les stations 1, 6 et 7,
- une zone intermédiaire entre l'archipel des Chausey et la côte normande, s'étirant vers le Nord et qui correspondrait au cheminement des eaux issues de la baie du Mont-St-Michel.

Aux trois dates envisagées l'importance respective de chacun des Copépodes répertoriés est schématiquement la suivante :

Date	Dominant	Présent	Peu abondant
25/04	<i>Pseudocalanus minutus</i> <i>Centropages hamatus</i> <i>Acartia clausi</i>	<i>Paracalanus parvus</i>	<i>Temora longicornis</i>
9-11/08	<i>Acartia clausi</i>	<i>Centropages hamatus</i> <i>Pseudocalanus minutus</i>	<i>Paracalanus parvus</i> <i>Temora longicornis</i>
18-19/09	<i>Acartia clausi</i> <i>Centropages hamatus</i>	<i>Paracalanus parvus</i> <i>Temora longicornis</i>	<i>Pseudocalanus parvus</i>

Paracalanus parvus (fig. IV.10) : abondante en septembre, cette espèce est rare dans la baie du Mont St-Michel et se situe davantage dans les zones à caractère océanique.

Temora longicornis (fig. IV.11) : bien que secondaire sur le plan quantitatif, sa répartition s'apparente à l'espèce précédente.

Pseudocalanus minutus (fig. IV.12) : très abondante, on la trouve le 25 avril assez près de la côte, au Nord de la pointe du Grouin.

Centropages hamatus (fig. IV.13) : ce Copépode domine en août (50 % du zooplancton total) et septembre.

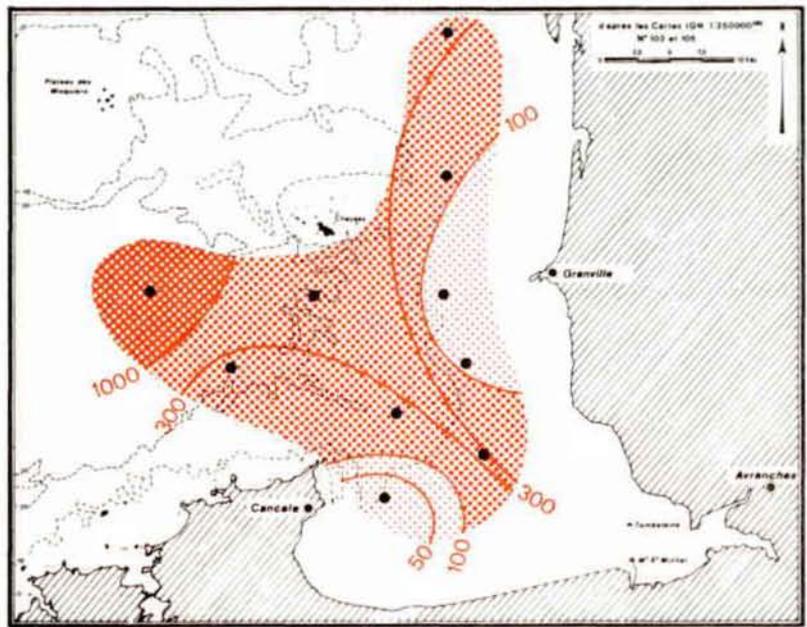
Son effectif de 2000 individus/10 m³ au Nord de la presqu'île de Cancale est de l'ordre du double de celui observé en septembre 1977 à Flamanville (G. LE FEVRE-LEHOERFF, juin 1979).

GOLFE NORMANO-BRETON

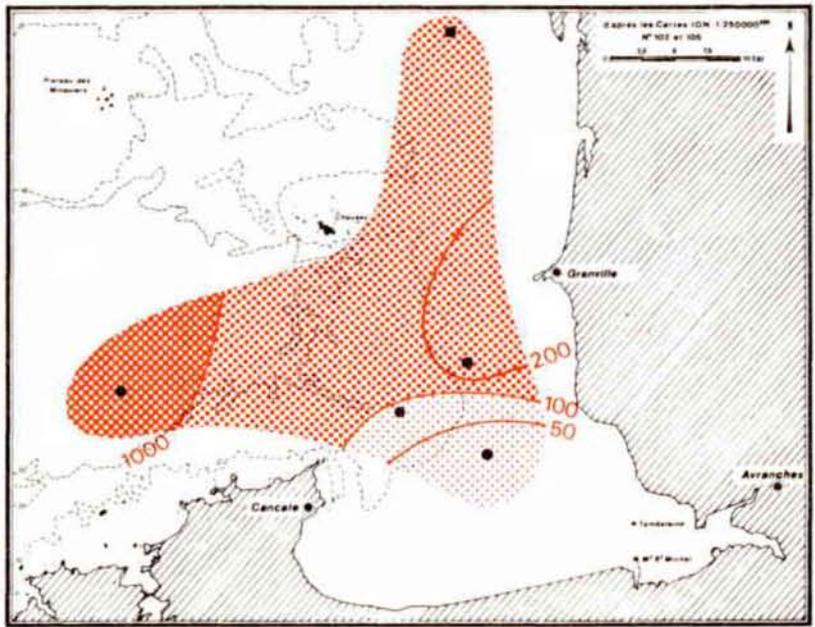
Fig. IV 10

VARIATIONS SPATIALES de *Paracalanus parvus*

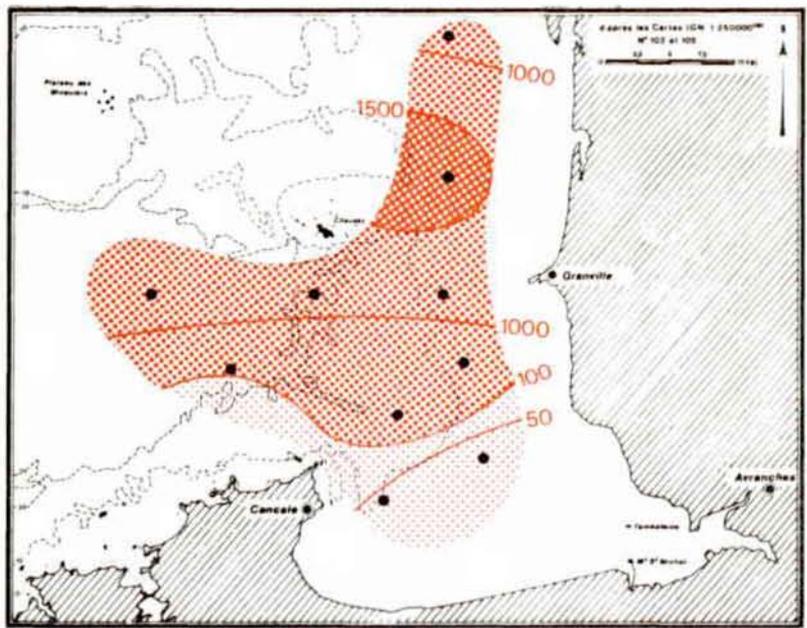
N / 10m³



← 25 AVRIL 1980



→ 9,10,11 AOUT 1980



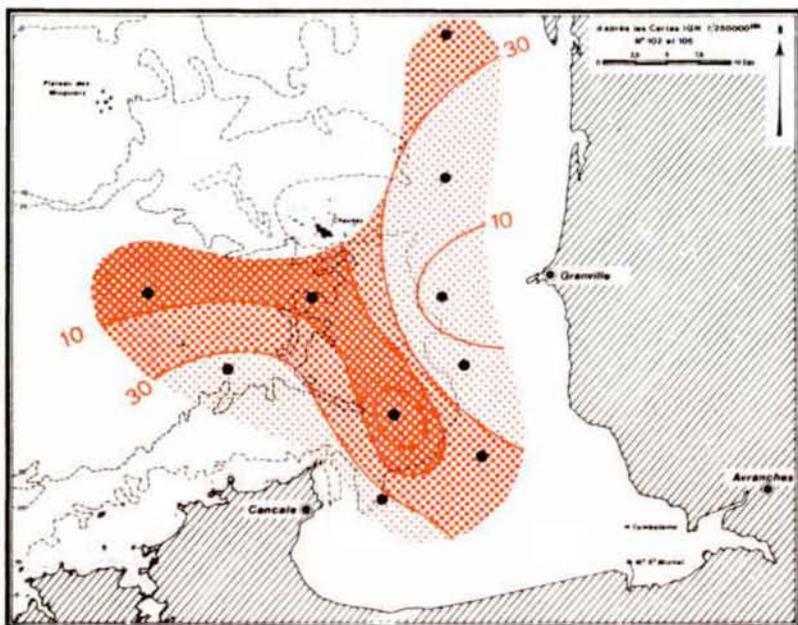
← 18,19 SEPTEMBRE 1980

GOLFE NORMANO-BRETON

Fig. IV 11

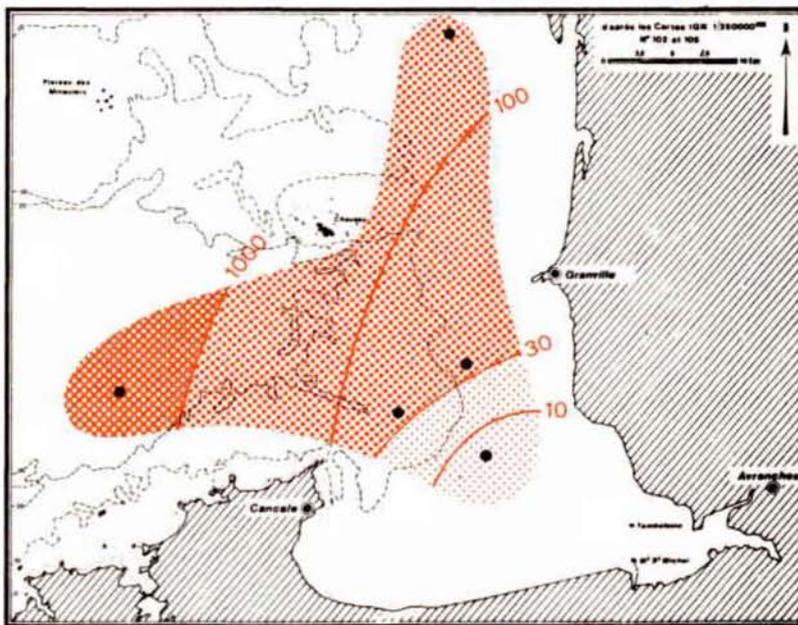
VARIATIONS SPATIALES de *Temora longicornis*

N / 10 m³

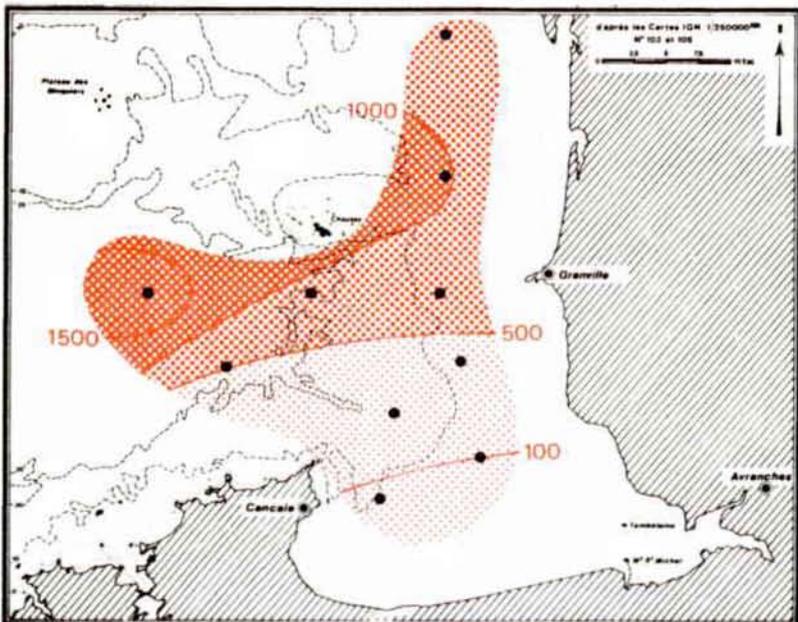


← 25 AVRIL 1980

9,10,11 AOUT 1980 →

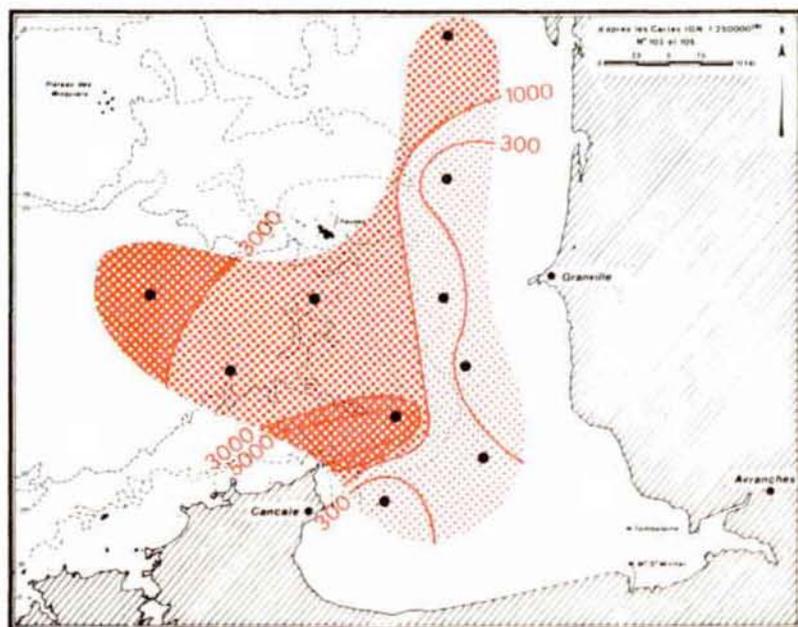


← 18,19 SEPTEMBRE 1980



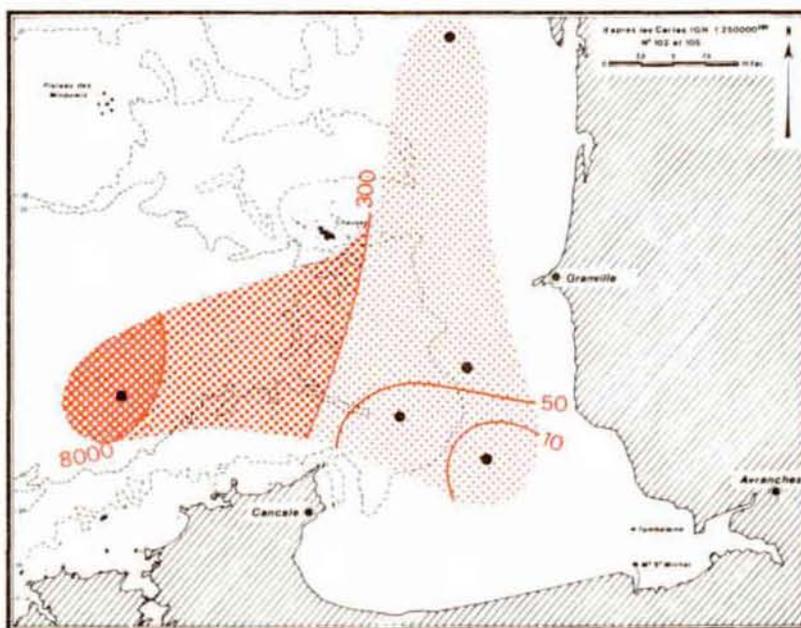
GOLFE NORMANO-BRETON

Fig. IV 12

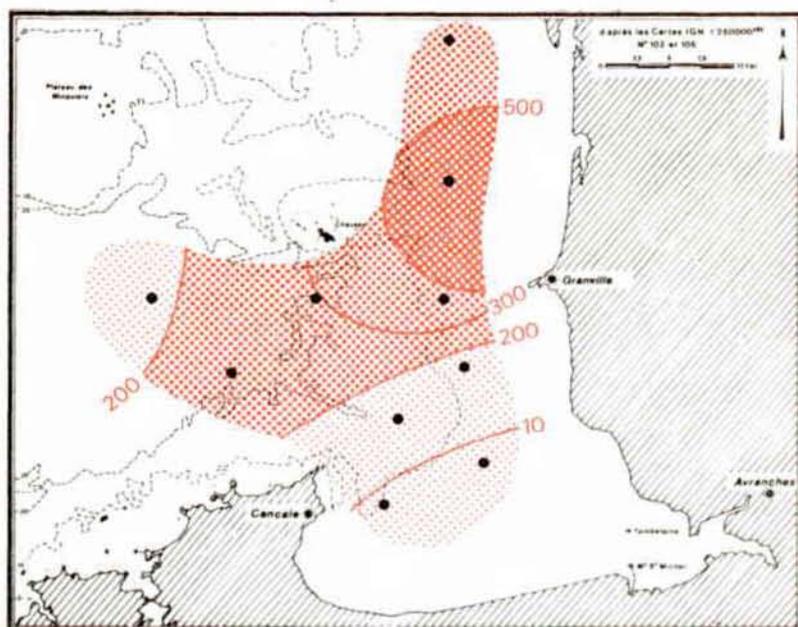
VARIATIONS SPATIALES
de *Pseudocalanus minutus*N/10m³

← 25 AVRIL 1980

9,10,11 AOUT 1980 →

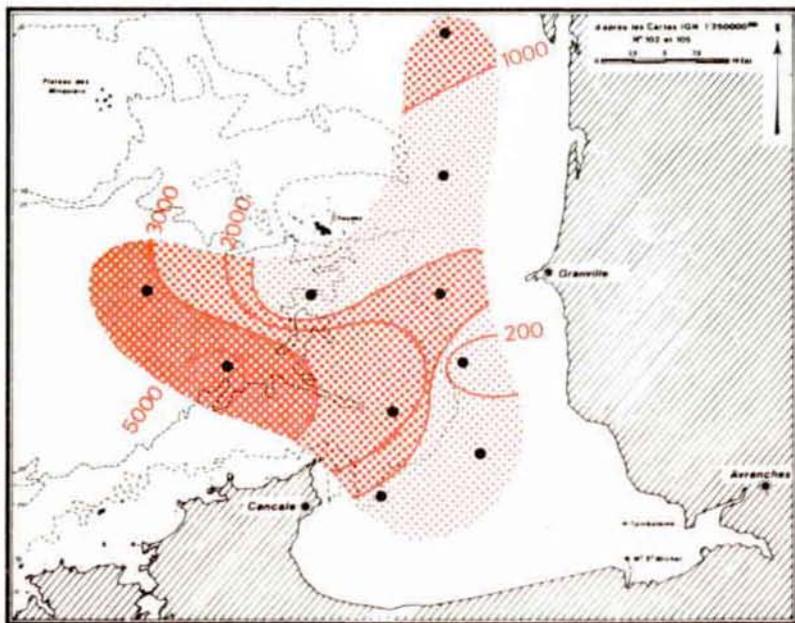


← 18,19 SEPTEMBRE 1980



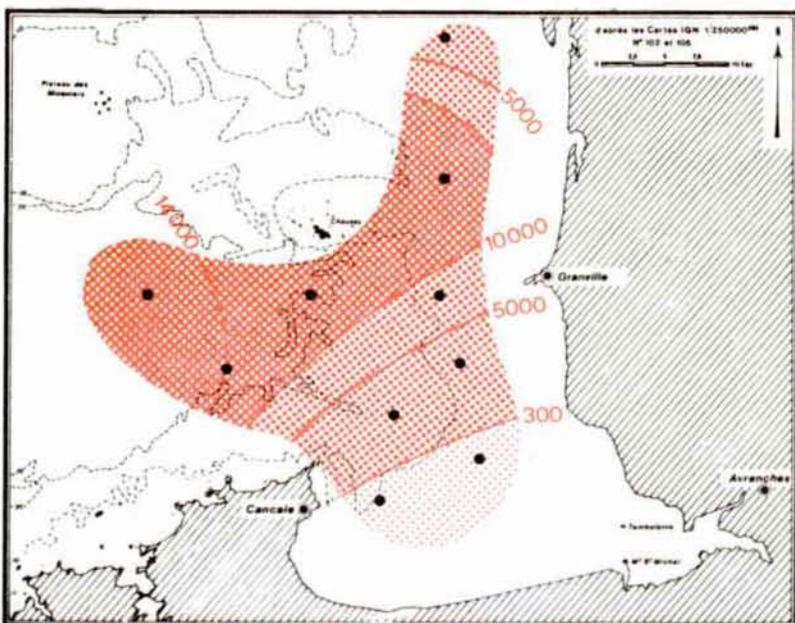
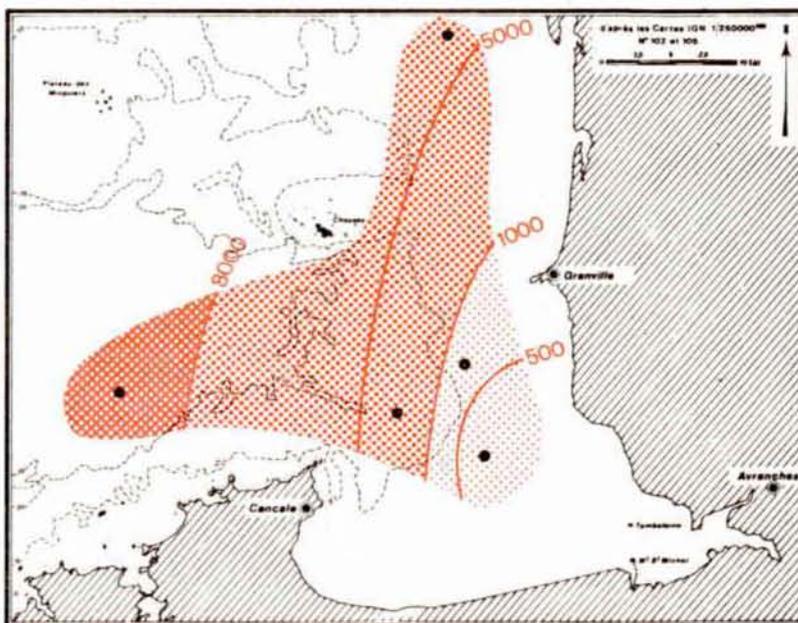
VARIATIONS SPATIALES
de *Centropages hamatus*

N/10m³



← 25 AVRIL 1980

9,10,11 AOUT 1980 →



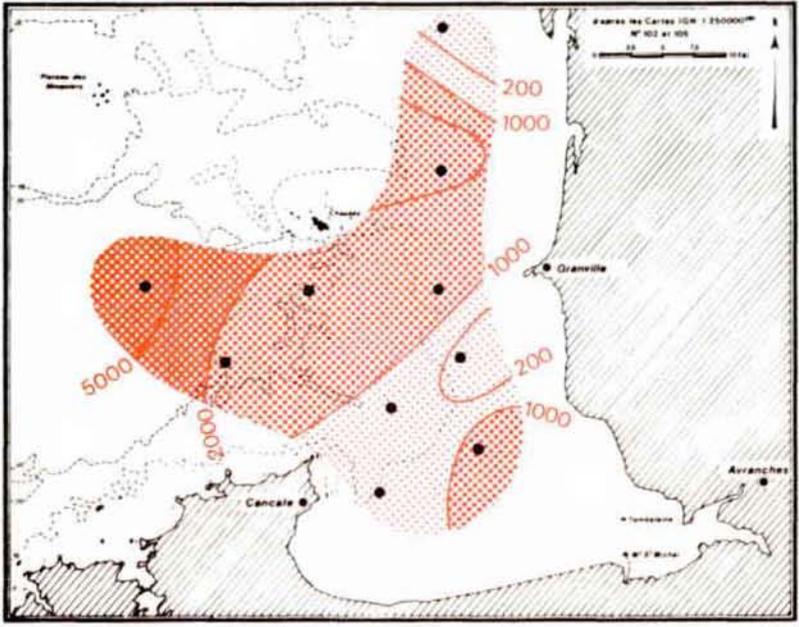
← 18,19 SEPTEMBRE 1980

GOLFE NORMANO-BRETON

Fig. IV 14

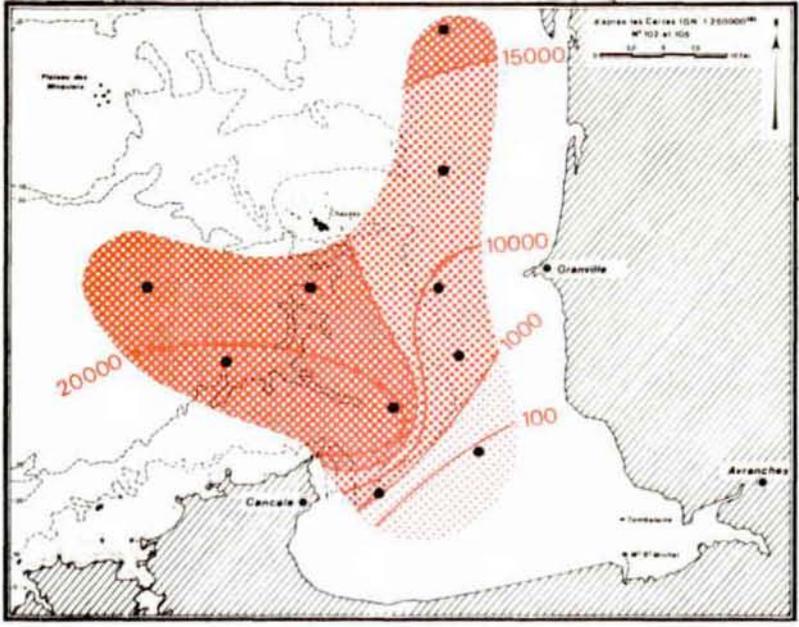
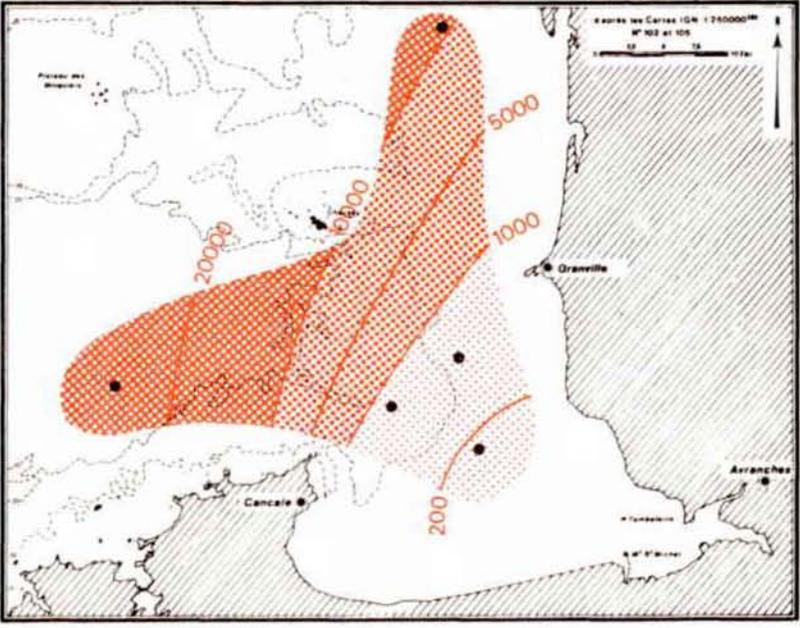
VARIATIONS SPATIALES *d'Acartia clausi*

N/10m³



← 25 AVRIL 1980

9,10,11 AOUT 1980 →



← 18,19 SEPTEMBRE 1980

Acartia clausi (fig. IV.14) : ce Copépode domine en août (50 % du zooplancton total) et septembre.

Son effectif de 20.000 individus/10 m³ au Nord de la presqu'île de Cancale est de l'ordre du double de celui observé en septembre 1977 à Flamanville (G. LE FEVRE-LEHOERFF, juin 1979).

2) Répartition spatiale de l'Appendiculaire *Oikopleura dioica* (fig. IV.15)

Abondante en avril et août, cette espèce holoplanctonique constitue, en outre, de par sa taille, une fraction importante de la biomasse.

En avril on en trouve beaucoup dans la baie du Mont-St-Michel et peu le long de la côte normande.

En août et septembre, au contraire, elle se répartit plus au large, au Nord des Chauseys. Sa répartition spatiale est donc à l'opposé de celle des Copépodes

3) Répartition spatiale des Cirripèdes (fig. IV.16 et 17)

Ces Crustacés méroplanctoniques se multiplient généralement en février et en septembre, ces deux dates correspondant à des espèces différentes. Les larves Nauplii qui se transforment en Cypris sont présentes encore en avril dans le zooplancton. On en trouve au large mais aussi à proximité de la côte et en particulier près de Granville (en avril) et jusque dans la baie (en septembre). Ces larves sont donc intéressantes à double titre, dans le cadre d'un aménagement marémoteur :

- d'une part, elles sont abondantes dans la baie du Mont-St-Michel qui est la zone concernée,
- d'autre part, leur fixation sur les supports rocheux pourrait être affectée (selon des modalités qui restent à préciser), par les modifications du marnage, consécutives à ce type d'aménagement.

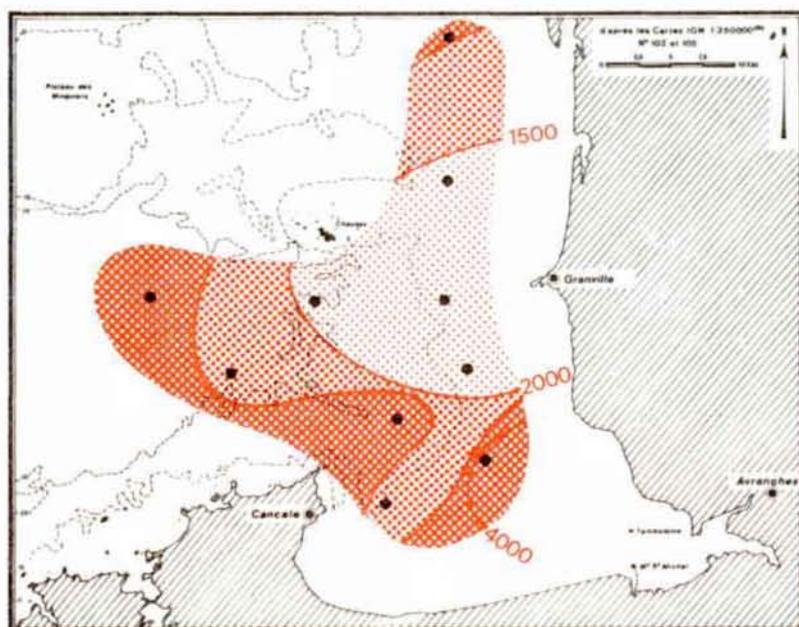
4) Répartition spatiale des Annélides (fig. IV.18)

Dans ce groupe faunistique, environ huit types différents d'organismes ont été recensés, parmi lesquels six appartiennent à la famille des Spionidés. Les Nephtydés, et surtout *Lanice conchilega*, sont les plus abondants et sont présents au niveau du benthos. C'est en avril que ces larves sont les plus abondantes, pour la plupart des larves méroplanctoniques de *Lanice conchilega*.

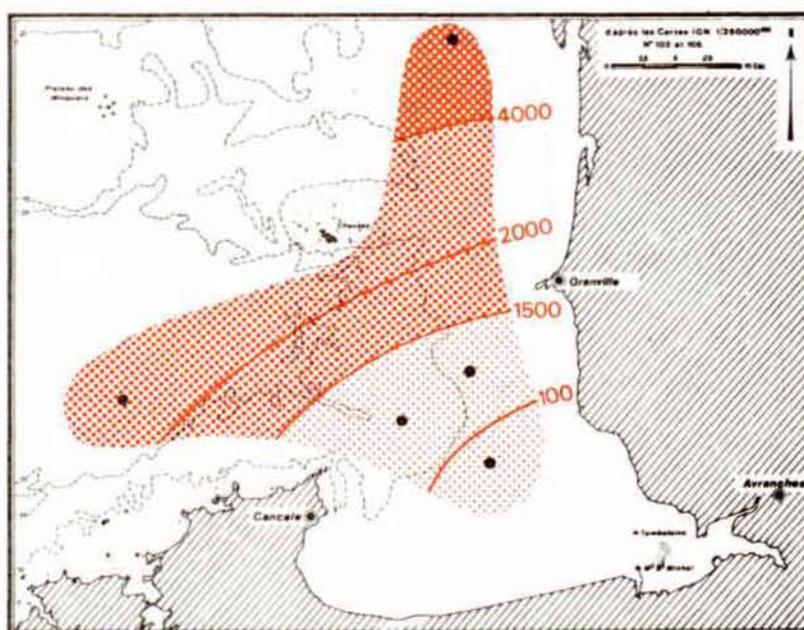
GOLFE NORMANO-BRETON

Fig. IV 15

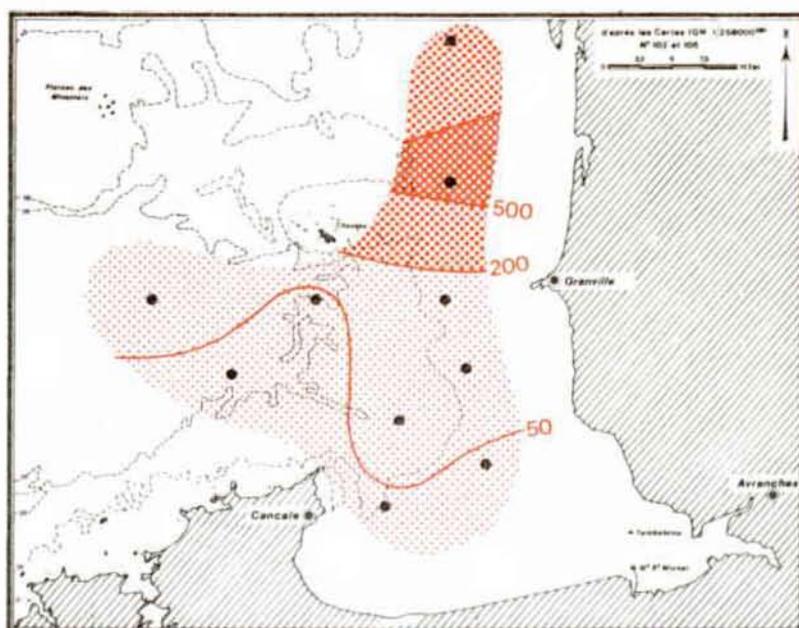
VARIATIONS SPATIALES
d'*Oikopleura dioica*

N/10m³

← 25 AVRIL 1980



9,10,11 AOUT 1980 →

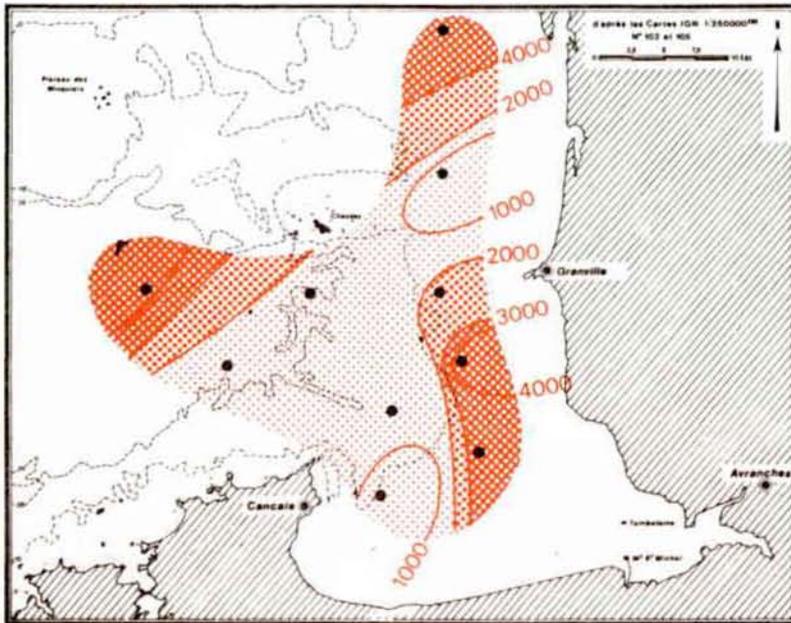


← 18,19 SEPTEMBRE 1980

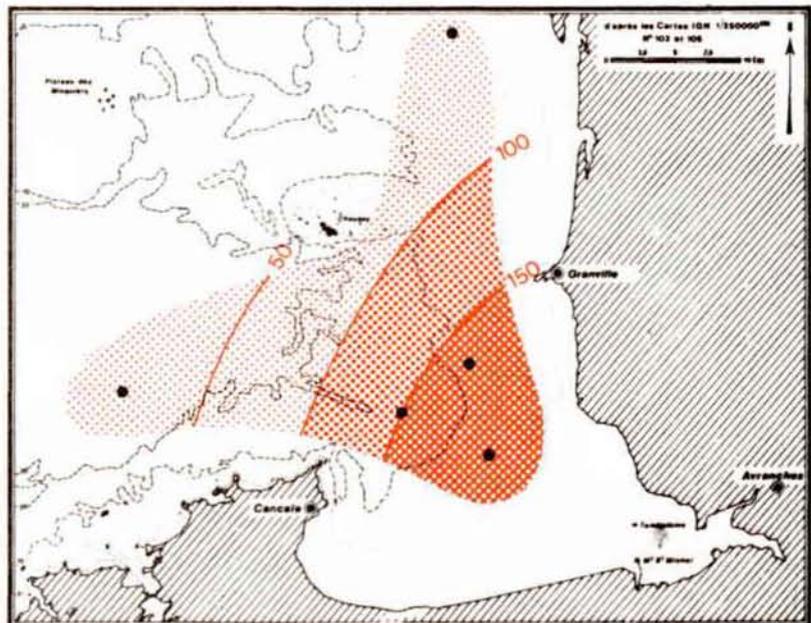
GOLFE NORMANO-BRETON

Fig. IV 16

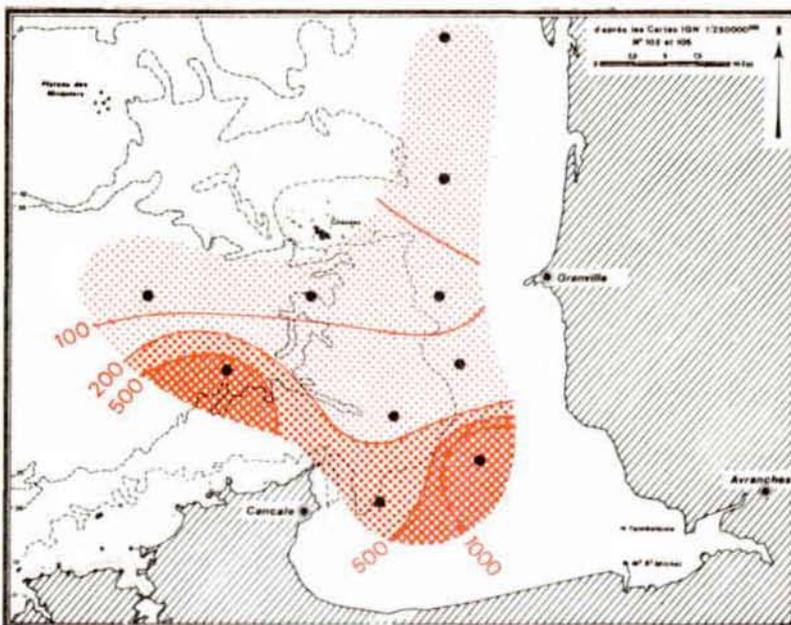
VARIATIONS SPATIALES
des Nauplii de CIRRIPEDES

N/10m³

← 25 AVRIL 1980

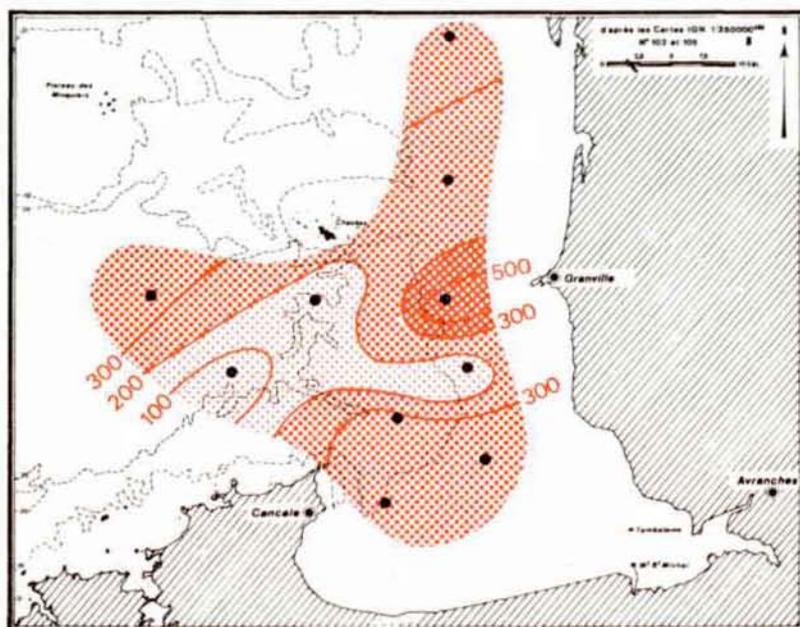


9,10,11 AOUT 1980 →

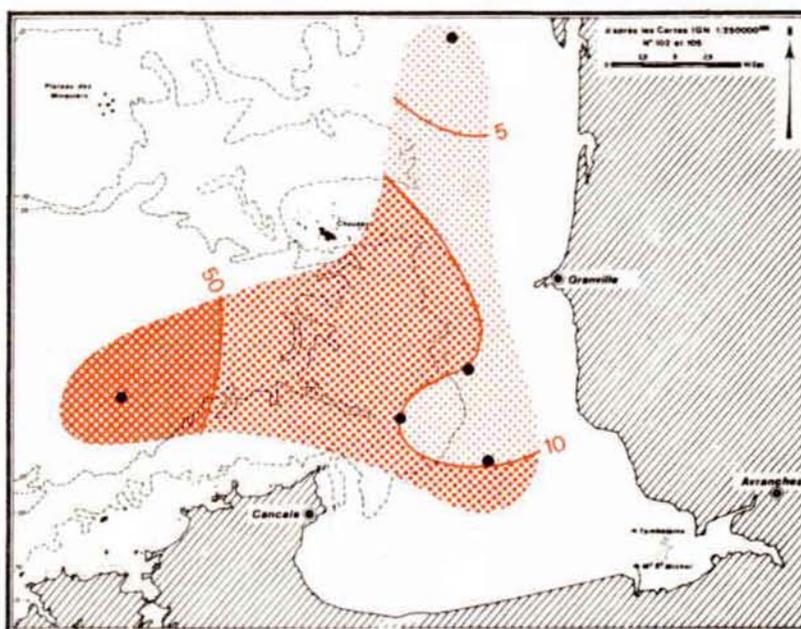


← 18,19 SEPTEMBRE 1980

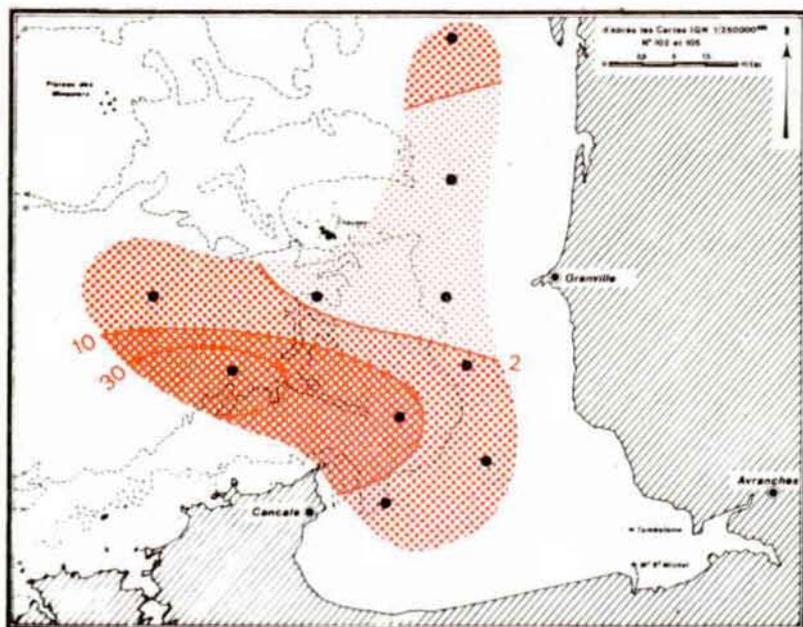
VARIATIONS SPATIALES
des Cypris de CIRRIPEDES

N/10m³

← 25 AVRIL 1980



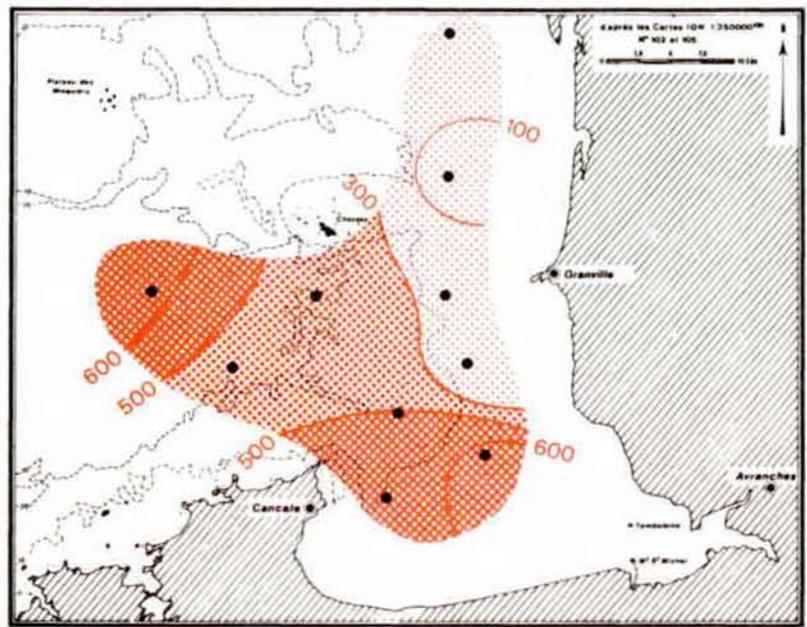
9,10,11 AOUT 1980 →



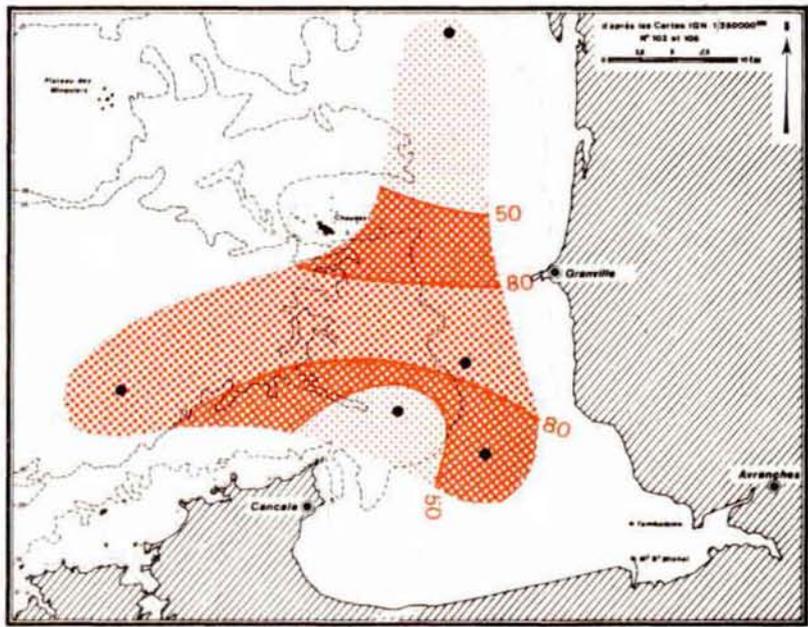
← 18,19 SEPTEMBRE 1980

VARIATIONS SPATIALES
du Nombre total d'ANNELIDES

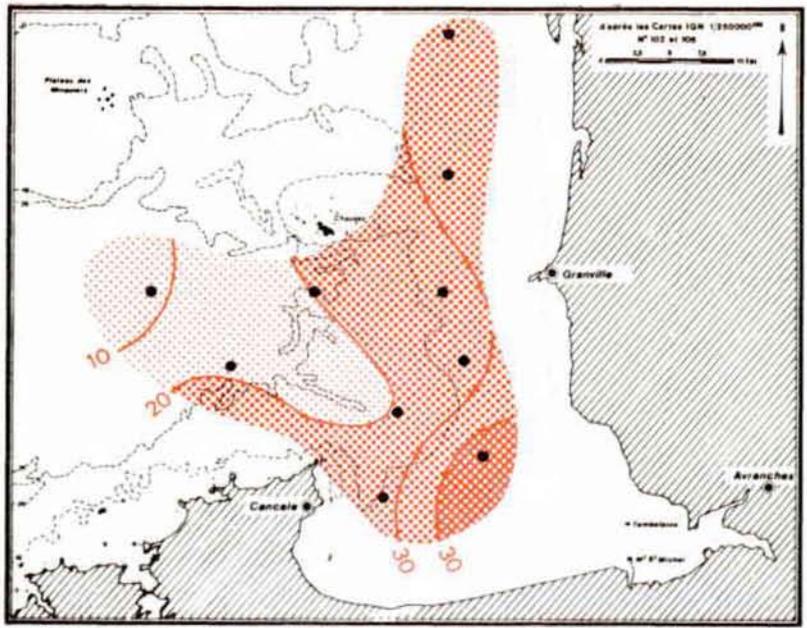
N/10 m³



← 25 AVRIL 1980



→ 9,10,11 AOUT 1980



← 18,19 SEPTEMBRE 1980

En août, et surtout en septembre, elles sont moins nombreuses, et dominées par les larves de Spionidés, particulièrement abondantes dans la zone côtière, à proximité de la baie.

Les larves de *Lanice conchilega*, en avril, (fig. IV.19) se répartissent selon un gradient croissant vers le large, avec une densité élevée (>400 individus/10m³) devant Cancale (station 3). Les densités trouvées sont plus élevées qu'à Flamanville à cette époque de l'année qui correspond à son maximum annuel d'abondance comme pour les Cirripèdes. Cette espèce nous paraît présenter une sensibilité particulière dans le cadre d'un projet marémoteur.

5) Répartition spatiale des Cténaïres (fig. IV.20)

Pleurobrachia pileus est l'espèce la plus abondante. On la trouve en septembre très localisée devant Granville et en avril au niveau de la presqu'île de Cancale. Cette espèce de grande taille, à régime carnivore, est rare dans la baie du Mont-St-Michel.

6) Répartition spatiale des larves de bivalves (fig. IV.21)

Les larves véligères des bivalves sont particulièrement abondantes en avril, à l'intérieur de la baie (station 4). La très grande densité atteinte retient notre attention. Ces larves méroplanctoniques sont susceptibles d'être affectées par une modification des marées, consécutive à un aménagement marémoteur. Elles peuvent correspondre aux nombreux bancs de moules fixés sur les supports rocheux, et, éventuellement, aux praires qui font l'objet d'une exploitation économique.

7) Répartition spatiale des oeufs de Poissons (fig. IV.22)

Nous observons la présence en quantité importante d'oeufs de Poissons à l'intérieur de la baie (station 4). Il conviendra de déterminer à quelles espèces ils peuvent être attribués, et si l'abondance trouvée correspond à une zone de frayère ou de nurserie. La question se pose de savoir, dès lors, si un aménagement marémoteur pourrait constituer une barrière aux trajets des géniteurs et des alevins.

8) Répartition spatiale des Cnidaires (fig. IV.23)

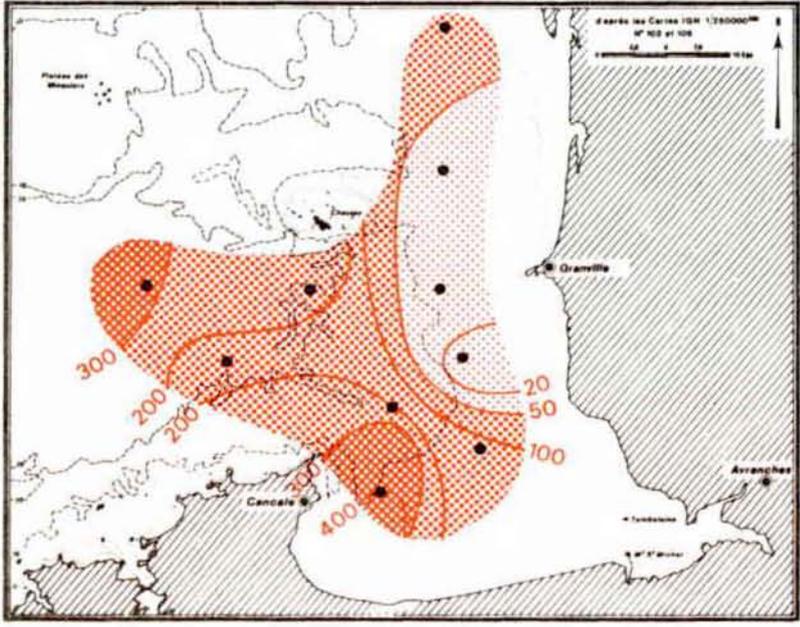
Les espèces *Phialidium hemisphericum* et *Obelia* sp. sont les hydroméduses les plus représentées, essentiellement en août et septembre.

GOLFE NORMANO-BRETON

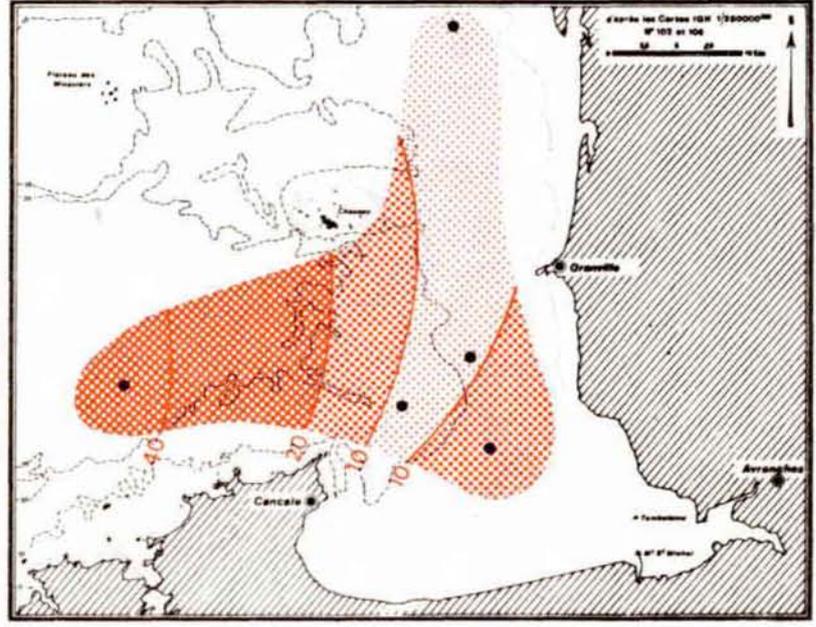
Fig. IV 19

VARIATIONS SPATIALES de *Lanice conchilega*

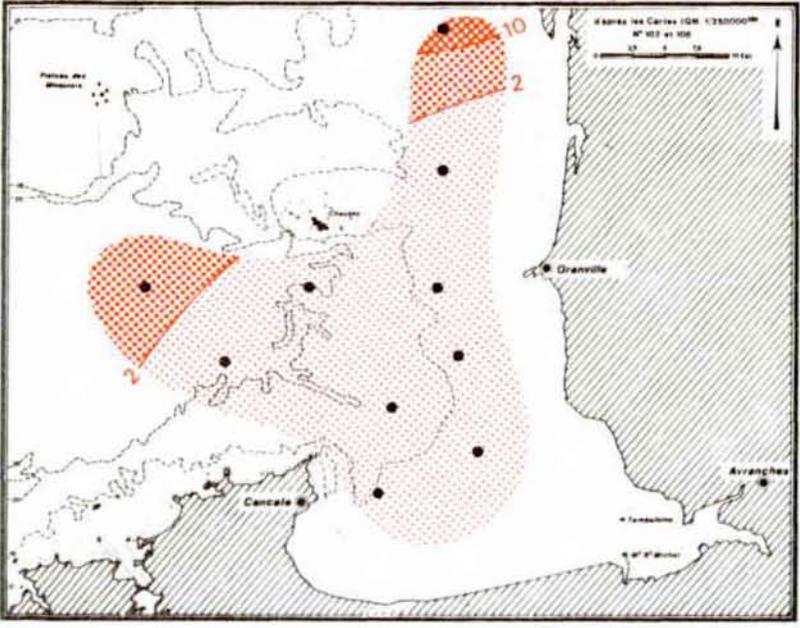
N/10 m³



← 25 AVRIL 1980



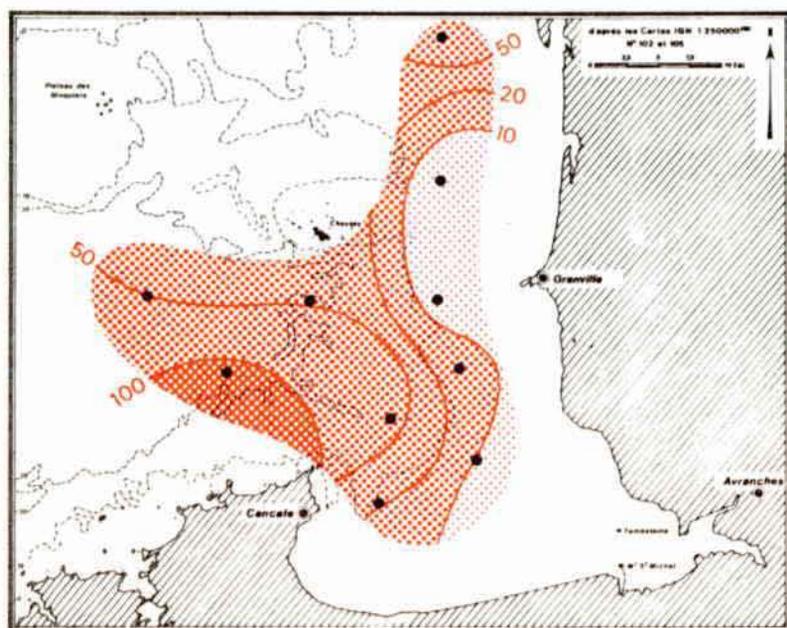
→ 9,10,11 AOUT 1980



← 18,19 SEPTEMBRE 1980

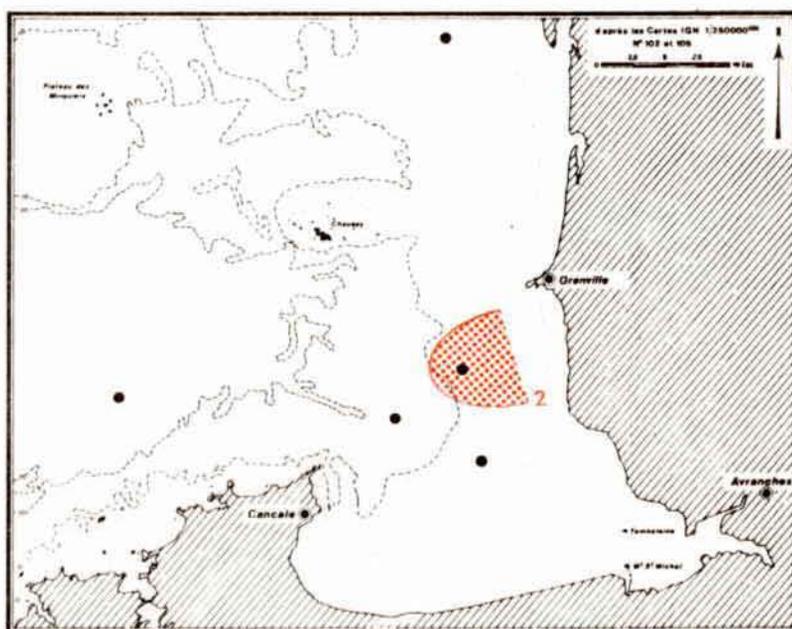
VARIATIONS SPATIALES
du Nombre total de CTENAIRES

N/10m³

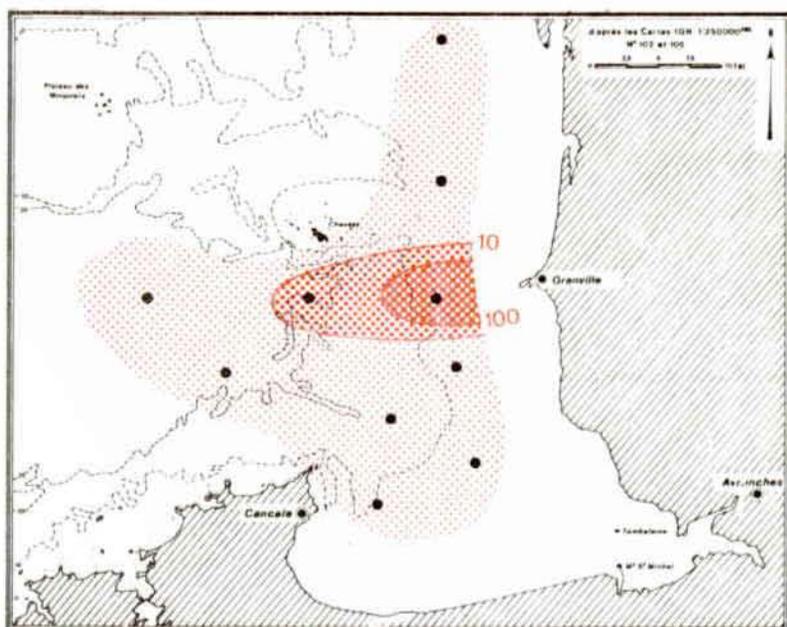


← 25 AVRIL 1980

9,10,11 AOUT 1980 →



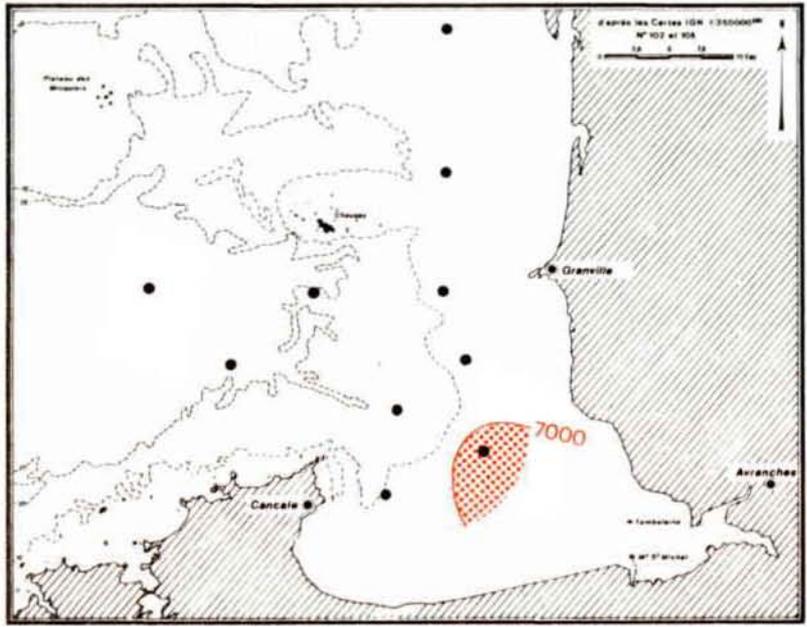
← 18,19 SEPTEMBRE 1980



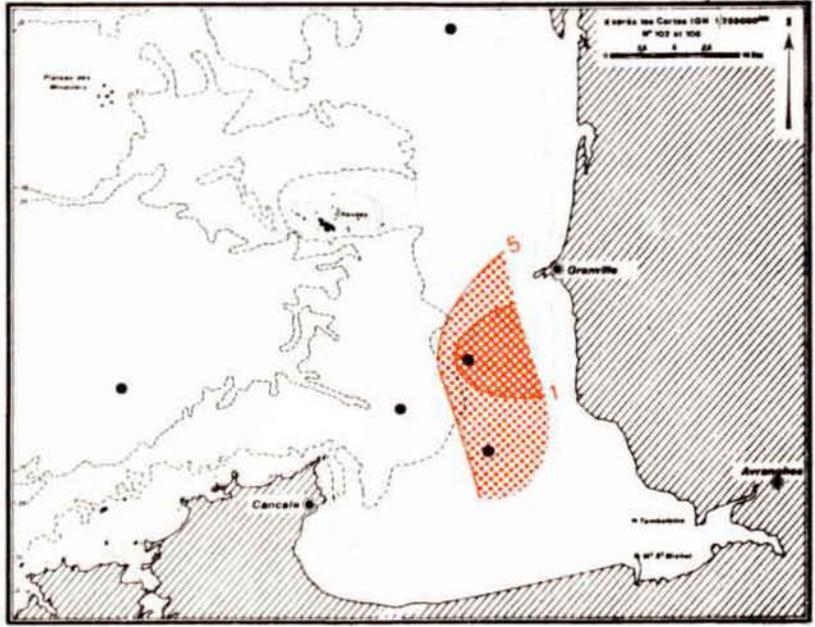
VARIATIONS SPATIALES
du Nombre total de BIVALVES

N/10 m³

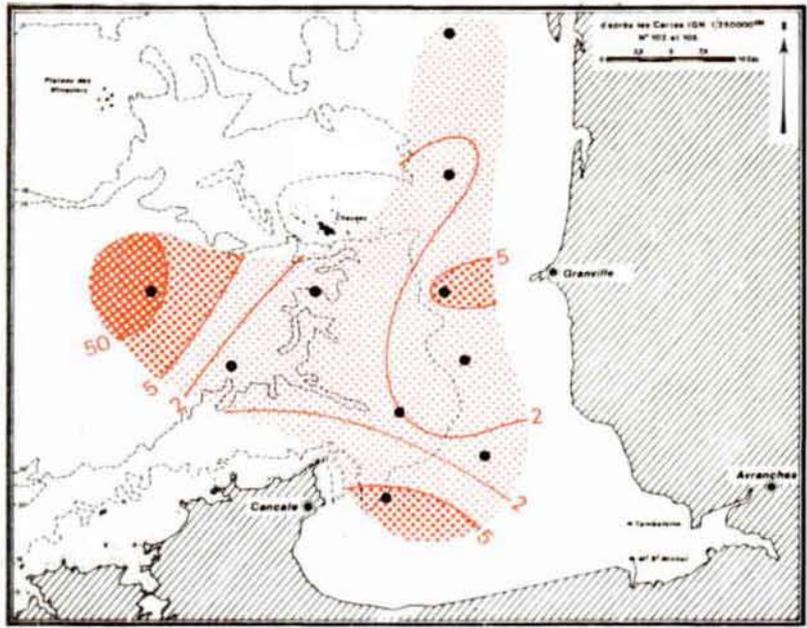
← 25 AVRIL 1980



→ 9,10,11 AOUT 1980



← 18,19 SEPTEMBRE 1980

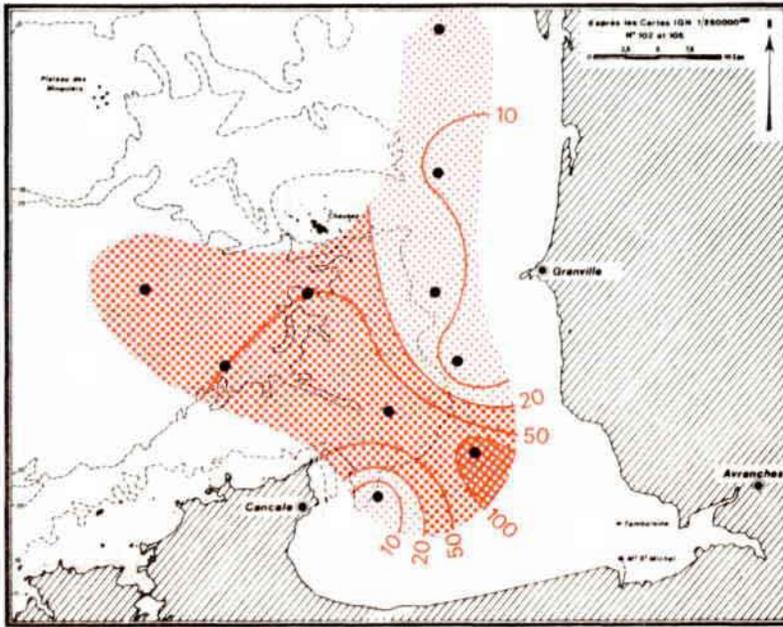


GOLFE NORMANO-BRETON

Fig. IV 22

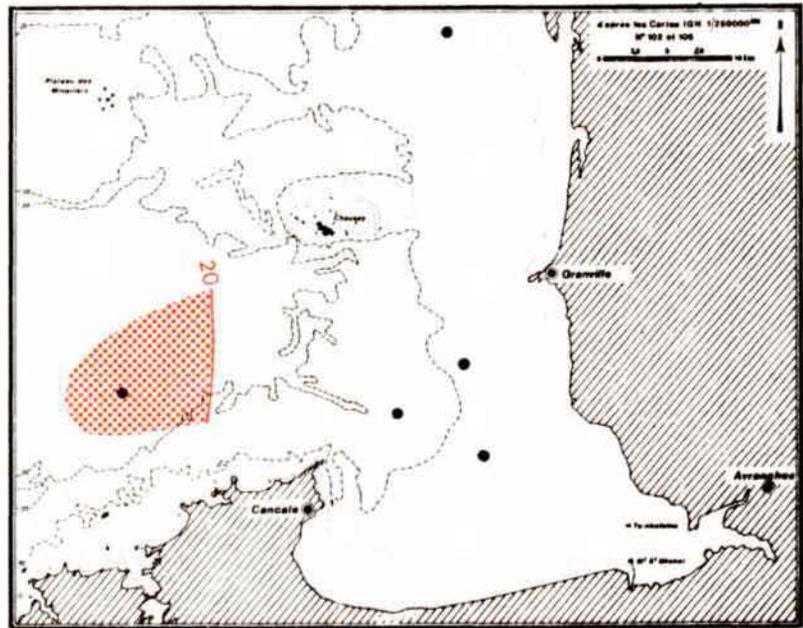
VARIATIONS SPATIALES des OEUFs de POISSONS

N/10m³

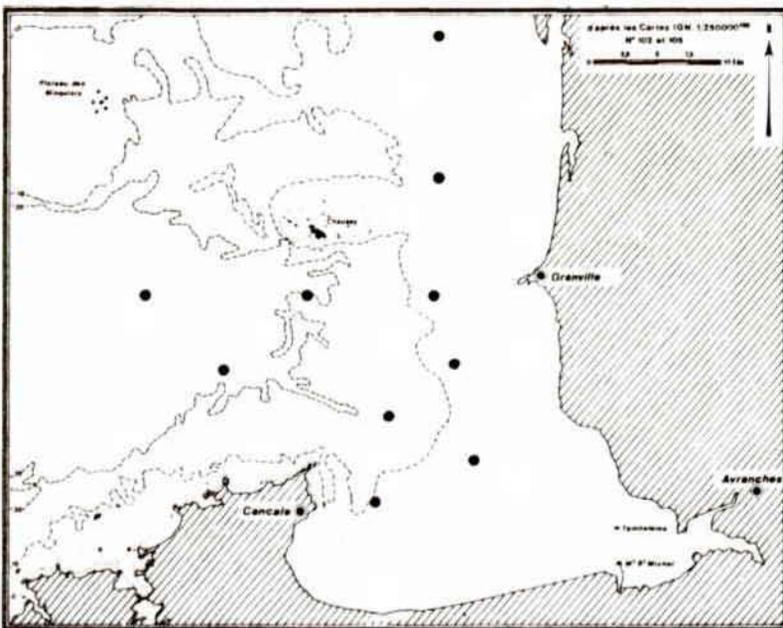


← 25 AVRIL 1980

9,10,11 AOUT 1980 →



← 18,19 SEPTEMBRE 1980



Les stades juvéniles de *Phialidium hemisphericum* et *Phialella quadrata*, très ressemblants, ont été réunis sous la rubrique "Leptoméduses juvéniles" (BODO, 1963). Leur répartition les situe davantage devant Coutainville (station 10), tandis qu'elles sont rares aux stations de la baie.

Obelia sp. au contraire est plus abondante dans la baie (stations 2 et 4) qu'au large.

9) Larves de Crustacés

Les larves de Crustacés décapodes les plus représentatives du site sont les Paguridés en septembre, les larves de Porcellanes en août-septembre, les larves de Brachyours en avril et les larves Thalassinides en août-septembre.

Les larves de Paguridés présentent à Flamanville un maximum annuel en février et restent présents toute l'année. C'est en septembre que nous les trouvons le plus au large (station 5) et très peu dans la baie du Mont-St-Michel. Les larves de Porcellanes sont également peu représentées dans la baie du Mont-St-Michel et plus abondantes aux stations côtières (5 ou 9). Les larves de Brachyours (Zoe et Mégaloce) sont les stades juvéniles des crabes ou araignées de mer adultes, pêchés couramment et exploités. On les trouve en avril, surtout aux stations 1, 5 et 6, c'est-à-dire au Nord de la région St-Malo - Cancale. Enfin, les larves de Thalassinides sont plus abondantes au large et assez rares en baie du Mont-St-Michel.

VI) CONCLUSION

Les principaux organismes dont on a montré les répartitions spatiales, seront étudiés de façon plus approfondie dans le rapport définitif de fin d'étude.

D'ores et déjà, on peut distinguer des organismes présents au large et rares dans les eaux très côtières, et ceux qui sont au contraire plus abondants aux stations de l'intérieur de la baie du Mont-St-Michel.

- Organismes zooplanctoniques présents dans les eaux du large :

- . la plupart des Copépodes calanoïdes,
- . *Oikopleura dioica* (en août et septembre),
- . Cténaires,
- . *Obelia* sp. (Cnidaires),
- . les larves de Crustacés décapodes.

→ Organismes abondants dans la baie du Mont-St-Michel :

- . larves d'Annélides : en août et surtout en septembre pour les larves de Spionidés,
- . *Oikopleura dioica* : très abondant à la station 4, en avril,
- . Crustacés Cirripèdes : en avril et surtout en septembre,
- . Larves de Bivalves : en avril à la station 4,
- . Oeufs de Poissons.

Les organismes rencontrés ont été, pour la plupart, recensés dans le cadre de l'étude de projet réalisée sur le site de Flamanville (1979).

Pour certaines espèces les effectifs des organismes sont supérieurs (en N/10m³). Il en est de même pour les paramètres de la biomasse. Il ressort de cette observation que, pour certaines espèces, la zone de la baie du Mont-St-Michel est productive. Ceci est à mettre en relation avec la chlorophylle et sera détaillé dans le rapport final.

B I B L I O G R A P H I E

- ARNAL O., 1979, Biomasse du zooplancton. Etude écologique du site de Flamanville. Rapport général CNEOX/EDF, juin 1979 : pp. 124-135.
- LE BORGNE R., 1975, Equivalences entre les mesures de biovolume, poids sec sous cendre, carbone, azote et phosphore, du mésozooplancton de l'Atlantique tropical. *Cah. ORSTOM* Série OCEANO, Vol. XIII, 3 : pp. 179-196.
- LE FEVRE-LEHOERFF G., 1979, Copépodes, Mysidacés, Appendiculaires. Etude écologique du site de Flamanville. Rapport général CNEOX/EDF, juin 1979, pp. 164-219.
- TOULARASTEL F., 1979, Méroplancton et Chaetognathes. Etude écologique du site de Flamanville. Rapport général CNEOX/EDF, juin 1979 : pp.146-162.

Tableau IV.1

Station	Poids sec (mg/m ³)	Carbone organique		Azote organique		C/N
		%	mg/m ³	%	mg/m ³	
1	43,79	25,30	11,08	5,6	2,45	4,53
1	21,70	39,00	8,49	8,9	1,93	4,40
2	8,52	24,70	2,10	4,8	2,41	5,13
2	7,09	28,80	2,04	5,5	0,09	5,25
3	10,36	23,30	5,81	4,6	1,07	5,11
4	35,76	18,70	6,69	3,8	1,36	4,96
4	22,24	20,90	4,65	4,9	1,09	4,27
5	21,61	37,7	8,15	9,2	1,99	4,08
6	18,70	35,7	6,68	8,4	1,57	4,27
6	18,94	36,4	6,89	8,6	1,63	4,22
7	18,67	19,7	3,68	3,7	0,69	5,37
8	12,00	38,6	4,66	9,3	1,12	4,16
9	40,48	16,9	6,84	3,6	1,46	4,72
10	13,59	38,6	5,25	8,6	1,17	4,50
10	13,81	37,2	5,14	8,0	1,12	4,59

CAMPAGNE GNB 1 : 25 avril 1980

Station	Poids sec (mg/m ³)	Carbone organique		Azote organique		C/N
		%	mg/m ³	%	mg/m ³	
1	13,4	26,3	3,53	4,9	0,66	5,33
2	4,8	12,3	0,59	2,2	0,11	5,54
4	8,2	29,8	2,44	6,1	0,50	4,86
10	23,0	38,5	8,86	9,5	2,12	4,03
11	25,6	32,9	8,42	7,8	2,00	4,24
12	26,3	34,9	9,18	7,8	2,05	4,48
13	61,2	36,2	22,5	8,8	5,19	4,13
14	37,8	42,4	16,03	9,9	3,74	4,27
16	53,1	44,5	22,04	10,1	5,36	4,10
17	46,5	39,6	18,41	9,2	4,28	4,30
18	38,0	55,1	13,34	7,4	2,81	4,74

CAMPAGNE GNB 2 : 9-10-11 août 1981

47

CHAPITRE V

PHYTOBENTHOS

par

T. BELSHER

avec la collaboration technique de

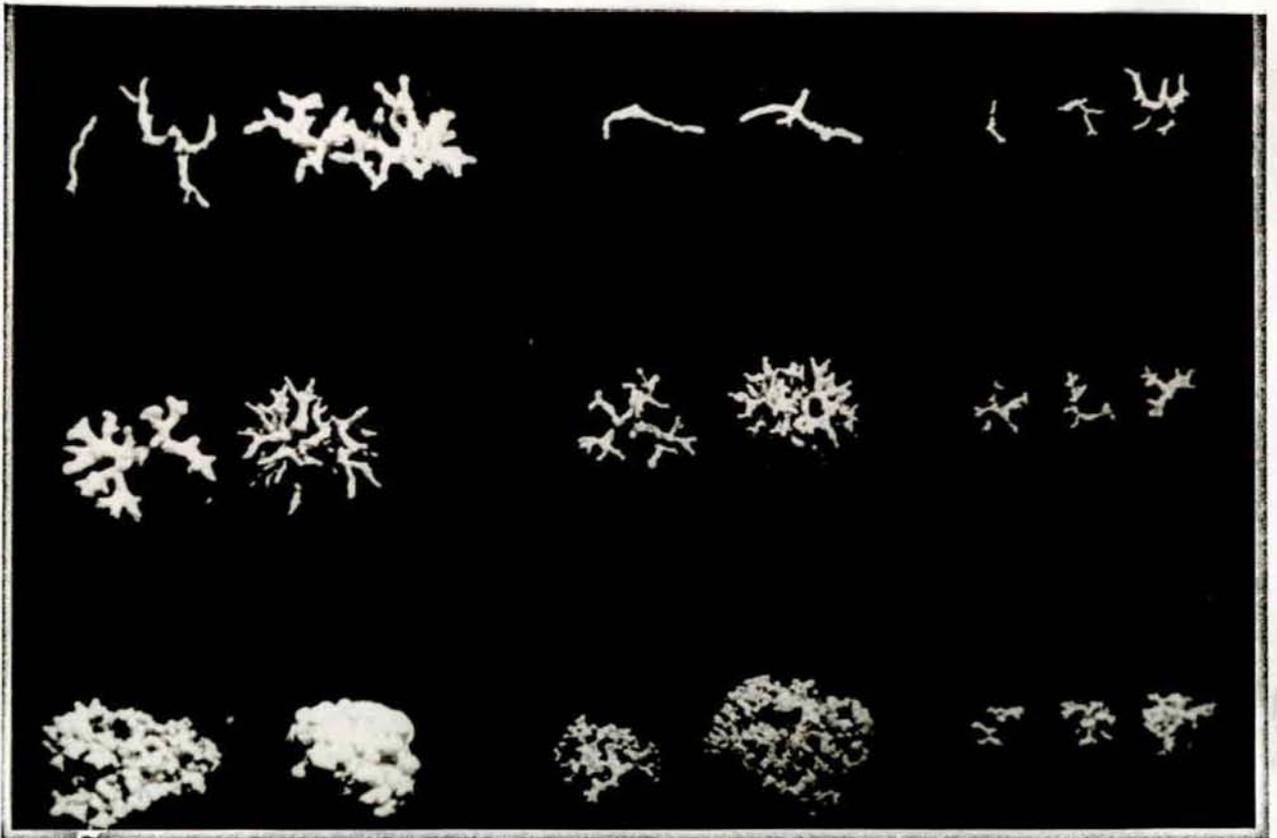
L. DREVES
Y. GUENEGAN
C. LE ROUX

LES GISEMENTS DE MAERL DU GOLFE NORMANNO-BRETON ET LEURS CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

I. CARACTERES GENERAUX DU MAERL

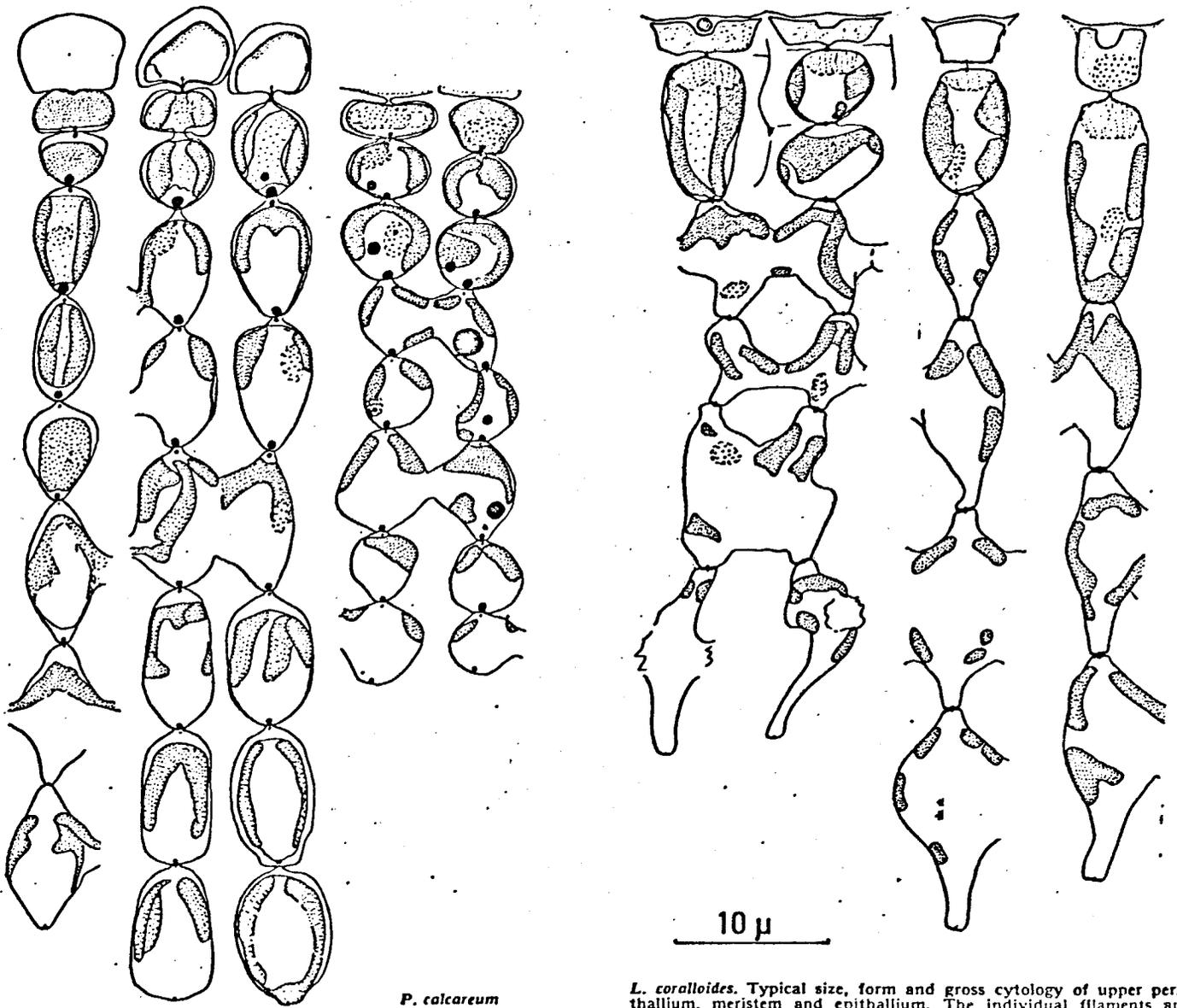
1. DEFINITION

La dénomination de "maërl" est appliquée, en Manche, à un sédiment calcaire essentiellement constitué par deux espèces d'algues Rhodophycées (Cryptonemiales, Corallinacées) : *Lithothamnium calcareum* et *Lithothamnium corallioides* (photo V.1, tableau V.1 et figure V.1) (photo J. CABIOCH).



<i>Lithothamnium calcareum</i>	<i>Lithothamnium corallioides</i> var. <i>corallioides</i>	<i>Lithothamnium corallioides</i> var. <i>minima</i>
--------------------------------	---------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------

Photo V .1 : *Lithothamnium calcareum* et *Lithothamnium corallioides*
var. *corallioides* et var. *minima*



P. calcareum

L. coralloides. Typical size, form and gross cytology of upper perithallium, meristem and epithallium. The individual filaments are actual examples, but were selected to show the approximate variation in the plant populations at Vigo. Staining: phosphotungstic hematoxylin

Figure V .1 : Coupes dans *Lithothamnium calcareum* (*P. calcareum*) et *Lithothamnium corallioides* (*L. coralloides*) in ADEY et Mc KIBBIN, 1970

	<i>L. calcareum</i> (Pall.) Areschoug	<i>L. corallioides</i> Crouan
Diamètre des rameaux	supérieur à 1,5 mm dans les formes ramifiées	toujours inférieur à 1,5 mm - 1,8 mm
Couleur du thalle	rose violacé	rose vif
Cellules médullaires (taille)	16 à 18 μ / 10 μ	20-25 à 30-35 μ / 8 à 12 μ
Cellules médullaires (forme)	ovoïdes	rectangulaires

Tableau V.1 : Principaux caractères des deux espèces
L. calcareum et *L. corallioides*
(d'après J. CABIOCH, 1966).

Ces Corallinacées, libres et branchues, s'agglomèrent en accumulations qui peuvent, suivant leur importance, être exploitées, leur teneur en calcaire étant très élevée.

En mourant, ces Corallinacées perdent leurs pigments et leurs épiphytes et passent du rose à une teinte blanchâtre.

2. REPARTITION

Les fonds de maërl sont mondialement répartis mais constitués par des espèces différentes selon les régions. Ils ont été identifiés en particulier, le long des côtes européennes, de la Norvège au Portugal, mais sont également présents en Adriatique, Méditerranée et dans le Pacifique.

3. HABITAT

Les algues constitutives du maërl peuvent vivre jusqu'à - 43 m en Manche (LEMOINE, 1940). Mais généralement, elles sont rencontrées à plus faible profondeur, dans des régions peu ensablées de la zone côtière (CABIOCH, J., 1970). Des arbuscules vivants ont été recueillis entre - 5 m et - 20 m entre le Cotentin et l'île de Jersey (HOMMERIL, 1965a et 1967b).

A titre indicatif, mentionnons qu'en mer Egée, dans des eaux très claires, J. M. PERES (1961) les signale par - 180 m. Cette formation végétale, qui peut donc se manifester à diverses profondeurs, apparaît très dépendante de la lumière.

La proportion du sable et de gravier semble influencer sur les formes et les variétés écologiques décrites des deux espèces constitutives. On distingue ainsi, sur nos côtes :

- a) Les fonds à *Lithothamnium corallioides* var. *corallioides* généralement mêlés de *L. calcareum*, et accompagnés de sable coquillier grossier.
- b) Les fonds à *L. corallioides* var. *minima*, accompagnés de sable fin.

Ces deux types de fonds, bien distincts, ne se mélangent pas (CABIOCH, J., 1970).

Les gisements de maërl sont baignés par une eau de fond toujours marine ainsi que l'atteste également la nature de leur épiflore, mais ils se localisent, semble-t-il, de préférence dans les régions abritées de la houle, parcourues par des courants relativement forts (CABIOCH, L., 1968, CABIOCH, J., 1970).

4. REPRODUCTION ET DEVELOPPEMENT

Les deux espèces se multiplient généralement par spores (carpospores et tétraspores), rarement par la voie végétative. Le schéma suivi est alors celui du cycle classique trigénétique de la plupart des Rhodophycées.

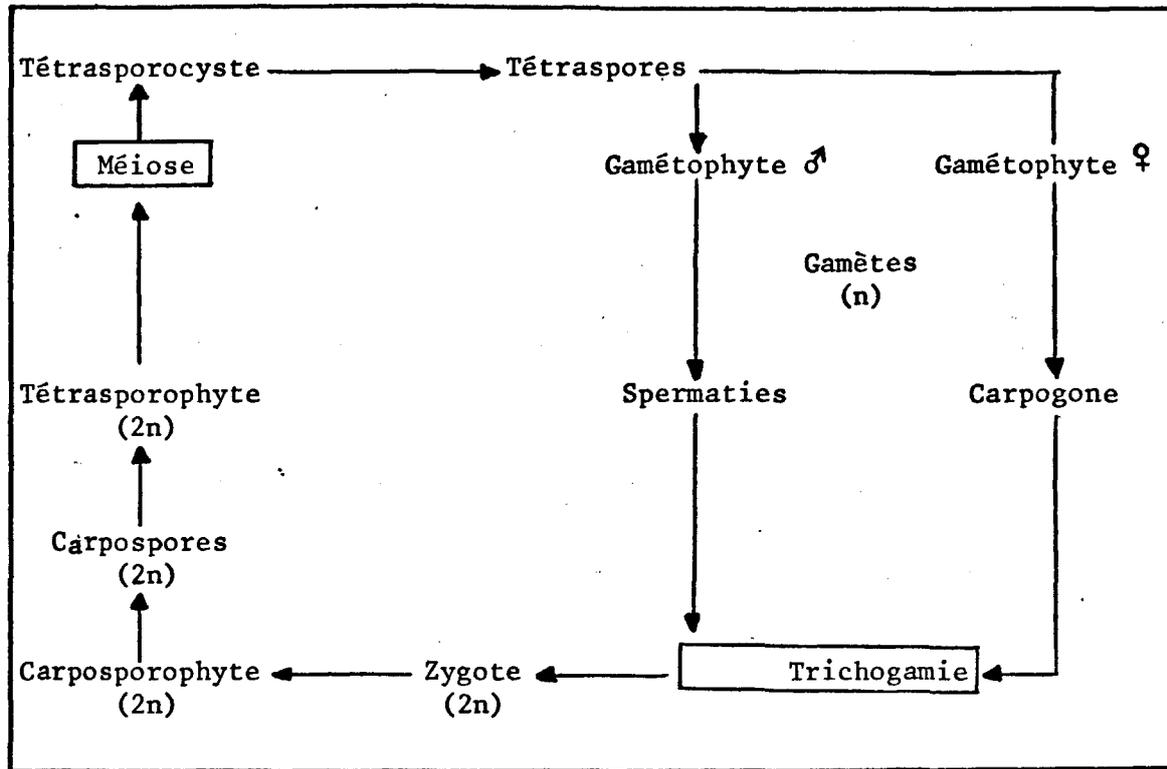
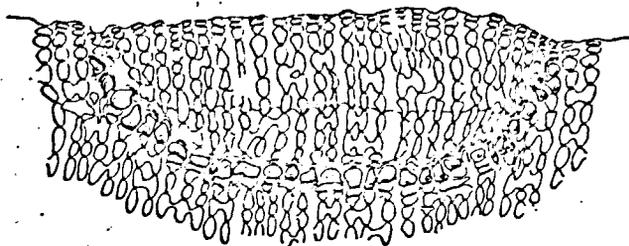
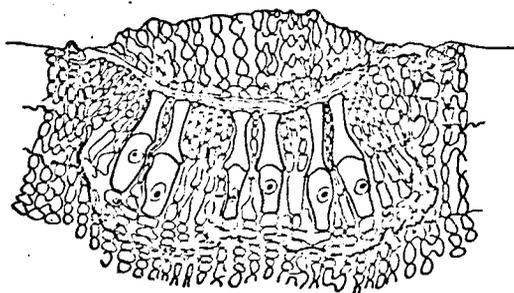


Figure V .2 : Cycle trigénétique des RHODOPHYCEES

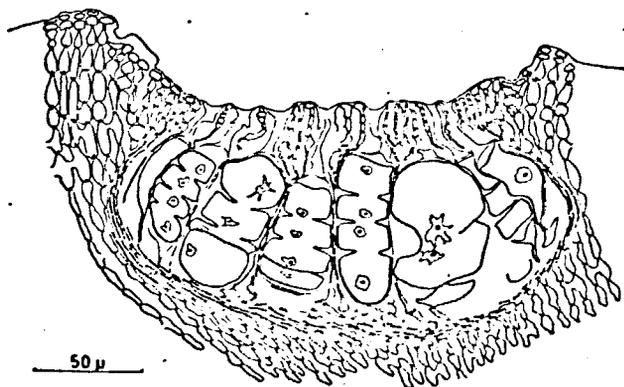
Le rythme d'apparition des conceptacles, où se localisent les éléments reproducteurs (fig. V.3) s'effectue suivant un rythme extrêmement lent (environ 5 ans). Les spores, non calcifiées se fixent sur un support de taille moyenne, gravier ou coquille. La calcification apparaît, comme chez toutes les Corallinacées, peu de temps après la segmentation. Les thalles jeunes toujours sous la forme de croûtes peu épaisses, englobent souvent complètement leur support. Au bout de quelque temps, de nombreuses protubérances apparaissent à la surface de cette croûte : ce sont les ébauches de jeunes branches (fig. V.4).



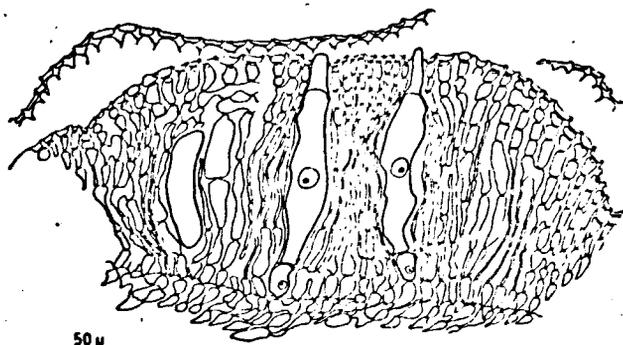
P. calcareum, primordial asexual conceptacle. The primordium is produced adventitiously, centrally eight to ten cells deep in the perithallium. The cells of the overlying conceptacle cap degenerate and are sloughed off largely as a unit



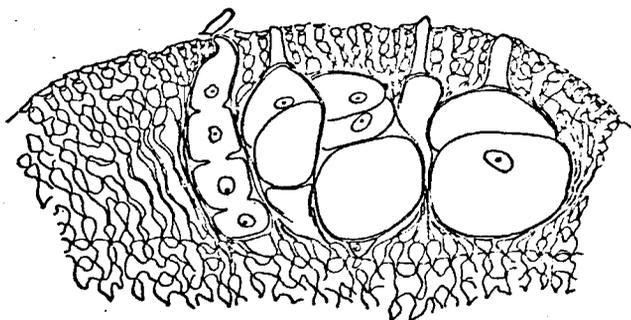
P. calcareum, mid-stage asexual conceptacle. The spore mother cells have developed the upper wall thickenings characteristic for the tribe Lithothamnieae



P. calcareum, mature asexual conceptacle. The roof ring characteristic of the genus and generally conspicuous from the surface, is developed from laterally ingrowing tissue

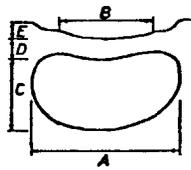


L. coralloides, mid-stage asexual conceptacle. The sloughing-off epithallium (conceptacle cap) is attached at both ends and continuous with the lateral vegetative epithallium

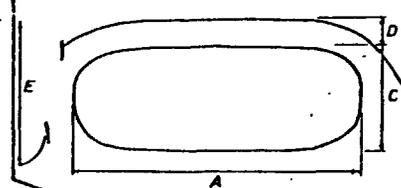


L. coralloides, mature asexual conceptacle

P. calcareum



L. coralloides

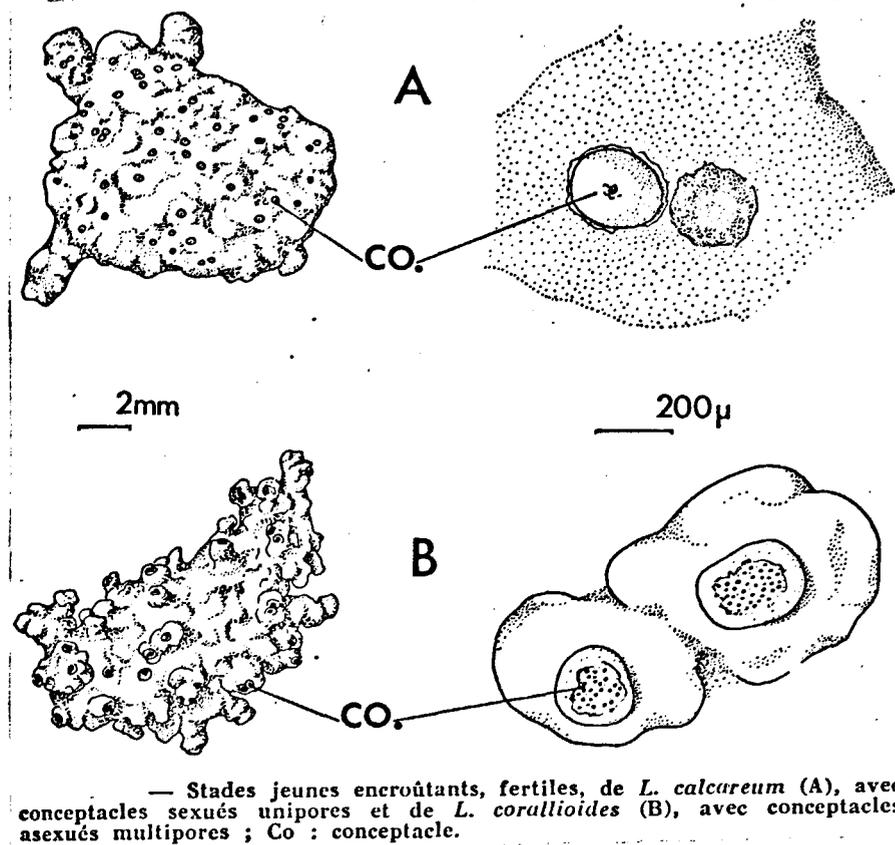


	A	B	C	D	E	A	C	D	E
min	124	152	50	54	96	104	104	104	104
mean	126	152	50	54	96	104	104	104	104
max	126	152	50	54	96	104	104	104	104

Minimum, mean and maximum asexual conceptacle measurements (μ)

Figure V.3 : Coupes de conceptacles de *L. calcareum* (*P. calcareum*) et de *L. coralloides* (*L. coralloides*)

in ADEY et Mc KIBBIN, 1970



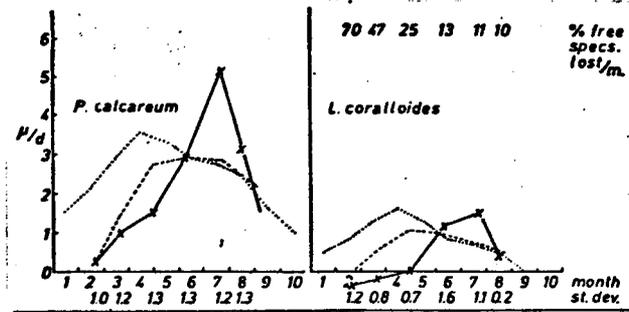
— Stades jeunes encroûtants, fertiles, de *L. calcareum* (A), avec conceptacles sexués unipores et de *L. corallioides* (B), avec conceptacles asexués multipores ; Co : conceptacle.

Figure V.4 : in CABIOCH, J., 1970

Après avoir atteint près de 1/2 cm de long, elles se détachent, une zone de moindre résistance s'étant formée à leur base où se sont fixées, en outre de nombreux organismes perforants. Elles vont alors mener une vie libre après cicatrisation de la cassure originelle et se ramifier plus ou moins abondamment (CABIOCH, J., 1970).

5. VITESSES DE CROISSANCE

Peu d'expériences ont été réalisées. Des spécimens des deux espèces appartenant à des stations situées entre - 5 et - 6 m, dans le Ria de Vigo, ont été régulièrement mesurés (ADEY et Mc KIBBIN, 1970). Les résultats moyennés sont exprimés en μ/jour. (fig. V.5).



In situ, "ideal" and "ideal-corrected" growth rates for single branch tips of *P. calcareum* and *L. coralloides* at 5.5 meters, Ria de Vigo

Figure V.5 : Mesures de croissance de *L. calcareum* (*P. calcareum*) et *L. coralloides* (*L. coralloides*). In ADEV et Mc KIBBIN (1970).

D'une manière générale, la croissance est nulle, ou faible, durant l'hiver, maximale en juin et juillet. Durant cette dernière période, la vitesse de croissance peut atteindre 5 μ /jour pour *L. calcareum* (*P. calcareum*), soit environ 1 mm/an.

Nous figurons ici une espèce de taille moyenne :



quel est son âge ?

Actuellement, l'exploitation des gisements, telle qu'elle est menée, n'est pas compensée par la production.

6. DUREE DE VIE

Il est admis habituellement que les Corallinacées sont des algues pérennantes. Cependant, à l'exception de quelques observations sur leur vitesse de croissance, on ne possède actuellement que peu de données sur leur durée de vie...

La plupart des Corallinacées à thalle épais ont une croissance généralement lente et leur développement se poursuit durant plusieurs dizaines d'années. Il arrive alors qu'une portion plus ou moins importante des thalles meure chaque été, la croissance reprenant au retour de la saison froide, à partir des régions demeurées intactes (CABIOCH, J., 1971).

7. PEUPELEMENT ASSOCIE ET IMPORTANCE BIOLOGIQUE

Les thalles de maërl vivants offrent à la fixation des spores et des larves de larges possibilités d'abri. Ils réagissent, en outre à l'apparition d'un hôte à leur surface en émettant des formations cicatricielles qui consolident la fixation de l'épibiote. L'épiflore (160 espèces dénombrées pour la côte nord du Finistère) connaît un développement estival important caractérisé par un cortège d'espèces le plus souvent filamenteuses, dont l'ensemble définit une véritable association. Durant la saison froide, un micro-peuplement persiste à la surface des arbuscules calcaires. Il est constitué d'espèces de petite taille, généralement inférieures à 1 cm (bases de *Dicotyota*, de *Calliblepharis ciliata*, thalles de *Rhodothamniella floridula*, *Gelidiella* sp., *Cordylecladia erecta*, *Brongniartella byssoides*) qui se multiplient activement par bouturage et ont un rôle important dans le maintien et l'agglomération du sédiment.

Quant aux thalles morts, ils sont pratiquement dépourvus d'épiflore, à l'exception cependant d'une espèce encroûtante, le *Dermatolithon hapalitioides* (Crouan) Foslie. Le développement de l'épiflore entraîne la présence, sur le maërl, d'une abondante faune d'espèces herbivores, elle-même accompagnée d'un cortège de prédateurs (CABIOCH, J., 1969, 1970). Il apparaît donc que les fonds de maërl représentent une véri-

table biocénose, à caractère infralittoral en Manche, circalittoral en Méditerranée et dont la richesse biologique en fait un maillon important de la chaîne alimentaire.

8. UTILITE ET IMPORTANCE ECONOMIQUE

Le maërl apparaît comme un sédiment calcaire souvent très pur, constitué d'un mélange de carbonate de calcium et de carbonate de magnésium. La proportion du premier élément, par rapport au second, est environ dix fois plus forte (DUVAL, 1966).

La texture cellulaire du maërl, finement poreuse, présente l'avantage d'une dissolution et d'une dégradation lentes (environ 6 ans) après la mort de l'algue qui en fait un amendement très recherché pour l'amélioration des terres siliceuses. La calcification affecte toutes les cellules du thalle à l'exclusion des éléments reproducteurs. Elle apparaît sous la forme de petits cristaux de calcite qui se disposent dans la paroi cellulosopectique et s'orientent perpendiculairement à sa surface. Ils sont sécrétés par la cellule et associés à du carbonate de magnésium sous la forme d'une solution solide (CABIOCH, J., 1970).

Pour plusieurs raisons (nitrification faible, milieu défavorable à l'absorption du phosphore, du potassium, du magnésium, du calcium, déficience en magnésium et en molybdène, toxicités en aluminium et en manganèse), les sols acides défavorisent la croissance des plantes et n'autorisent pas de bons rendements en agriculture. Aussi est-il nécessaire d'apporter de la chaux qui agit sur la chimie, la microflore, les propriétés physiques du sol et les plantes.

Le maërl figure parmi les principaux produits capables de neutraliser les sols acides et de maintenir un bon état calcique. Pour optimiser son utilisation, le maërl est au préalable finement broyé : sa solubilité carbonique devient alors totale. La teneur en CaO d'un bon maërl avoisine 45 %. (tableau V .2.).

Amendements calcaires	Maërl		Trez des plages du Finistère	Calcaires dolomitiques de la Mayenne		
	Glénan	Paimpol		Neau	Montsûrs (carrière Buron)	Saint-Pierre sur-Orthe (La Boissière)
CaCO ₃ en pour cent	82 à 85	77 à 78	18 à 70	56	58	71,5
soit						
CaO en pour cent	46 à 48	43 à 43,5	10 à 39	31,5	32,5	40
soit						
MgCO ₃ en pour cent	8,4 à 9,4	7,3	2,1 à 3,0	39	40	10,5
soit						
MgO en pour cent	4,0 à 4,5	3,5	1,0 à 1,4	18,5	19	5
Cuivre total en g de Cu par tonne ...	4	4	2 à 4	3	4,5	4
Manganèse total en g de Mn par tonne	100	200	150	320	340	300

Tableau V.2 : Composition chimique des calcaires marins de la Bretagne et des calcaires dolomitiques de la Mayenne.

in DUVAL, L., 1966

Comment agit un amendement calcaire ?

Répandu sur un sol acide, le calcaire se solubilise petit à petit grâce aux eaux chargées de gaz carbonique. Il se forme une solution de bicarbonate de calcium à partir de laquelle le calcium se fixera sur le complexe absorbant et le résidu acide "Bicarbonate", qui n'est autre qu'une solution de gaz carbonique, a une réaction très peu acide. D'autre part, il sera immédiatement utilisé à dissoudre une nouvelle quantité de calcaire encore inattaquée. Ce mécanisme alcalinise les sols (COPPENET, 1974).

Par ailleurs, le maërl contient quelques uns des oligéléments reconnus comme indispensables à la nutrition des plantes, en particulier du cuivre, du manganèse et du zinc.

Enfin, le maërl peut-être utilisé à d'autres usages. En travaux publics, il est incorporé à certains revêtements routiers ; en conchyliculture, répandu sur les parcs, il favorise la croissance des coquilles de mollusques (THOMAS, 1972), par oxygénation du milieu, vraisemblablement.

La quantité exploitée pour les Régions Bretagne et Pays de Loire a été estimée, pour l'année 1977, à 675 000 T. (CRESSARD, A.P., et al, 1978). A titre indicatif, le prix moyen du m³ en 1981, oscille entre 40 et 45 F.

II. LES GISEMENTS DE MAERL DU GOLFE NORMANO-BRETON

Une campagne de sismique prospection menée par GIRESSSE et al. (1972) a montré que pour l'amorce du Great-Bank et les bancs situés entre les Iles Chausey et le plateau des Minquiers, les accumulations meubles étaient posées sur un substratum rocheux dépourvu de tout relief particulier. Au nombre de ces accumulations sont comptés les sédiments phycogènes.

BOILLOT (1964) réserve l'emploi du terme maërl à un sédiment phycogène contenant plus de 50 % de débris d'algues calcaires.

HOMMERIL (1967) précise que ce pourcentage est déterminé à l'oeil nu et qu'il suffit, pour attribuer le label, que pondéralement la représentation atteigne 20 %.

RETIERE (1979) mentionne les subdivisions suivantes :

- maërl pur : 70 à 100 % de sédiments phycogènes,
- maërl sableux : 50 à 70 % de fragments phycogènes,
- sable phycogène : 35 à 50 % de fragments de maërl,
- sable à débris phycogène : 20 à 35 % de fragments de maërl.

Les sédiments phycogènes marquent, pour HOMMERIL et al (1972) la contamination progressive du matériel lithoclastique par des débris biogènes, autochtones ou alloctones, dont la répartition dimensionnelle montre un optimum vers 0,5 mm. Les débris biogènes sont dominants dans la tranche granulométrique comprise entre 1 et 4 mm.

1. DISTRIBUTION

Les gisements principaux sont compris à l'intérieur du périmètre délimité par Port-Bail, Granville, les Ecréhous, la côte ouest de Jersey et la côte ouest des Chausey.

Le maërl pur et le maërl sableux se localisent entre la baie de Grouville (Jersey) et le platier de Gouville sur Mer, au sud est des Ecréhous, avec un gradient d'appauvrissement vers l'est, et enfin à l'ouest de Port-Bail. Au nord des Chausey, les algues calcaires représentent également plus de 70 % du sédiment ; il en est de même pour le secteur situé à mi-chemin du parcours Chausey-Granville. Les sédiments moins riches en débris phycogènes sont marginaux par rapport à ces taches (RETIERE, 1979) (Fig. V.6).

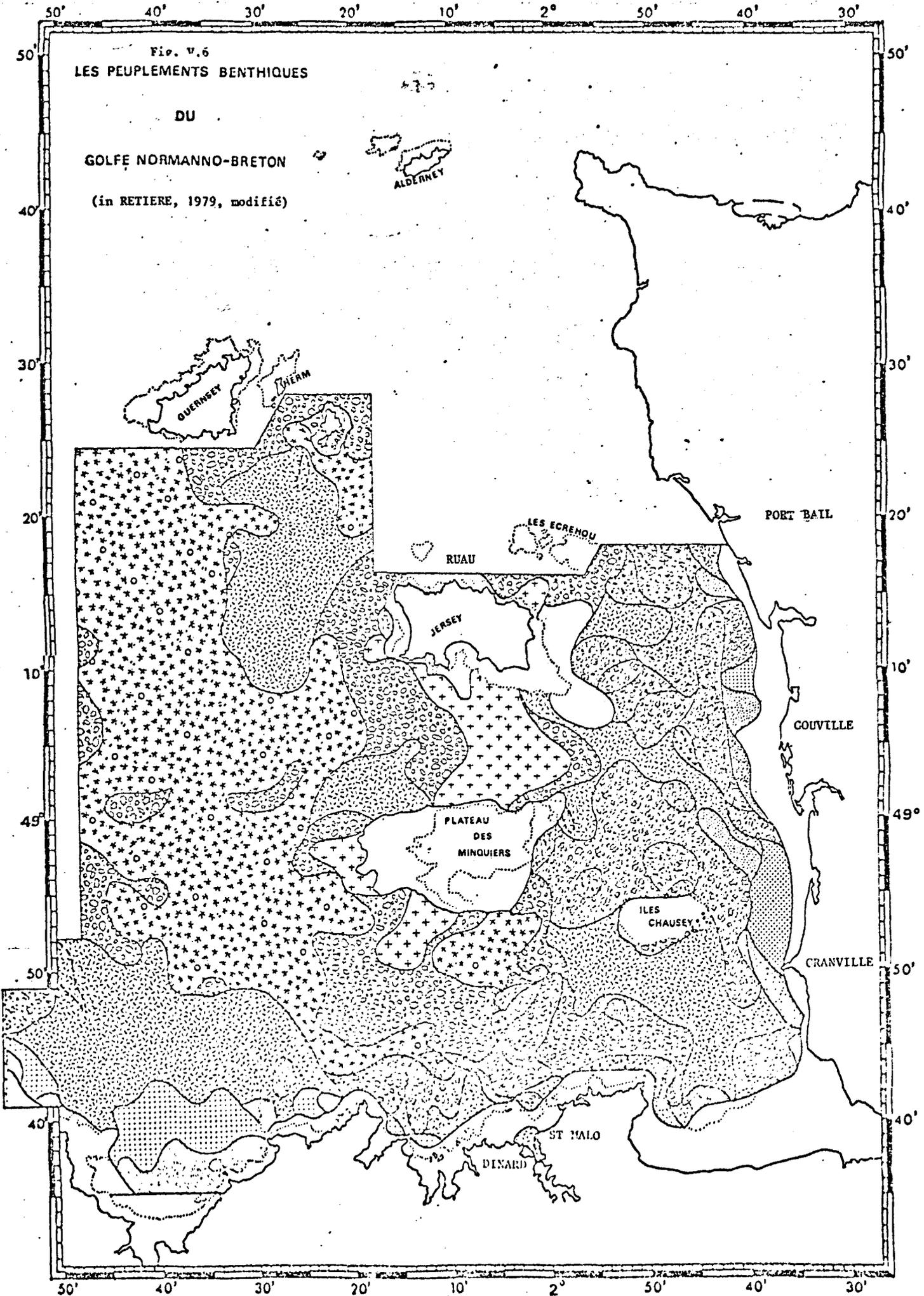
2. FACTEURS DE REPARTITION

2.1. Profondeur

Le maërl, dans le secteur ainsi délimité, se drague surtout entre les isobathes -10 et -20 m, donc à une profondeur voisine de celle des bancs de la baie de Morlaix (BOILLOT, 1961) malgré la forte turbidité des eaux autour de Chausey et entre Jersey et le Cotentin.

2.2. Courants

La plupart des auteurs, ayant travaillé dans le Golfe Normanno-Breton lient la pureté des gisements et la forme des espèces constitutives aux courants. Ainsi, la forme en boule (oncolithes) correspondrait à une adaptation aux forts courants. Il est à peu près certain que



les courants (Fig. V.7) en favorisant la croissance des thalles déterminent les régions géographiques où le maërl est le plus florissant (au débouché du Ruau entre Jersey et les Ecréhous par exemple) et que les fonds quasi purs sont en fait ceux où les arbuscules s'accumulent en plus grande quantité (RETIERE, 1979).

Cependant, des Lithotamniées sont rencontrées également en des secteurs moins agités (maërl de la Baie de Morlaix : GAUTIER, 1971). Celui-ci indique, à propos du gisement situé au S-SW des Minquiers, par -30m, que l'on ne peut dire "s'il s'agit de maërl en place, mort évidemment, ou du résultat d'un transport par des courants de fond. L'on constate en effet que les gisements forment une traînée entre les Minquiers et Chausey, comme si le maërl avait été là transporté dans l'entrée de la Déroute à partir du grand banc du S-E de Jersey. D'autres lambeaux de maërl apparaissent au N d'une ligne Cancale-Granville".

3. ORIGINE

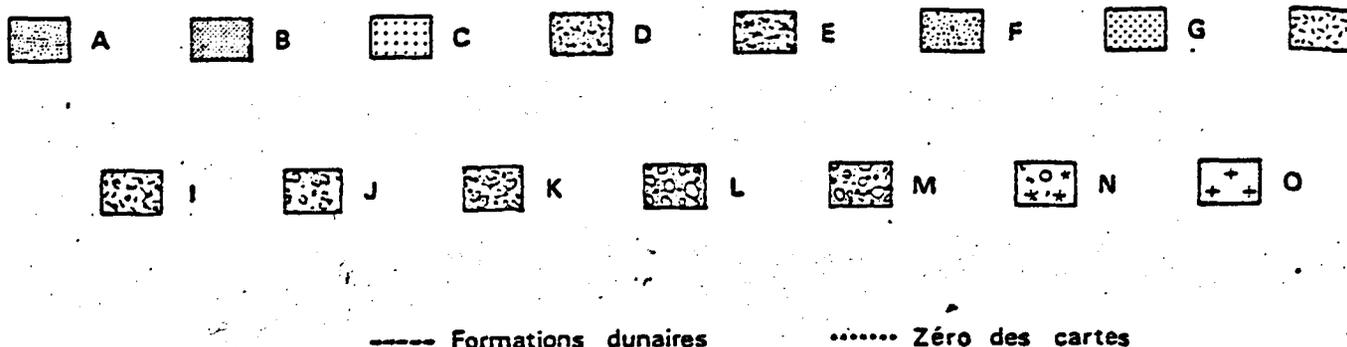
Plusieurs hypothèses ont été émises quant à l'origine des dépôts de maërl.

D'après les observations d'HOMMERIL (1967) il convient de distinguer les zones de formation du maërl, zones bordières et souvent plus profondes, des zones d'accumulation où l'algue ne peut plus vivre, n'étant plus assez brassée par les courants.

Mais les faits peuvent aussi se présenter d'une autre manière : accumulation fossile au centre des nappes et migration progressive des biocénoses vers l'extérieur (GIRESSE, P. et HOMMERIL, P., 1969 ; HOMMERIL, 1970).

Ces hypothèses qui soulignent le rôle double des courants de marée (facteur écologique et agent des migrations thanatocénotiques) sont traduites géographiquement ainsi par HOMMERIL (1970) :

LEGENDE DE LA Fig. V. 6

Peuplement des sédiments fins à Abra alba - Corbula gibba.

- A : faciès des sables fins gris à Hyalinoecia bilineata - Spisula subtruncata - Tellina fabula.
- b : faciès oligospécifique d'envasement et dessalure à Abra alba - Macoma balthica.
- C : faciès des sédiments hétérogènes de transition à Sthenelais boa - Ampharete grubei - Nucula hanlevi.
- D : faciès des sédiments hétérogènes sous eaux turbides à Sthenelais boa - Nucula nucleus - Ampharete grubei.
- E : faciès de maerl envasé sous eaux turbides à Sthenelais boa - Nucula nucleus - Gibbula maus.

Peuplement des sables fins à moyens propres.

- F : peuplement "type" à Donax variegatus - Armandia polyoophthalma.
- G : faciès de transition à Nassarius reticulatus - Armandia polyoophthalma.

Peuplement des sédiments grossiers sablo-graveleux.

- H : peuplement à Amphioxus lanceolatus - Glycymeris glycymeris incluant :
- le peuplement type à Venus fasciata.
 - les faciès d'appauvrissement climatiques
- J : à Lithothamnium corallioides.
- K : à Lithothamnium corallioides - Nucula nucleus.
- I : à Nucula nucleus.

Peuplement des cailloutis à épibiose sessile.

- L : peuplement "type" à Hvas coarctatus - Pisidia longicornis.
- M : faciès sous eaux turbides.
- N : faciès à Ophiotrix fragilis.
- O : fonds durs à Gibbula cineraria - Ocenebra erineacea - Lvsidice ninetta.

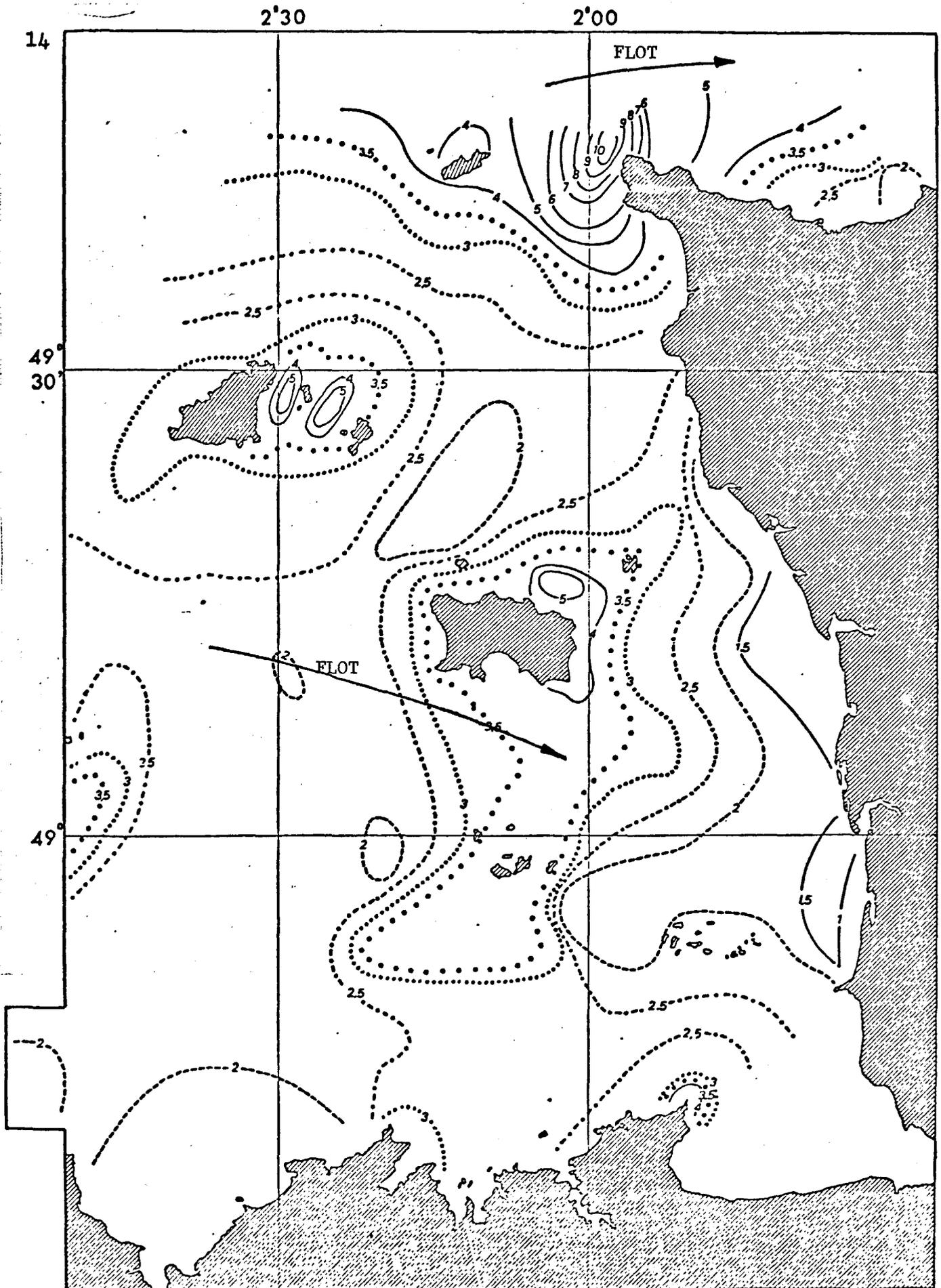


Fig.V.7 : Distribution des vitesses maximales des courants de marée de vive-eau moyenne dans le golfe normanno-breton. Synthèse d'après SAGER (1963) et les ouvrages 550 et 553 du S.H.O.M.

- 1) la plupart des biocénoses à *Lithothamnium* sont établies au débouché du Ruau, parallèlement à l'isobathe -20 m. Les arbustes morts sont entraînés vers le sud par des courants de flot qui les déposent progressivement au sein de sables de plus en plus vaseux.
- 2) les accumulations thanatocénotiques au sud-est ont déterminé une migration compensatrice des biocénoses vers le nord-ouest, à la recherche de fonds plus agités.

Par contre pour BERTHOIS et GUILCHER, (1959) pour des secteurs différents, il est vrai (Bancs de St Marc et du Moulin Blanc de la Rade de Brest) la fraction organogène seule fournisseuse possible de CaCO_3 , reste en très grande majorité dans sa zone de développement biologique et n'est rejetée qu'en faible proportion aux hauts niveaux.

BOILLOT (1964) indique que pour sa région d'étude les mouvements de l'eau ne semblent pas jouer un rôle direct dans la répartition du maërl.

Enfin, pour CABIOCH, J., (1970), il n'y a pas, comme on l'a souvent dit, entraînement généralisé des thalles libres par les courants, mais accumulation au voisinage immédiat de leur lieu de production.

4. EPAISSEUR, EVALUATION DES STOCKS

Plusieurs campagnes de sismique prospection ont été menées dans le Golfe Normanno-Breton.

GIRESSSE et al. (1972) ont utilisé un sondeur sismique S.I.G. et mesuré l'épaisseur de la couverture sédimentaire meuble le long de 470 kms de profils (fig. V.8). Mais l'information ainsi obtenue est globale et n'apporte aucune précision sur l'importance respective d'éventuelles superpositions sédimentaires de nature différente.

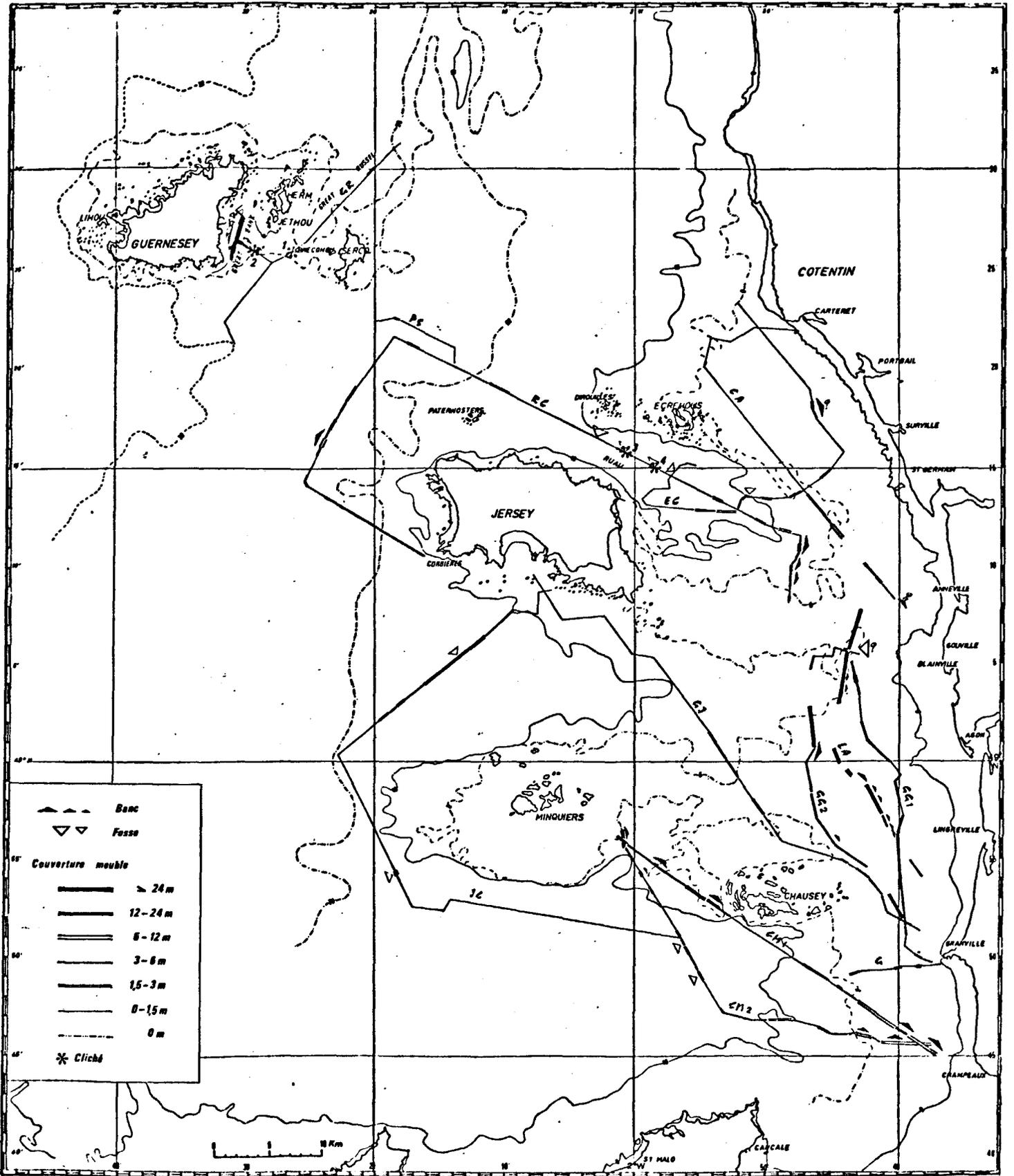


Fig.V.8. — Epaisseur de la couverture sédimentaire meuble le long des profils sismiques.

in GIRESE P. et al., 1972

CRESSARD et al (1978) ont, pour leur part, utilisé deux sources sismiques, (méthodes Boomer et Etinceleur) et étayé l'information obtenue par des sondages réalisés par vibro-carotteur électrique. La nature des matériaux des formations mesurées par sismique peut ainsi être caractérisée (granularité, propreté, etc). Cependant, en pratique, (d'après les auteurs) la somme des erreurs sur le calcul des volumes des formations concernées n'est guère inférieure à 25 % et peut même dépasser 50 %.

La prospection sismique et les dragages montrent que la zone située au S-W des îles Chausey pourrait renfermer un volume de 150 millions de m³ de tout venant de formations sédimentaires. Mais la distinction entre le maërl et les autres types de sédiments n'est pas précisée.

En fait, il s'avère que les données concernant l'épaisseur réelle des gisements de maërl sont pratiquement inexistantes.

Seuls, à notre connaissance, quelques forages, effectués par HILL, J.C.C. et al (1972) permettent une approche du problème.

A l'ouest des îles Chausey, les forages 3 et 10 révèlent la présence de maërl (Fig. V.9 et V.10). Si le forage 3 n'est que superficiel, le 10 montre que le banc de maërl atteint une épaisseur d'environ 1,5m.

Le maërl vivant (red maërl) est présent dans les trente premiers centimètres.

Les forages 17, 18 et 27 concernent le secteur Etables et Tréguier (Fig. V.11 et V.12). Pour les forages 17 et 27, une couche de sable coquillier pouvant atteindre environ 1,30 m (forage 27) recouvre un sédiment comprenant un peu de maërl. Celui-ci est détecté jusqu'à plus de 4 m (forage 17).

Ainsi les formations de maërl sont très anciennes et peuvent excéder plusieurs mètres. Mais l'évaluation de stock, faute de données plus précises, demeure encore impossible.

DATE 1.9.72 DAY FRIDAYAREA CNEXO - NORTH BRITTANYCHART No. TORAN - CHAUSSEYVESSEL IRENE 'S'

B.	DECCA		WATER DEPTH FT.	SAMPLE			REMARKS	
	POS.	FIX.		From	To	DESCRIPTION OF MATERIAL		MARK
3	<u>TORAN</u> A	B	80	0	1	40% pebbles of argill- aceous and granitic varieties. Coarse medium tawny sand with very high shell %. Little maerl.	72/NB/ 3/1	Start 19.40 Finish 19.45
	5419,61	5031,60						

AREA: NORTH BRITTANY		BOREHOLE NO: 3	
SAMPLE NO	DEPTH MET FT	ILLUSTRATION	DESCRIPTION
1	1		VARIOUS PEBBLES. SHELL. MAERL. TAWNY SAND
	2		
	3		

Figure V.9 : Forage N° 3, ouest des Iles Chauseyin HILL, J.C.C. et al (1972)
(modifié)

B.	DECCA		WATER DEPTH FT.	SAMPLE			REMARKS	
	POS.	FIX.		From	To	DESCRIPTION OF MATERIAL		MARK
10	A	B	67	0	1	High proportion (40%) of red and white maerl. Several whole shells. 10% small pebbles mainly igneous. Fine medium dull brown sand with moderate shell %.	72/NB/C 10/1	Start 16.04 Finish 17.00
				1	5	Many whole shells. Lower proportion of Maerl (20%) Medium coarse brown sand with moderate shell %. Few small pebbles.	10/2	
				5	8	Coarse orange brown sand grit. very high shell %. Few whole shells. Few igneous pebbles.	10/3	
				8	11	Coarse orange brown sand grit. Very high shell content. Few igneous pebbles & fewer whole shells.	10/4	

AREA: NORTH BRITTANY		BOREHOLE NO: 10	
SAMPLE NO	DEPTH MET	DEPTH FT	DESCRIPTION
1	-	1	RED/WHITE MAERL. SHELL. FEW PEBBLES. DULL BROWN SAND.
		2	FEW PEBBLES LITTLE MAERL BROWN SAND SHELL
2	-1-	3	FEW IGNEOUS PEBBLES SHELL
		4	ORANGE BROWN SAND
3	-2-	5	FEW IGNEOUS PEBBLES SHELL
		6	ORANGE BROWN SAND
4	-3-	7	FEW IGNEOUS PEBBLES SHELL
		8	ORANGE/BROWN SAND
		9	
		10	
		11	
		12	
		13	

Figure V. 10 : Forage N° 10, ouest des Iles Chausey in HILL, J.C.C. et al (1972) (modifié).

AREA CNEXO - NORTH BRITTANY

CHART No. TORAN - ETABLES

VESSEL IRENE 'S'

B.	DECCA		WATER DEPTH FT.	SAMPLE			REMARKS	
	POS.	FIX.		From	To	DESCRIPTION OF MATERIAL		MARK
17	A	B	100	0	1	Orange white coarse sand/grit with very high shell % broken and comminuted shell, few whole shells. No pebbles.	72/NB/C 17/1	Start 15.00 Finish 15.20
				1	5	As above but slightly more grey sand plus little maerl	17/2	
				5	10	As above with higher % of whole shells.	17/3	
				10	14	More irregular grit with coarser pebbles content. Several whole shells.	17/4	
	5212,42	5521,20						Waiting for tide

AREA: NORTH BRITTANY		BOREHOLE NO: 17	
SAMPLE NO	DEPTH MET	DEPTH FT	DESCRIPTION
1		-1-	SHELL. ORANGE/WHITE/SAND/GRIT
	2	-1-	-2-
-3-			ORANGE/WHITE/GREY SAND/GRIT
-4-			MAERL
-5-			
3	-2-	-6-	ORANGE/WHITE SAND/GRIT
		-7-	SHELL
		-8-	MAERL
		-9-	
		-10-	
4	-3-	-11-	GRIT, PEBBLES, SHELL
		-12-	ORANGE/WHITE/GREY SAND/MAERL
		-13-	
		-14-	

Figure v.11 : Forage N° 17, secteur Etables

in HILL, J.C.C. et al (1972)
(modifié)

DATE 6.9.72 DAY WEDNESDAYAREA CNEXO - NORTH BRITTANYCHART No. TORAN - ETABLESVESSEL IRENE 'S'

B.	DECCA		WATER DEPTH FT.	SAMPLE			REMARKS
	POS.	FIX.		From	To	DESCRIPTION OF MATERIAL	
27	TORAN		79	0	4	Medium coarse yellow brown sand with high shell %.	08.42 Start 09.20 Finish
	A	B		Few whole shells.	
	5279,20	5412,85		4	11	Coarse pale buff white sand with very high shell %.	
						Little Maerl. Many whole lamellibranchia. High silt content. Very small amount of small pebbles.	27/2

AREA:		NORTH BRITTANY		BOREHOLE NO:		27	
SAMPLE NO	DEPTH MET	DEPTH FT	ILLUSTRATION	DESCRIPTION			
1		-1-		SHELL			
		-2-		YELLOW/BROWN SAND			
		-3-					
		-4-					
2		-5-		FEW PEBBLES			
		-6-		MAERL			
		-7-		SHELL			
		-8-		PALE BUFF/WHITE SAND			
		-9-					
		-10-					
		-11-					
		-12-					

Figure V .12 : Forage N° 27, secteur Etables

in HILL, J.C.C. et al (1972)
(modifié)

Actuellement, les gisements les plus exploités du Golfe Normanno-Breton sont ceux des bancs d'Erquy et de Paimpol (Tableau V.3 et Fig. V.13). Ce dernier, découvert il y a une dizaine d'années à la suite de l'échouage d'un bateau, a depuis diminué d'environ dix mètres. Ces bancs, bien qu'actuellement surexploités pourraient être utilisés, selon la T.I.M.A.C., pendant encore plusieurs dizaines d'années.

III. LA CAMPAGNE "HYDROBIOS" ET LE MAERL DU GOLFE NORMANNO-BRETON

Du 8 au 14 août 1980, au cours de la campagne "Hydrobios" menée sur le Noroît, un programme a été réalisé concernant les gisements de maërl.

Les points principaux en ont été les suivants :

- reconnaissance et caractérisation, par télévision et photographie sous-marine, montés sur Troika (Photo V.2.). Les séquences les plus intéressantes ont été enregistrées sur magnétocassettes.
- prélèvement par benne Smith Mc Inthyre avec tri sur tamis (Fig. V.14) détermination des espèces constitutives du maërl et évaluation des proportions respectives.
- sélection et localisation de l'épiflore et de la faune (en particulier *Tapes rhomboïdes* et *Nucula nucleus*).
- séparation maërl mort / maërl vivant / fraction coquillière, sur une dizaine de prélèvements.

Les dosages de CaO, MgO, Cu, Mn et Zn ont été effectués, par la suite, par l'I.N.R.A. (Quimper).

Production

Par départements :

<u>AMENDEMENTS CALCAIRES MARINS</u>	<u>PRODUCTION EN TONNES :</u>		
<u>Département :</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>
. ILLE ET VILAINE :	187 685 T.	136 800 T.	165 000 T
. COTES DU NORD :	205 441 T.	226 977 T.	211 958 T
. FINISTERE :	176 234 T.	152 159 T.	201 497 T
. MORBIHAN :	84 477 T.	67 742 T.	64 688 T
<u>Total :</u>	<u>653 837 T.</u>	<u>583 678 T.</u>	<u>643 143 T</u>

Amendements Calcaires Marins

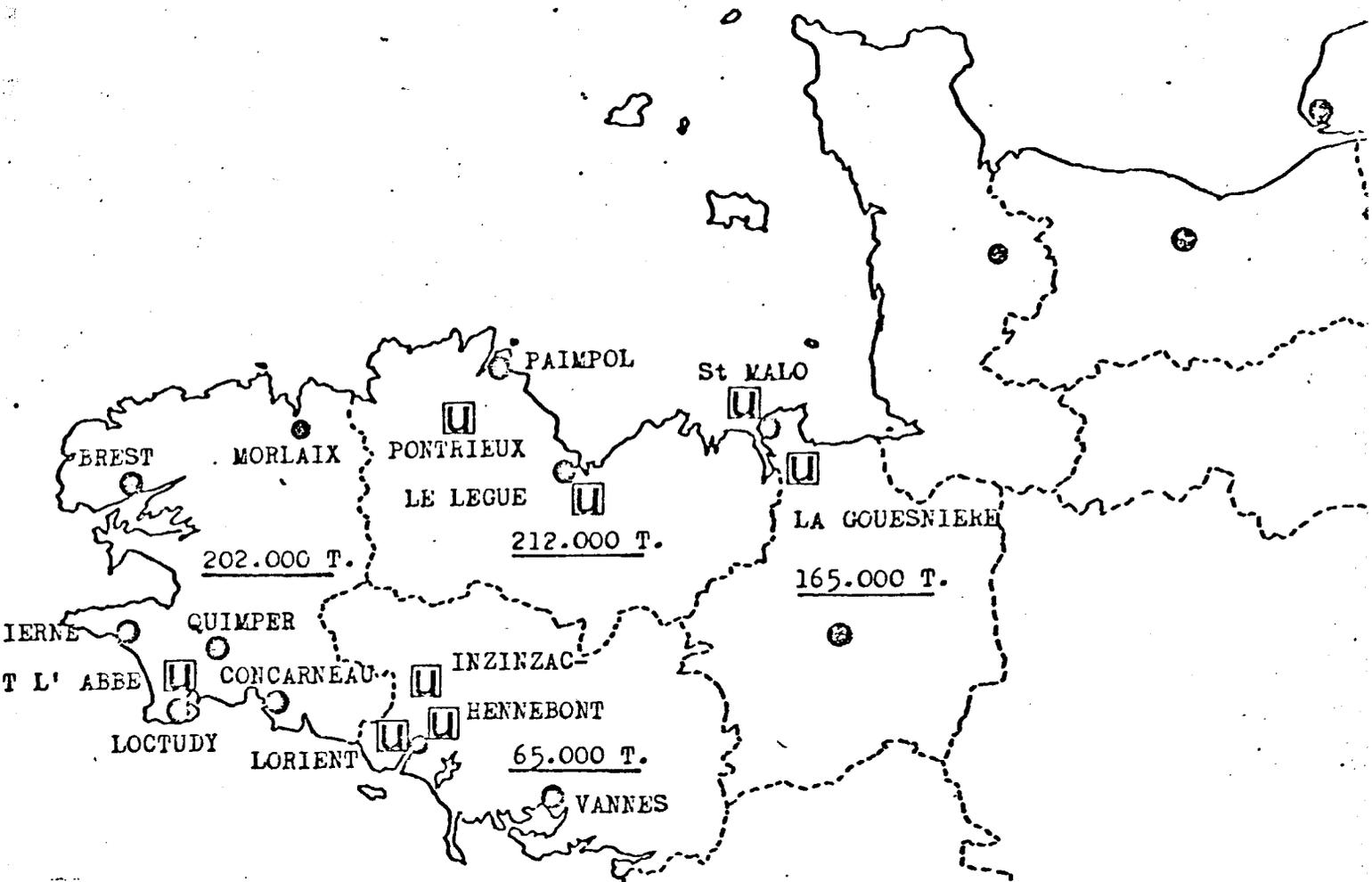
Exploités dans les Eaux Territoriales Françaises :

<u>DEPARTEMENT :</u>	<u>PRODUCTION EN TONNES :</u>					
<u>Ports :</u>	<u>1974</u>	<u>1975</u>	<u>1976</u>	<u>1977</u>	<u>1978</u>	<u>1979</u>
<u>ILLE ET VILAINE</u>						
. Saint Malo	260 360	82 145	136 360	187 685	136 800	165 000
<u>COTES DU NORD</u>						
. Le Guildo	0	563	0	2 500	4 849	
. Dahouet	1 990	0	0	0	0	
. Le Légué	147 810	135 195	119 950	105 333	112 878	107 500
. Paimpol	3 545	7 120	6 080	5 780	3 515	1 370
. Pontrieux	58 065		71 301	78 108	92 735	90 200
. Tréguier	6 165	13 675	13 825	13 720	13 000	12 700

*Tableau V.3 : Evolution des tonnages d'amendements calcaires marins débarqués par département et par port
in doc. S.N.A.M., 1980.*

PRODUCTION D'AMÉNDEMENTS

CALCAIRES MARINS



Légende :

● PAIMPOL : Ports de Débarquement

□ Usines de transformation.

Tonnage débarqué/département.

Figure V. 13. Ports de débarquement usines de transformation et tonnage débarqué par département/1979

in doc. S.N.A.M., 1980 (modifié).



Photo V.2 : Troïka équipée du dispositif de télévision et photographie sous-marine.

Photo V. GUENEGAN

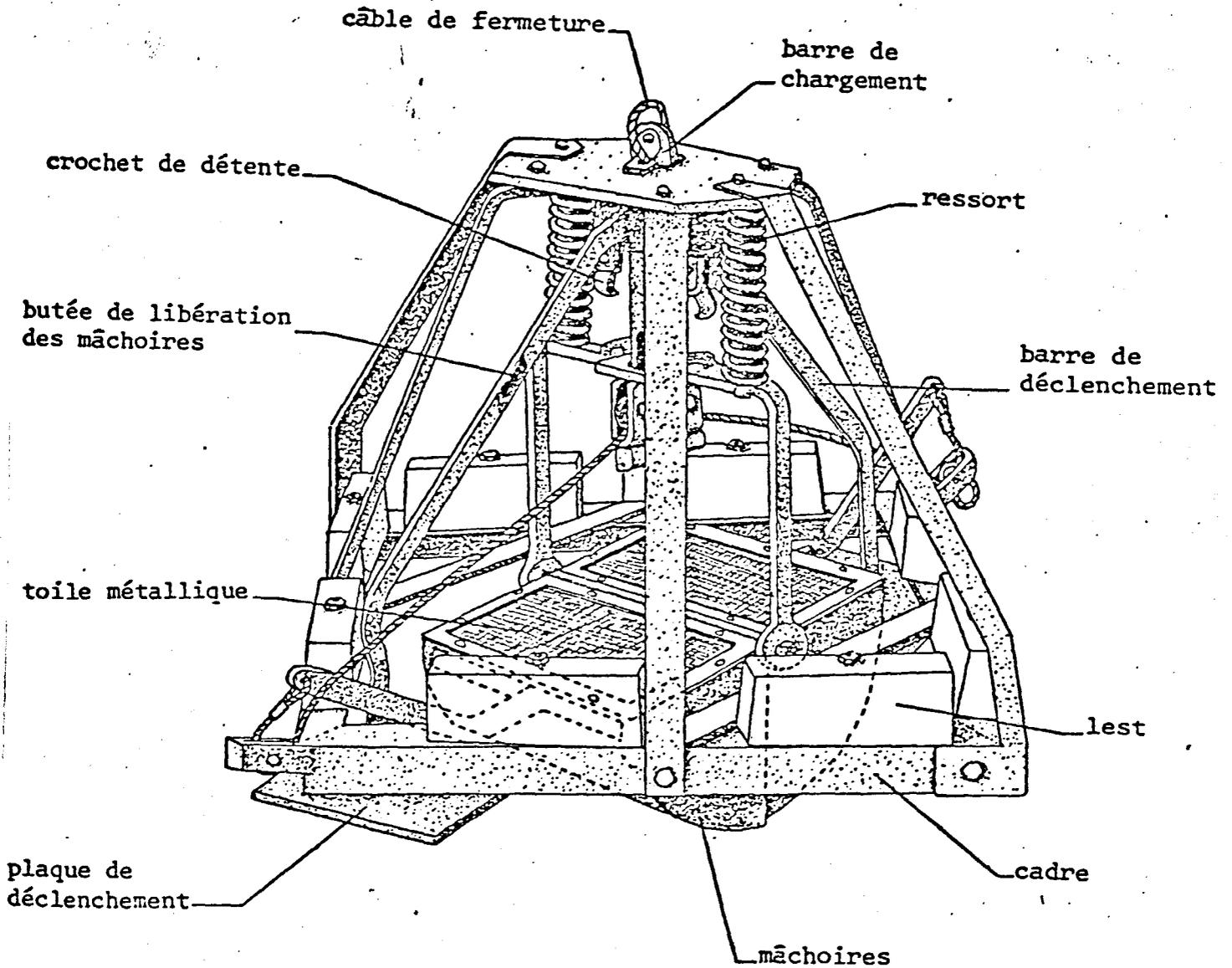


Figure V. 14. - Schéma de la benne Smith Mc Intyre (d'après Clavier, 1978).

in DAUVIN. J.C., 1979.

1. RESULTATS

Une dizaine de trajets en photographie et télévision sous-marine et 33 prélèvements ont été effectués dans un périmètre compris entre Jersey, le Havre de St Germain, la Pointe de Champeaux et la Pointe du Grouin (Tableau V.14 et Fig. V.15).

La vision des documents photographiques et vidéo collationnés, ainsi que l'analyse des prélèvements confirment la cartographie des gisements de maërl établie par les divers auteurs ayant travaillé dans le Golfe Normanno-Breton, en particulier HOMMERIL *et al.* (1972) et RETIERE (1979) (Fig. V.6 et V.16).

2. LES SECTEURS AU NORD ET AU SUD DES ILES CHAUSEY

Le dépouillement des documents photographiques a concerné plus particulièrement les trajets TRO1 à TRO3 et TRO9, qui couvrent des secteurs directement impliqués par le dernier projet marémoteur.

Du Nord au Sud
TRO9 (SM 24 à 29) :

Le pourcentage de maërl oscille entre 80.46 % et 95.87 % après pesée des diverses fractions triées. Les teneurs en CaO et MgO correspondent à de très bons maërils.

Les proportions de maërl vivant (par rapport à l'ensemble du maërl et par rapport au maërl mort) sont faibles (< 9 %). Le trajet TRO9 (tableau V.5) caractérise donc un gisement de maërl constitué essentiellement d'espèces mortes.

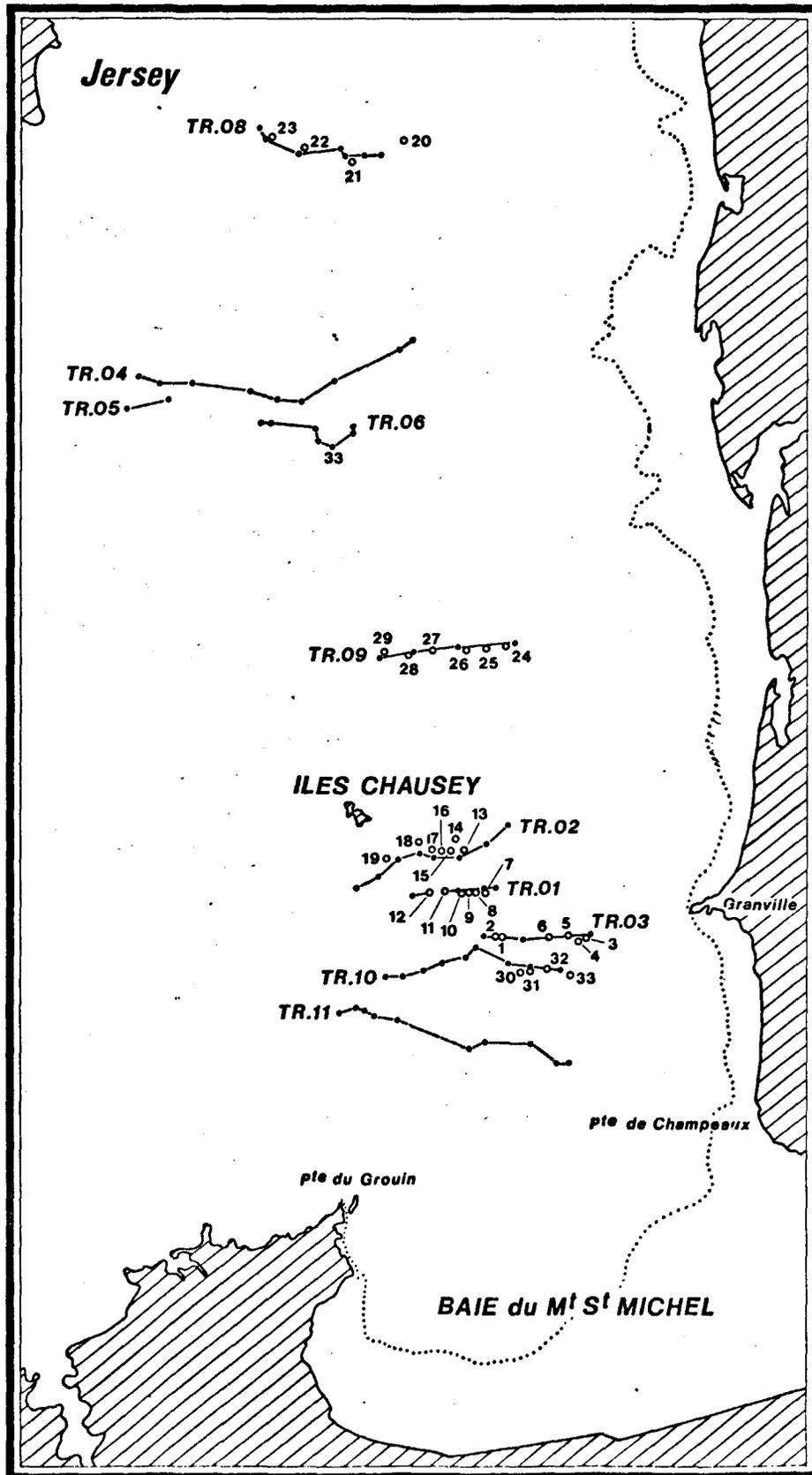


Figure V. 15. - Trajets sous-marins photographiés et télévisés (TR n°...)-●-●-●-
 position des prélèvements (n°...) = ○
 La date et les heures de début et de fin de chaque trajet sont
 indiquées de part et d'autre des tracés.

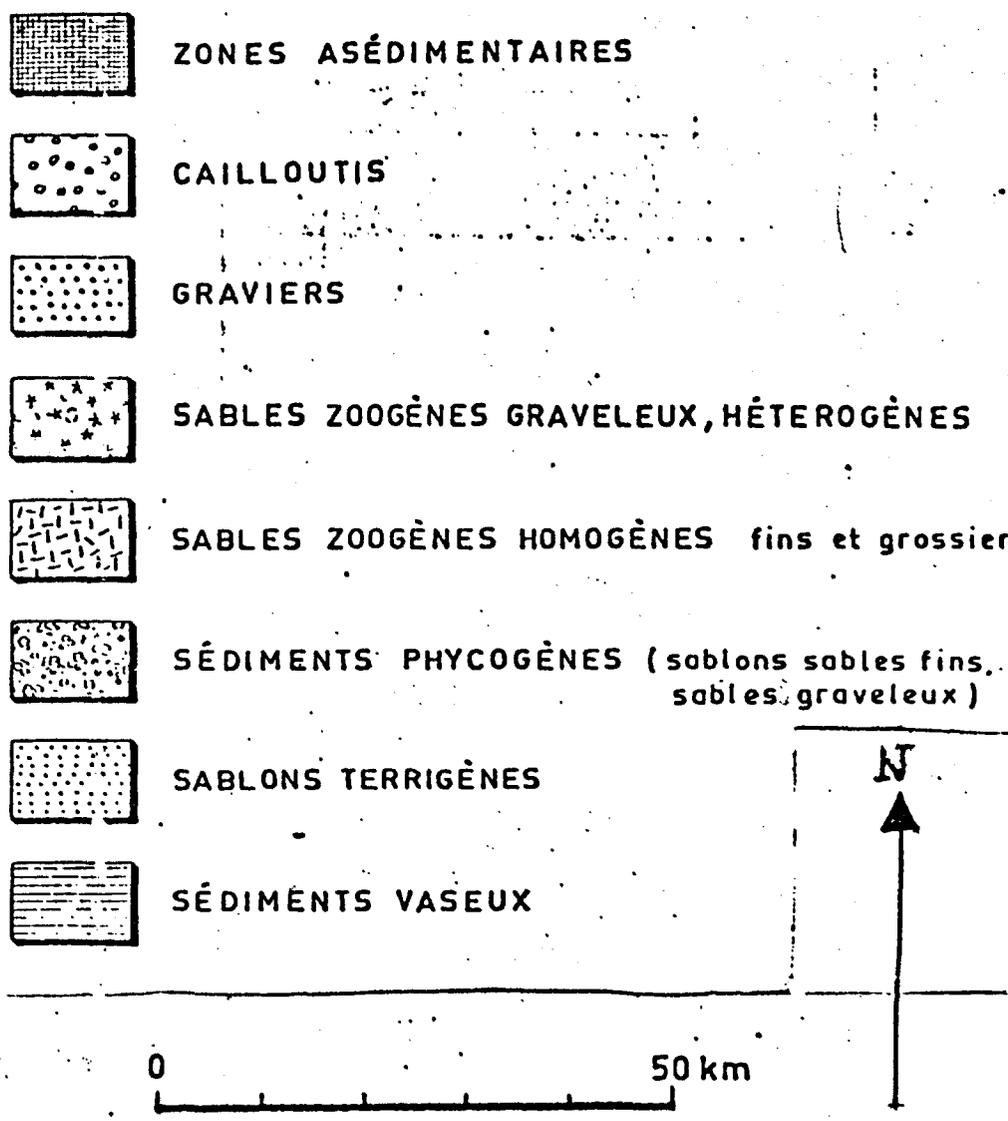
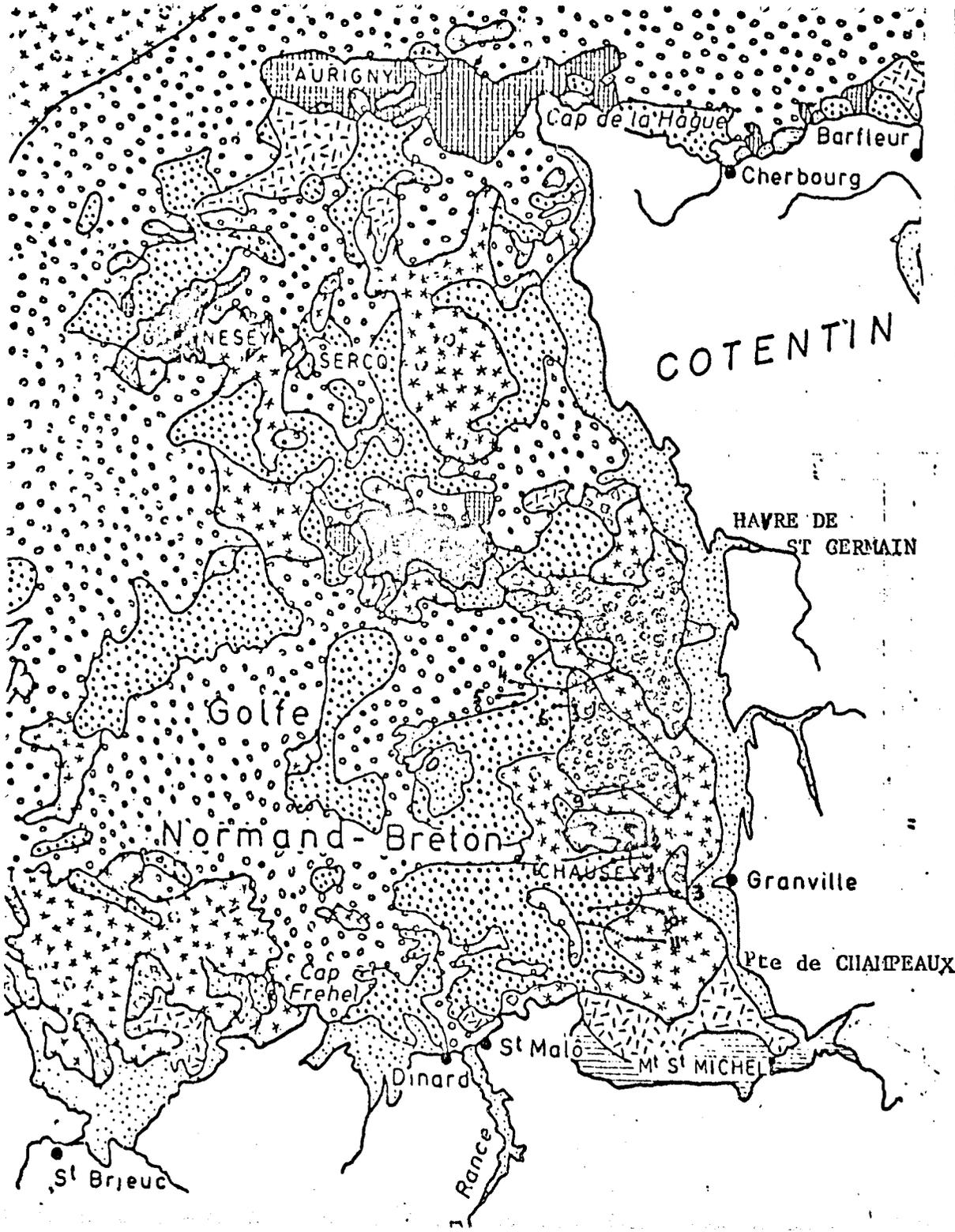


Figure V. 16 - Cartographie sédimentaire d'après HOMMERIL, LARSONNEUR, PINOT, (avec report des trajets sous-marins photographiques et télévisés effectués en 1980).

TRAIT	DATE	LOCALISATION	N° PRELEVEMENT	PROFONDEUR (m)
TRO1	12.08.80	Sud I. Chausey	SM7	24
			SM8	24
			SM9	24
			SM10	25
			SM11	29
			SM12	31
TRO2	12.08.80	Sud I. Chausey	SM13	32
			SM14	32
			SM15	32
			SM16	33
			SM17	33
			SM18	32
			SM19	33
TRO3	12.08.80	Sud I. Chausey	SM1	15
			SM2	15
			SM3	10
			SM4	10
			SM5	13
			SM6	15
TRO4	13.08.80	Nord I. Chausey	-	-
TRO5	13.08.80	Nord I. Chausey	-	-
TRO6	13.08.80	Nord I. Chausey	-	-
TRO8	13.08.80	Est Jersey	SM20	29
			SM21	23
			SM22	23
			SM23	24
TRO9	13.08.80	Nord I. Chausey	SM24	10
			SM25	12
			SM26	17
			SM27	18
			SM28	18
			SM29	18
TR10	13 au 14 08.80	Sud I. Chausey	SM30	20
			SM31	20
			SM32	20
			SM33	18
TR11	14.08.80	Sud I. Chausey	-	-

Tableau V.4 : Trajets sous-marins photographiés et télévisés ; localisation et prélèvements effectués.

TR09

PRELEVEMENT	MAERL (%)	MAERL VIVANT MAERL (%)	MAERL VIVANT MAERL MORT (%)	CaO (%)	MgO (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
SM.24	95.87	2.62	2.69	45.4 44.8	5.61 5.53	5.6 7.2	152.5 185.0	44.8 23.5
SM.25	93.18	0.42	0.42	45.9 45.9	5.74 5.94	7.2 7.8	201.0 219.0	40.3 30.3
SM.26	84.60	4.75	4.99	45.4 45.4	5.35 4.71	6.2 6.2	234.0 250.0	34.5 25.8
SM.27	91.08	3.71	3.85	46.8 46.8	5.69 5.15	6.2 6.2	268.0 317.0	34.8 27.5
SM.28	80.46	8.07	8.78	45.4 42.0	5.53 4.62	4.8 7.2	274.0 326.0	27.8 24.0
SM.29	92.43	0.25	0.25	46.8 40.6	5.23 4.40	6.2 5.6	326.0 307.5	30.5 21.8

Dosages sur maërl vivant
Dosages sur maërl mort

Tableau V.5 : Pourcentages de maërl et des principaux oligoéléments, par prélèvement.

TR02 (SM 13 à 19) :

Le trajet TR02 caractérise dans l'ensemble un fond à sable coquillier, avec "ripple-marks". De temps à autre apparaissent quelques taches de maërl.

L'épiflore est, dans l'ensemble, très réduite (tableau V.6).

TR02

PRELEVEMENT	MAERL (%)	MAERL VIVANT MAERL MORT (%)	CaO (%)	MgO (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
SM.13	* 5	* 0					
SM.14	* 5	* 10					
SM.15	* 5	* 30					
SM.16	* 1	* 30					
SM.17	* 5	* 5					
SM.18	* 5	* 0					
SM.19	* 0	* 0					

Dosages non effectués étant donné la faible quantité de maërl présent dans l'échantillonnage.

* Estimation

Tableau V.6 : Pourcentages de maërl par prélèvement



Photo V .3 : Banc de maërl

*Le maërl vivant apparaît mauve, le mort blanc ;
l'épiflore est très réduite*



Photo V .4 : Sable coquillier grossier, mêlé de quelques corallinacées encroûtantes (en mauve). L'épiflore est plus développée sans être abondante

Photos V. GUENEGAN



Photo V .5 : "Ripple-marks" avec présence de sable grossier et quelques coquilles vides

Photo Y. GUENEGAN

TR01 :

Il caractérise dans l'ensemble, un fond de cailloutis, entrecoupé de taches de maërl, de vase et de sable coquillier (tableau V .7).

TR01

PRELEVEMENT	MAERL (%)	MAERL VIVANT MAERL MORT (%)	CaO (%)	MgO (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
SM.7	*40	*50	26.3	3.09	6.4	171.0	42.5
SM.8	*70	*70	23.4	2.76	7.8	208.0	46.0
SM.9	*40	*20	17.6	2.36	7.8	220.0	46.5
SM.10	*5	*60	15.7	2.19	10.0	248.0	39.3
SM.11	*30	*10	14.8	1.79	7.8	168.5	30.5
SM.12	*20	*20	12.0	1.53	7.8	146.0	37.8

* Estimation

Tableau V- .7 : Pourcentages de maërl et des principaux oligoéléments, par prélèvement.

TR03 :

Le diverticule sud du gisement de maërl des Chausey est concerné par la moitié est du trajet (bennes SM 4, 5 et 6). La partie ouest révèle un fond de sable coquillier mélangé de maërl.

L'épiflore, en général réduite, ne concerne qu'environ 20 % des fonds prospectés (tableau V .8).

TR03

PRELEVEMENT	MAERL (%)	MAERL VIVANT MAERL MORT (%)	CaO (%)	MgO (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
SM.1	50	65	24.1	3.05	9.2	248.0	41.3
SM.2	50	40	29.0	3.40	7.8	197.0	34.3
SM.3	10	10	43.8	5.83	6.4	151.5	48.8
SM.4	80	20	44.5	5.51	6.4	186.0	44.8
SM.5	80	40	43.8	5.78	4.8	126.5	45.3
SM.6	90	20	40.9	5.58	6.4	93.0	60.5

Tableau V .8 : Pourcentages de maërl et des principaux oligoéléments, par prélèvement.

TR10, TR11 :

Les fonds s'avèrent, comme l'on pouvait s'y attendre d'après les documents cartographiques disponibles (HOMMERIL et al., 1972) surtout riches en sables zoogènes graveleux hétérogènes. Des taches de maërl, rares, sont cependant rencontrées.

TR10

PRELEVEMENT	MAERL (%)	MAERL VIVANT MAERL (%)	MAERL VIVANT MAERL MORT (%)	CaO (%)	MgO (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
SM.30	8.59	39.36	64.91	23.2 26.9	2.76 3.12	15.4 9.4	216.0 219.0	38.8 30.8
SM.31	9.87	23.89	31.35	33.0 36.4	3.34 4.10	10.8 12.4	231.5 192.0	36.5 30.5
SM.32	*10	non calculé	*40	40.9	4.65	6.4	132.0	30.0
SM.33	*90	non calculé	*10	46.6	5.83	4.8	81.5	44.5

*Estimation
dosages sur maërl vivant
dosages sur maërl mort

Tableau V .9 : Pourcentages de maërl et des principaux oligoéléments, par prélèvement.

3. LE SECTEUR AU SUD EST DE L'ILE DE JERSEYTRO8 :

Un riche gisement de maërl est mis en évidence : les teneurs sont proches de 100 %. Les proportions de maërl vivant, faibles, n'atteignent pas, dans la majorité des cas, 2 % (tableau V .10).

TRO8

PRELEVEMENT	MAERL (%)	MAERL VIVANT MAERL (%)	MAERL VIVANT MAERL MORT (%)	CaO (%)	MgO (%)	Cu (ppm)	Mn (ppm)	Zn (ppm)
SM.20	91.85	9.44	10.43	45.4 49.6	5.69 3.67	13.8 6.2	252.5 271.0	43.5 25.3
SM.21	97.70	0.15	0.15	48.2 48.2	5.20 5.53	12.4 6.2	292.5 332.0	34.5 26.5
SM.22	97.59	1.41	1.43	47.3 46.8	5.31 4.75	4.8 9.4	119.0 185.0	35.0 18.3
SM.23	95.99	0.61	0.61	45.9 45.4	5.35 4.95	6.2 7.8	192.0 259.0	33.0 20.8

Dosages sur maërl vivant
Dosages sur maërl mort

Tableau V .10 : Pourcentages du maërl et des principaux oligoéléments, par prélèvement.



Photo V.6 : Sable coquillier grossier mêlé de nodules de maërl (en mauve). L'épiflore est réduite

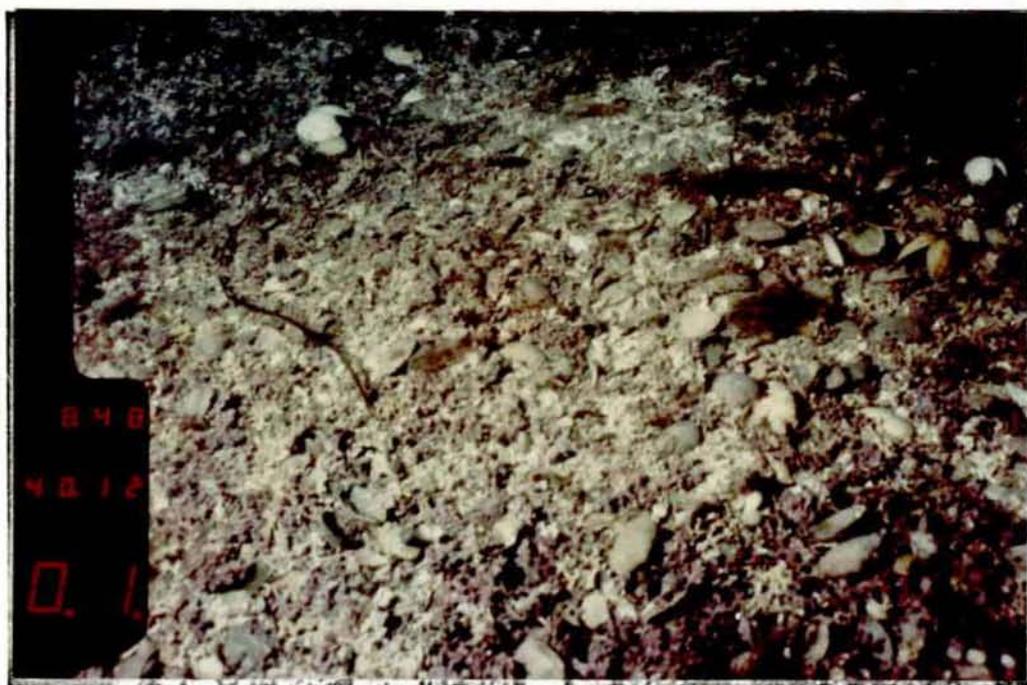


Photo V.7 : Sable grossier très enrichi en maërl, le maërl vivant apparaît en mauve, le mort en blanc. L'épiflore est réduite

TRO4, TRO5, TRO6 :

Les informations télévisuelles et photographiques obtenues sur ces trajets confirment en tout point les données cartographiques existantes, (HOMMERIL et al., 1972 ; RETIERE, 1979 en particulier) à savoir : sur le parcours de TRO4 et TRO6 le gisement de maërl est identifié, par contre TRO5 ne révèle qu'un substrat très caillouteux.

4. ETAT ET INTERET DES GISEMENTS DE MAERL RECONNUS

Les critères retenus pour en juger sont les suivants :

- a) pourcentage du maërl dans le prélèvement,
- b) pourcentage de maërl vivant par rapport au maërl mort,
- c) pourcentage de *Lithothamnium calcareum* par rapport à *Lithothamnium corallioides*,
- d) pourcentage de CaO, MgO et teneurs des principaux oligoéléments :
Cu, Mn, Zn.

Il s'avère d'après le critère a que les secteurs les plus intéressants (compte tenu des données disponibles) sont ceux matérialisés par les trajets TRO8, TRO9 et TRO3.

Les pourcentages moyens de maërl sont respectivement de 90 %, 60 % et 96 % et attestent la présence de riches gisements.

Les pourcentages de maërl vivant par rapport au maërl mort apparaissent paradoxalement plus faibles dans les secteurs riches en maërl que dans ceux qui en sont moins pourvus.

Très généralement, *Lithothamnium corallioides* est dominant à l'exception des trajets TRO3 et TR10.

Ce fait, d'après des travaux de J. CABIOCH (1969) sur les fonds de maërl de la baie de Morlaix, semble témoigner d'une tendance à l'ensablement.

Enfin les pourcentages en CaO et MgO caractérisent de très bons maërls pour les prélèvements effectués sur les trajets TRO8, TRO9, TRO3 et TR10 (à l'exception des prélèvements 29 à 31). Les teneurs en oligo-éléments sont assez élevées mais normales.

5. COMPARAISON AVEC DES DONNEES ANTERIEURES

5.1. Secteur sud-est de l'île de Jersey

HOMMERIL (1967) a dressé le tableau des pourcentages de diverses fractions du maërl pour les prélèvements D626 à D634 (tableau V.11 et Fig. V.17).

Tableau V.11

N°	Poids analysé	% maërl poids total	% M. vivant M. total	Poids M. V. Poids M. M.	Profondeur
D627.	85,4g	63 %	45 %	0,82	16 m
D634	157,1g	43 %	43 %	0,75	20 m
D626	111,9g	70 %	34 %	0,52	15 m
D629.	63,2g	45 %	28 %	0,38	9 m
D633	86,5g	86 %	26 %	0,34	11 m
D628.	60,5g	86 %	23 %	0,31	12 m
D631.	163,7g	75 %	19 %	0,24	10 m
D630.	111,5g	89 %	7 %	0,08	10 m

M. : maërl.
M.V. : maërl vivant.
M.M. : maërl mort.

- CORRELATION ENTRE LA VITALITE DU MAERL ET SON ABONDANCE DANS LE SEDIMENT.

1966 : "Le maërl vivant se localisait surtout aux profondeurs les plus importantes (pour l'échantillonnage effectué) c'est à dire entre -15, -20 m et essentiellement sur la bordure septentrionale du banc au débouché du Ruau"

in HOMMERIL, 1967

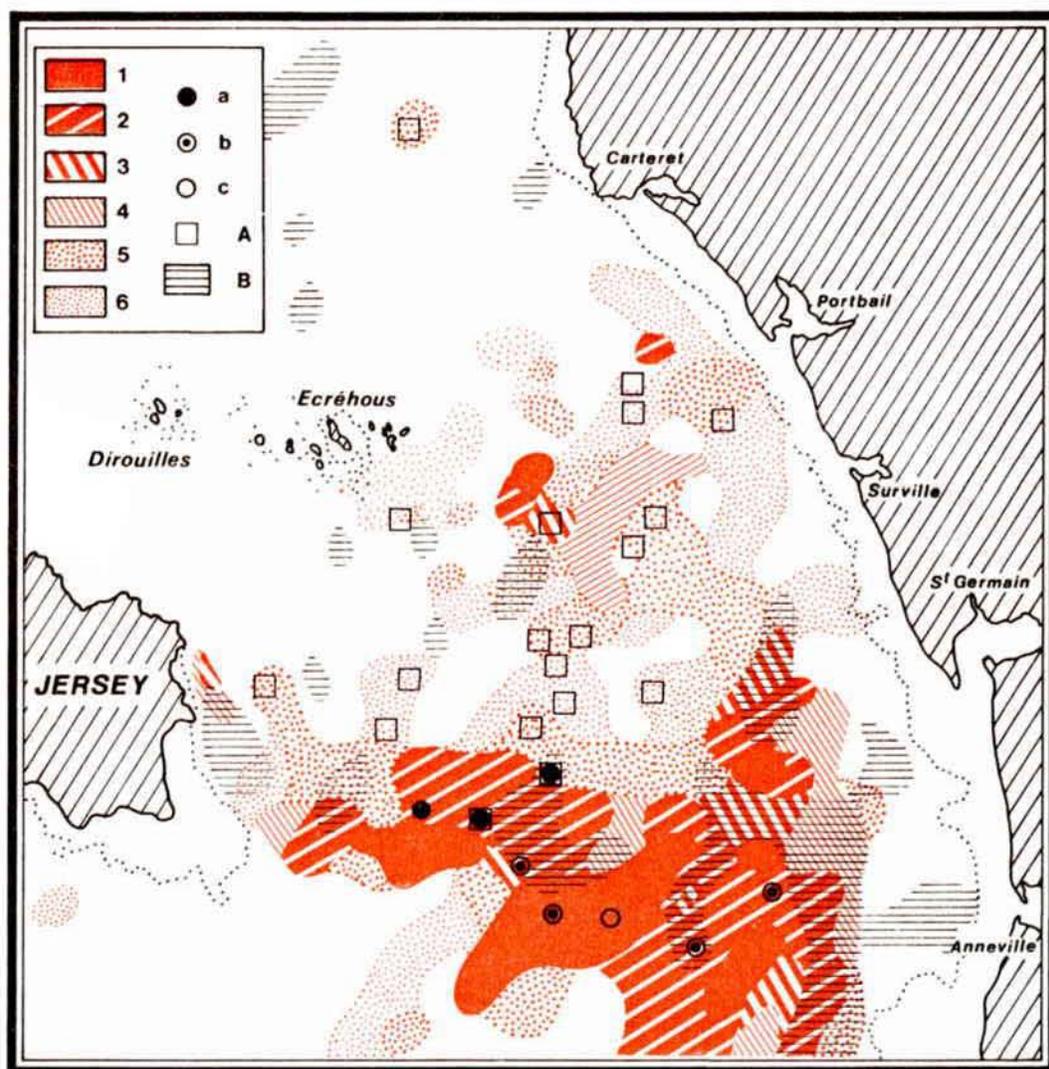


Figure V.17. : REPARTITION DU MAERL : LITHOTHAMNIUM CALCAREUM & L CORALLIODES
REPARTITION DU MAERL GLOBAL :

(1 : de 70 à 100 % du sédiment ; 2 : de 50 à 70 % ; 3 : de 35 à 50 % ;
4 : de 20 à 35 % ; 5 : moins de 20 % ; 6 : traces .

REPARTITION DU MAERL VIVANT :

a : plus de 30 % de maerl vivant par rapport au maerl total ;
b : entre 10 et 30 % ; c : moins de 10 % .

DIVERS :

A : présence d'oncolithes actuels ; B : zones envasées .

in HOMMERIL, 1967.

En fait, la couche de maërl vivant n'intéresse que les premiers centimètres des gisements. Très rapidement, au fur et à mesure que l'on s'enfonce dans ceux-ci, les arbuscules de maërl colorés, vivants disparaissent et les proportions s'inversent en faveur du maërl blanc, mort. Aussi, comme l'on pouvait s'y attendre, la richesse en maërl vivant est fonction de l'importance du gisement ("corrélation entre la vitalité du maërl et son abondance dans le sédiment" ; Fig. V.18).

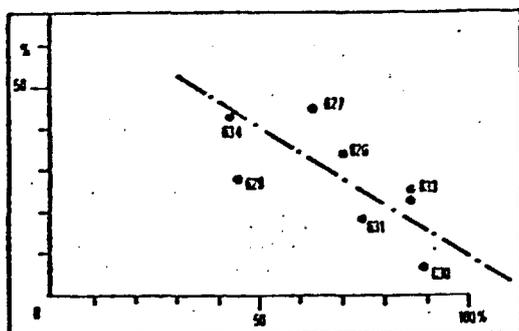


Figure V.18

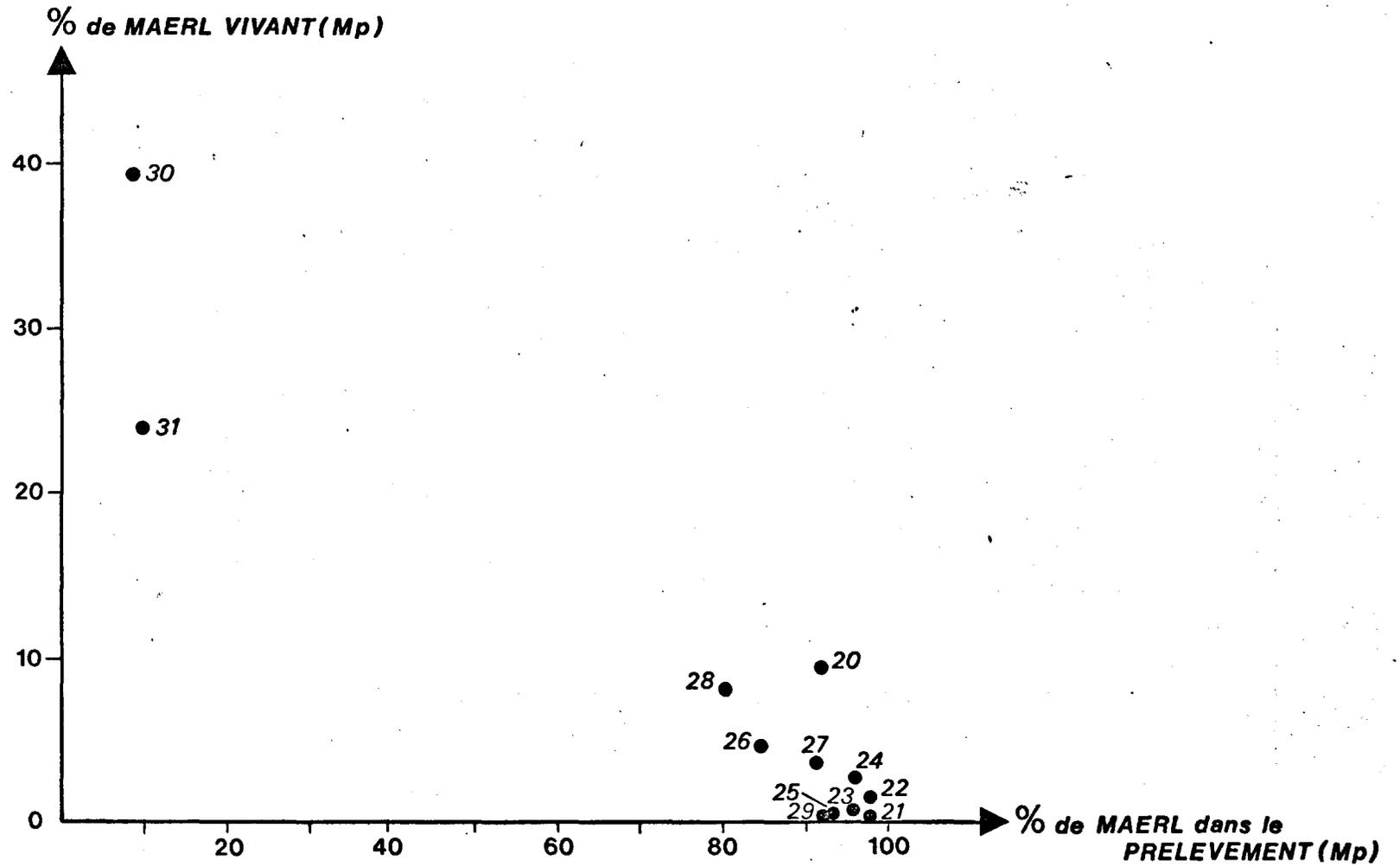
CORRELATION ENTRE LA VITALITE DU MAERL ET SON ABONDANCE DANS LE SEDIMENT.
(abscisses : % Maerl total par rapport au poids total, ordonnées : % Maerl vivant par rapport au maerl total).

"Entre Jersey et Cotentin, pour l'échantillonnage entre -9 et -12 m la richesse en maërl vivant est inversement proportionnelle à la richesse en maërl total dans le sédiment".

in HOMMERIL, 1967

Nos prélèvements dans ce secteur (TRO8, SM.20 à 23 sont bien groupés dans le plan défini par le système d'axes : % Maërl vivant / Mp et % Maërl dans le prélèvement) (tab. V.12 et fig. V.19). Ils confirment la présence de l'important gisement cartographié par HOMMERIL (1967). Cependant les proportions de maërl vivant apparaissent, en 1980, nettement inférieures.

Figure V. 19 - Pourcentage de maërl dans les prélèvements (Mp) en fonction du rapport :
maërl vivant/Mp. (les n° sont ceux des prélèvements effectués. cf. Fig. V.15.)



N° PRELEVEMENT (P) TRAIT	PROFONDEUR (m)	POIDS P (g)	MAERL (%)	$\frac{\text{MAERL VIVANT}}{\text{MAERL}}$ (%)	$\frac{\text{MAERL VIVANT}}{\text{MAERL MORT}}$ (%)	POIDS $\frac{\text{MAERL VIVANT}}{\text{MAERL MORT}}$ (g)	POIDS DEBRIS COQUILLIERS (g)
SM.20 - TR.08	29	1202.25	91.85	9.44	10.43	0.10	98.00
SM.21 - TR.08	23	1742.60	97.70	0.15	0.15	0.001	40.00
SM.22 - TR.08	23	7057.00	97.59	1.41	1.43	0.01	170.00
SM.23 - TR.08	24	2047.00	95.99	0.61	0.61	0.01	82.00
SM.24 - TR.09	10	1637.74	95.87	2.62	2.69	0.03	67.60
SM.25 - TR.09	12	2931.40	93.18	0.42	0.42	0.004	200.00
SM.26 - TR.09	17	2189.00	84.60	4.75	4.99	0.05	337.00
SM.27 - TR.09	18	1961.20	91.08	3.71	3.85	0.04	175.00
SM.28 - TR.09	18	2345.64	80.46	8.07	8.78	0.09	458.38
SM.29 - TR.09	18	3037.00	92.43	0.25	0.25	0.002	230.00
SM.30 - TR.10	20	3282.00	8.59	39.36	64.91	0.65	3000.00
SM.31 - TR.10	20	5104.40	9.87	23.89	31.35	0.31	4600.00

Tableau V.12 : Pourcentages de maërl dans les prélèvements

5.2. Secteur nord des Iles Chausey

De nombreuses informations, concernant en particulier la calcimétrie, l'épifaune sessile et vagile, l'endofaune, sont données par RETIERE (1979)*. Elles sont issues principalement de dragages échelonnés entre juin 1971 et avril 1974 (Fig.20).

Les taux de CaCO_3 apparaissent très élevés, atteignant souvent plus de 90 % (\bar{m} : 78 %) (Tableau V.13). Ces données rejoignent les dosages effectués par l'I.N.R.A. (Quimper) sur nos prélèvements dans ce secteur (TRO9). Elles caractérisent de très bons maërls. Le peuplement des formations de maërls. Le peuplement des formations de maërls à l'échelle du Golfe Normanno-Breton comprend (RETIERE, 1979) "un petit nombre d'espèces caractéristiques (essentiellement des broueteurs) parmi lesquelles il convient de retenir *Gibbula magus*. Le développement de l'épifaune vagile ... s'accompagne en général d'une diminution du nombre d'espèces d'endofaune ; celle-ci se réfère soit au faciès des sédiments hétérogènes envasés à *Sthenelais boa - Nucula nucleus*, soit au faciès climatique d'appauvrissement du peuplement à *Venus fasciata* qui peut se présenter sous son aspect d'eaux turbides à *Nucula nucleus*".

D'après les listes faunistiques établies par RETIERE (1979), plus de 90 espèces ont été identifiées après analyse des dragages concernant le gisement de maërl des îles Chausey.

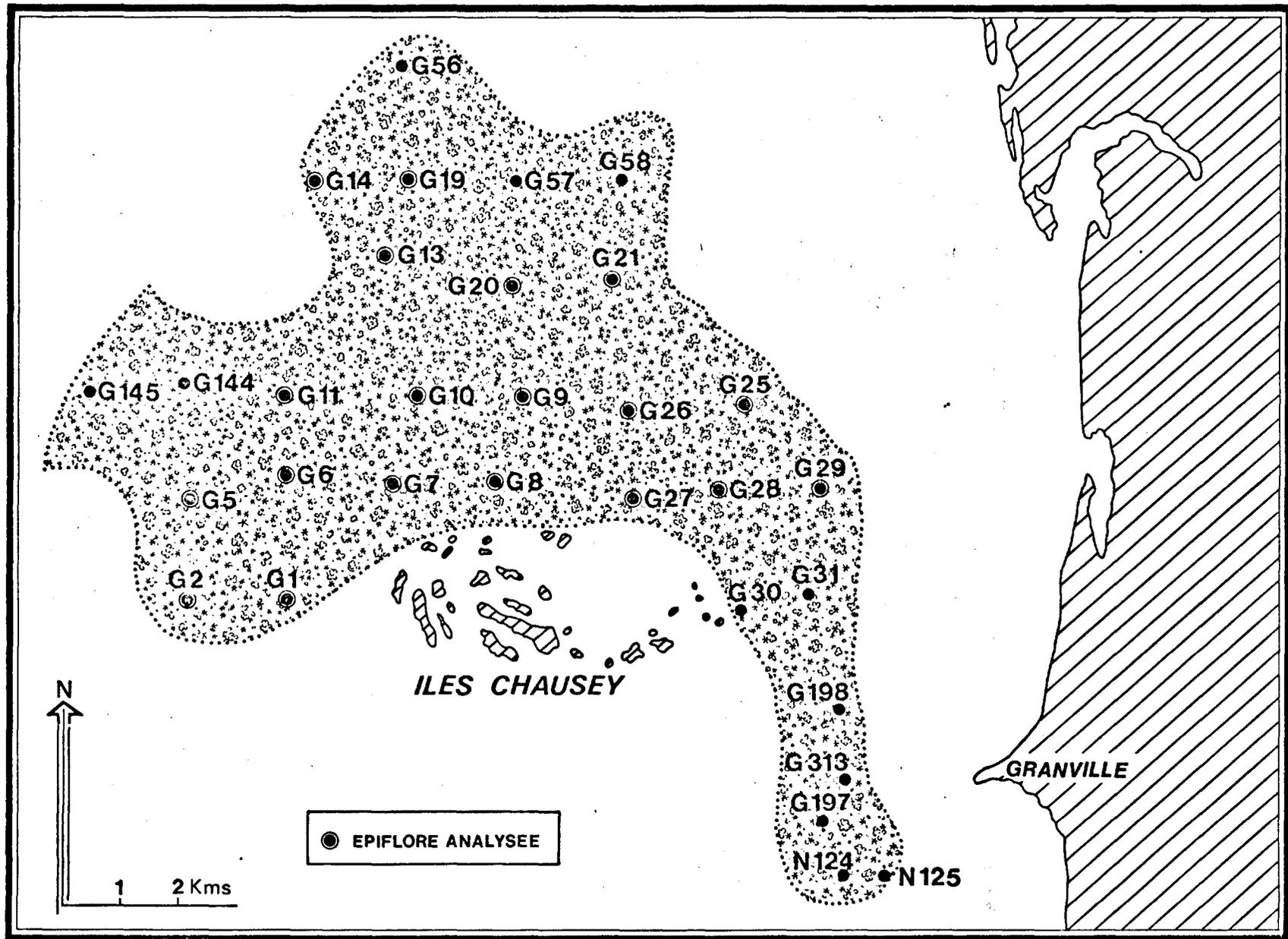
Analyse des similitudes entre dragages

Le coefficient de corrélation de point Φ a été retenu et les coefficients de liaison calculés entre tous les dragages (fig. V.21).

Les liaisons sont significatives pour les 2 noyaux principaux d'affinité faunistiques (A et B). L'homogénéité ainsi mise en évidence permet de confirmer la spécificité du peuplement faunistique des formations de maërl.

*Nous remercions Mr C. RETIERE d'avoir bien voulu nous communiquer ces données.

Figure V. 20. - Délimitation du banc de maërl des Iles de Chausey
(d'après RETIERE, 1979).



Date	N° Dragages	Calcimétrie (%)	Granulométrie (%)									
			galets (> 20mm)	(20 à 10mm)	graviers (10 à 5mm)	(5 à 2mm)	(2 à 1mm)	sables (1 à 0,5mm)	(0,5 à 0,2mm)	(0,2 à 0,1mm)	(0,1 à 0,05mm)	peútes (< 0,05mm)
1er juin 1972	G001	6580	0400	0925	1190	1365	0975	1780	3189	0176	0000	0000
	G002	7020	0540	1100	1517	1635	1197	1905	2008	0077	0000	0000
	G005	8820	1101	1648	1122	1590	1035	1391	1900	0213	0000	0000
	G006	6350	1579	1169	1226	1678	1188	1134	1660	0350	0000	0022
	G007	4370	1005	2108	2374	2298	0860	0694	0588	0108	0000	0060
	G008	5320	1000	2350	1551	2141	1383	0958	0517	0082	0000	0018
	G009	6520	0340	1834	1891	1964	1036	1144	1161	0596	0034	0000
	G010	9560	1378	0118	1333	3922	2218	0654	0334	0053	0000	0000
	G011	9590	0289	0288	3715	2333	1387	1228	0713	0147	0000	0000
	G013	4250	1080	1957	2622	1059	0736	1203	1296	0047	0000	0000
	G014	7010	4490	1238	1213	1772	0748	0370	0145	0020	0000	0005
	G019	8910	3876	1006	0886	1445	0938	1065	0752	0032	0000	0000
	G020	9920	0380	0487	1263	4811	2276	0408	0329	0046	0000	0000
	G021	9250	1147	0462	2247	3641	1133	0684	0567	0110	0000	0007
2 juin 1972	G025	9870	0000	0421	2239	5198	1637	0294	0147	0074	0000	0000
	G026	9230	2375	0383	1281	2368	0949	0240	0528	1793	0000	0083
	G027	5600	0200	1509	1354	1969	1218	1425	2121	0204	0000	0000
	G028	9280	1023	0679	2024	2874	1114	0561	1286	0418	0000	0023
	G029	7270	0884	0761	2255	2176	0646	1246	2004	0000	0000	0028
	G030	5020	3127	1288	1737	1545	0664	0739	0889	0021	0000	0000
	G031	7620	2990	0608	0305	1716	1125	1254	3598	0397	0000	0007
	G056	5400	1996	1200	2263	2180	0923	0793	0598	0042	0000	0005
	G057	9010	0589	1791	1439	2915	1919	0919	0385	0041	0000	0000
	G058	9070	1522	0973	1241	1920	1818	1880	0605	0041	0000	0000
12 juillet 1972	G144	7820	0371	0180	0684	1424	1785	2906	2552	0093	0000	0005
	G145	8700	0000	0121	0949	2297	1245	0919	2407	1936	0008	0122
19 juin 1973	G197	7850	0500	0189	0629	1114	0945	1619	4739	0255	0000	0010
	G198	8000	0000	0000	0068	0582	0823	2728	5707	0091	0001	0000
19 avril 1974	G313	9470	0494	0000	0640	3998	2642	1419	0660	0142	0000	0005
9 juin 1971	N124	9290	1000	0480	1160	2210	1840	2040	1130	0090	0030	0020
	N125	9780	1000	0050	0340	3320	2040	1730	1040	0390	0070	0020

Tableau V. 13 - Calcimétrie et analyse granulométrique des prélèvements
(d'après RETIERE, 1979)

Quant à l'épiflore du banc des Chausey, elle a été dépouillée par RICHARD, M*. Elle concerne les dragages G1 à 11, 13 à 14, 19 à 21 et 25 à 29 effectués le 1er et le 2 juin 1972. Plus de cinquante espèces différentes ont été identifiées. (Fig. V.20).

a) Analyse des similitudes entre dragages :

Le coefficient de corrélation de point Φ a été retenu et les coefficients de liaison calculés entre les dragages pré-cités. Trois noyaux d'affinité floristiques (A, B, C) se dégagent (Fig. V.22). Les noyaux A et B comprennent la quasi totalité des relevés. Ils sont liés au-dessus du seuil de signification $P = 90\%$ déterminé par le test du X^2 .

Une certaine homogénéité apparaît donc au sein de l'épiflore étudiée et permet de considérer les espèces qui la constituent comme associées au gisement de maërl.

b) Analyse d'inertie - Analyse des correspondances - Distance X^2 - Aspect qualitatif (présence - absence)

L'examen de la structure obtenue dans le plan défini par les axes 1-2 qui représentent 23,4 % de l'inertie de l'ensemble des points (Fig. V.23) appelle les remarques suivantes :

- la majorité des dragages sont très groupés et centrés,
- aux extrémités de l'axe 1, les dragages G.14, G.09 et G.13 sont distants des autres. Les espèces responsables appartiennent à une exception près (*Ostreobium queketti*, Codiale, Chlorophycée) à la classe des Rhodophycées. La moitié d'entre elles sont des Cryptonémiales le reste se répartissant entre les Gigartinales et les Cérariales. Par ailleurs, le taux de $CaCO_3$ de ces dragages est nettement inférieur à la moyenne. Enfin, l'analyse granulométrique révèle de forts pourcentages de fractions grossières.
- à l'extrémité de l'axe 2, le dragage G.20 est isolé. Les espèces responsables, toutes Rhodophycéennes, émergent aux Gigartinales et aux Gélidiales. D'autre part, le taux de $CaCO_3$, le plus élevé (99,20 %) les faibles pourcentages de fractions grossières ainsi que de celles très fines, désignent ce dragage comme l'un des plus représentatif du gisement de maërl.

* Nous remercions Mr M. RICHARD d'avoir bien voulu nous permettre d'analyser ces données.

```

        G G G G G G G G G G G G G G G G G G
        2 2 2 1 0 0 1 2 2 2 0 1 0 1 0 2 0 0 1
        7 8 0 1 2 1 9 1 5 9 8 0 6 3 7 6 5 9 4
        * * * * * * * * * * * * * * * * * *
85 * === ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) )
84 * ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) )
83 * ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) )
82 * ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) ) )

```

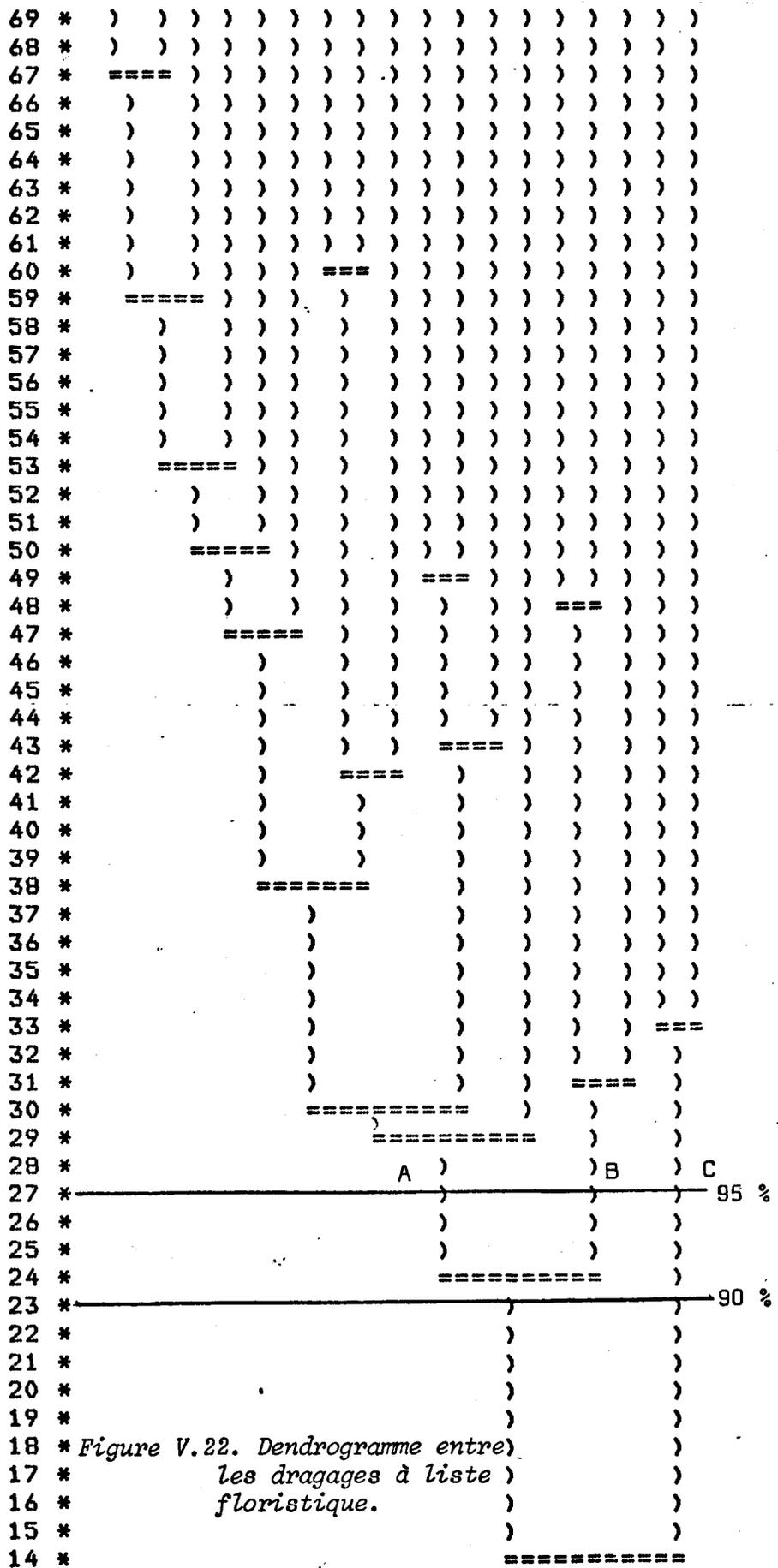


Figure V.22. Dendrogramme entre les dragages à liste floristique.

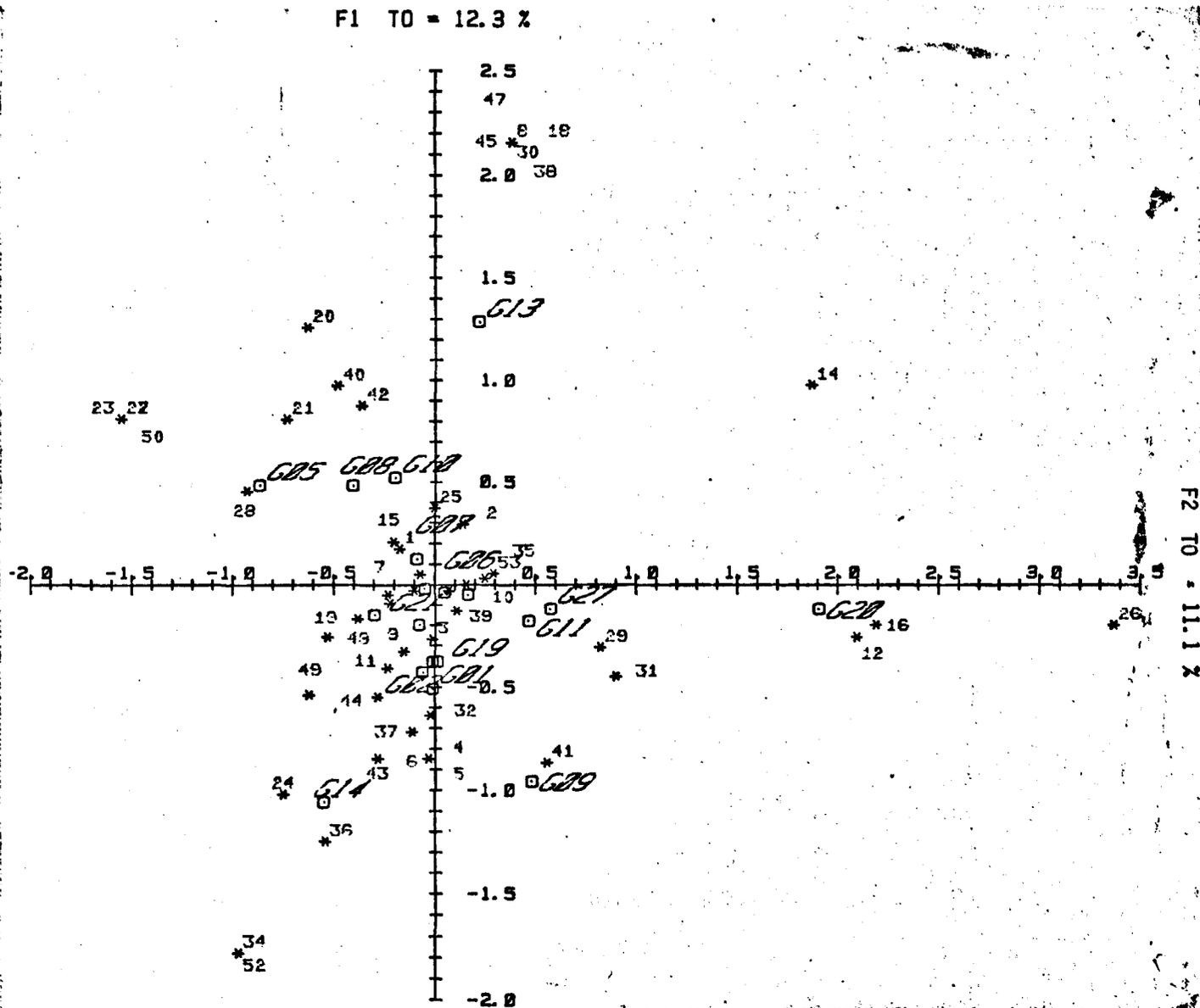


Figure V.23. - Répartition des point dragages (⊙) et des points espèces (*) dans le plan 1-2 de l'analyse d'inertie (la correspondance entre les numéros des points - espèces algales et le nom de ces espèces est établie dans la liste systématique).

Cette analyse axée sur l'épiflore étudiée confirme son caractère associatif avec le maërl.

IV. CONCLUSION

De nombreuses études ont donc eu pour objet ces intéressantes formations végétales que constituent les accumulations de maërl.

Elles retiennent en effet l'attention a plus d'un titre :

- l'importance des gisements, constitués lentement au cours des temps, et qui peut se chiffrer par millions de tonnes. Bon an mal an, environ 600 000 T. sont extraites des eaux territoriales françaises.
- la spécificité des espèces végétales et animales, associées principalement à la couche superficielle vivante des bancs de maërl. Aussi, peut on définir ces fonds comme une véritable biocénose dont la richesse biologique en fait un maillon de la chaîne alimentaire.
- le rôle de l'épiflore dans le maintien et l'agglomération du sédiment ;
- l'influence de la nature du sédiment sur les proportions respectives des deux principales espèces constitutives du maërl, *Lithothamnium calcareum* (Pallas) Areschoug et *Lithothamnium corallioides* Crouan.

La campagne "HYDROBIOS" (8-14 Août 1980) qui s'est déroulée à partir du N.O. NOROIT a permis, en particulier, de :

- confirmer les grands traits de la cartographie des gisements de maërl ainsi que la plupart des données bibliographiques. Les limites et la constitution de ces gisements, connues depuis longtemps, apparaissent donc remarquablement stables.

- collationner de nombreux documents permettant de constituer ainsi une photothèque de référence.
- effectuer des dosages (I.N.R.A., Quimper) sur les fractions de maërl des prélèvements.
Ils montrent que le passage de la vie à la mort n'est pas sanctionné par une perte en CaO.

En conséquence, dans la perspective des bouleversements éventuels qu'introduirait, sur l'une des richesses économiques du Golfe Normanno-Breton l'installation d'un barrage marémoteur, les orientations principales d'un programme Phytobenthos nous paraissent devoir être les suivantes :

- délimitation d'un secteur d'étude dans les bancs de maërl situés au nord des Iles Chausey.
- étude qualitative et quantitative des espèces constitutives du maërl et de leur épiflore, en des points précis du secteur défini (photographies, prélèvements, dosages...).
- estimation de stock par carottages et sismique prospection.

BIBLIOGRAPHIE

- ADEY, W.H. et Mc KIBBIN, D.L., 1970 - Studies on the Maërl species *Phymatolithon calcareum* (Pallas) nov. comb. and *Lithothamnium coralloïdes* (Crouan) in the Ria de Vigo.
- ANONYME, 1980 - L'armement français des navires sabliers. S.N.A.M, Doc. ron., Nantes : 38 p.
- BEIGBEDER, Y., DAGORNE, A. et RUELLAN, F., 1972 - Géomorphologie et sédimentologie de la partie méridionale du golfe normand-breton, 4è Congrès de la mer, Dinard : 57-80.
- BERTHOIS, L. et GUILCHER, A., 1959 - Les bancs de St Marc et du Moulin blanc (Rade de Brest) et remarques sur la sédimentation du Maërl (*Lithothamnium calcareum*) Cah. oceanogr., Bull. inf. C.O.E.C.;, 11ème année, 1 : 13-23.
- BLUNDEN, G., BINNS, W.W. et PERKS, F., 1975 - Commercial collection and utilisation of maërl. Economic Botany, 29 (2) : 140-145.
- BOILLOT, G., 1964 - Géologie de la Manche Occidentale. Ann. Inst. Océan., 42 : 220 p.
- CABIOCH, J., 1966 - Contribution à l'étude morphologique, anatomique et systématique de deux Mélobésiées : *Lithothamnium calcareum* (Pallas) Areschoug et *Lithothamnium coralloïdes* Crouan. Bot. Mar., 9 33-53.
- CABIOCH, J., 1968 - Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche Occidentale. Cah. Biol. Mar., 9 (5) : 493-720.
- CABIOCH, J., 1969 - Les fonds de Maërl de la Baie de Morlaix et leur peuplement végétal. Cah. Biol. Mar., 10 : 139-161.
- CABIOCH, J., 1970 - Le Maërl des côtes de Bretagne et le problème de sa survie. Penn ar Bed, 7 (63) : 421-429.
- CABIOCH, J., 1971 - Etude sur les Corallinacées. I - Caractères généraux de la cytologie. II - La morphogenèse : conséquences systématiques et phylogénétiques. Cah. Biol. Mar., 12 : 121-186. Cah. Biol. Mar., 13 : 137-287.
- COPPENET, M. 1961 - Les amendements marins - Bull. Inf. Minist. Agric., 73, B2-B4.
- COPPENET, M., 1974 - Le problème du chaulage à la lumière de la science agronomique moderne. Comité d'études et de liaison des amendements calcaires : 31 p.
- CRESSARD, A.P., et al, 1978 - Ressources littorales en granulats des régions de Bretagne et Pays de Loire. Comité de gestion de la taxe parafiscale sur les granulats. BRGM, CNEXO, ISTPM : 30 p. + 6 pl. + annexes et cartes.

- DUVAL, L., 1966 - Les amendements humiques et calcaires d'origine marine. Bull. Mayenne Sciences : 49-64.
- FILY, G., 1971 - Sédimentologie et géologie des fonds sous-marins entre Guernesey et les Casquets - Aurigny. In colloque sur la géologie de la Manche : Mém. BRGM, Fr., 79 : 171-183.
- FORTIN, J., 1972 - Les sédiments et la dynamique sédimentaire dans l'Archipel des îles Chausey (Manche). Thèse Doct. 3è cycle, Univ. Caen : 78 p.
- GAUTIER, M., 1971 - Le Maërl sur le littoral de la Bretagne. Cah. Océanogr., 2 : 171-191.
- GIRESSSE, P. et HOMMERIL, P., 1969 - Les fonds sous-marins de la carte de Granville au 100 000è. Première partie : aspects sédimentologiques. Rec. Soc. Sav. de Hte Normandie, 56 : 23-50.
- GIRESSSE, P., HOMMERIL, P. et LAMBOY, M., 1972 - Résultats préliminaires d'une campagne de sismique réflexion dans le Golfe normand-breton. Mém., BRGM, Fr., 79, 193-200 + 1 pl.
- HILL, J.C.C. and Associates. 1972 - Report on the amdril sampling survey undertaken on the continental shelf off the Northern coast of France. Rapp., part 3, contrat CNEOX 72/549 : 47 p + 2 cartes.
- HOMMERIL, P., 1967 - Etude de géologie marine concernant le littoral bas-normand et la zone pré-littorale de l'Archipel anglo-normand. Thèse Doct. Etat, Univ. Caen : 304 p.
- HOMMERIL, P., 1970 - Dynamique du transport des sédiments calcaires dans la partie nord du Golfe normand-breton. Bull. Soc. Géol. Fr., 7 (12) : 31-41.
- HOMMERIL, P., LARSONNEUR, C. et PINOT, J.P., 1972 - Les sédiments du précontinent armoricain. B.S.G.F, 7 (14) : 237-247.
- HOMMERIL, P.F.X. - Sédimentation biophysique : relations entre organismes et sédiment dans la zone intertidale et pré-littorale des côtes françaises de la Manche. 7th International Sedimentological Congress : 4 p.
- LARSONNEUR, C., 1971 - Manche Centrale et Baie de Seine : géologie du substratum et des dépôts meubles. Thèse Doct. Etat, Univ. Caen : 394 p.
- LEMOINE, P., 1910 - Répartition et mode de vie du Maërl (*Lithothamnium calcareum*) aux environs de Concarneau (Finistère). Ann. Inst. Océanogr., Paris, 1 (3) : 29 p.
- PRUVOT, G., 1897 - Essai sur les fonds et la faune de la Manche occidentale. Arch. Zool. Exper. Gen., Paris 5 (3è série) : 511-644.
- THOMAS, Y., 1972 - Le Maërl sur le littoral français de la Baie de Seine à la Baie de Bourgneuf. Laboratoire de Géomorphologie de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes - Naturalia et Biologia - Contrat CNEOX 71/360 : 53 p.

ANNEXE 1

GISEMENT DE MAERL DES I. CHAUSEY

LISTE SYSTEMATIQUE DES ALGUES IDENTIFIEES

(avec leur code et le numéro affecté pour l'analyse d'inertie)

CHLOROPHYCEES

Cladophorales

Cladophoracées	13 - CLAP. SP!	<i>Cladophora</i> sp.
	10 - CHET. SP!	<i>Chaetomorpha</i> sp.

Chlorococcales

Chlorococcacées	14 - CODL PET	<i>Codiolum petrocelidis</i> Kuckuck
-----------------	---------------	--------------------------------------

Codiales

Bryopsidacées	38 - OSTB QUE	<i>Ostreobium queketti</i> Bornet et Flahault
---------------	---------------	-----------------------------------------------

PHÉOPHYCÉES

Cutlériales

Cutlériacées	3 - AGLZ PAR	<i>Aglaozonia parvula</i> (Greville) Zanardini
--------------	--------------	------------------------------------------------

Sphacélariales

Sphacélariacées	49 - SPHA PLU	<i>Sphacelaria plumula</i> Zanardini
	50 - SPHA SP!	<i>Sphacelaria</i> sp.

Fucales

Cystoseiracées	29 - HALD SIL	<i>Halidrys siliquosa</i> (Linné) Lyngbye
----------------	---------------	-------------------------------------------

Ectocarpales

- Ectocarpacées 19 - ECTC SP! *Ectocarpus* sp.
- Ralfsiacées 46 - RALF VER *Ralfsia verrucosa* (Areschoug) J. Agardh

RHODOPHYCÉES

BANGIOIDEES

Goniotrichales

- Goniotrichacées 27 - GONT COR *Goniotrichum cornu cervi* (Reinsch) Hauck
 28 - GONT ELE *Goniotrichum elegans* (Chauvin) Le Jolis
- Erythropeltidacées 20 - ERTR CAR *Erythrotrichia carnea* (Dillwyn) J. Agardh

FLORIDEES

Acrochaetiales

- Acrochaetiacées 1 - ACRC DAV *Acrochaetium daviesii* (Dillwyn) Nägeli
 2 - ACRC SP! *Acrochaetium* sp.

Gélidiales

- Gélidiacées 25 - GLDA SPA *Gelidiella* sp.1
 26 - GLDA SPB *Gelidiella* sp.2

Cryptonemiales

- Squamariacées 39 - PEYS DUB *Peyssonnelia dubyi* Crouan
 41 - PEYS RUB *Peyssonnelia rubra* (Greville) J. Agardh
 40 - PEYS HAR *Peyssonnelia harveyana* Crouan
 18 - CRUP GRA *Cruoriopsis gracilis* Batters
 47 - RDMA ELE *Rhodophysema elegans* (Crouan) Dixon

- Mélobésiées**
- 32 - LIPH INC *Lithophyllum incrustans* Philippi
 33 - LITH CAL *Lithothamnium calcareum* (Pallas) Areschoug
 35 - LITH COR *Lithothamnium corallioides* Crouan
 36 - LITH POL *Lithothamnium polymorphum* (Linné) Areschoug
 37 - LITH SON *Lithothamnium sonderii* Hauck
 34 - LITH CLU *Lithothamnium* sp.
 21 - FOSL SP! *Fosliella* sp.1
 22 - FOSL SPA *Fosliella* sp.2
 23 - FOSL SPB *Fosliella* sp.3
- Gigartinales**
- Cruoriacées** 17 - CRUA PUR *Cruoria purpurea* Crouan
- Furcellariacées** 24 - FURC FAS *Furcellaria lumbricalis* (Hudson) Lamouroux
- Rhodophyllidacées** 8 - CALB CIL *Calliblepharis ciliata* (Hudson) Kützing
- Plocamiacées** 43 - PLOM CAR *Plocamium cartilagineum* (Linné) Dixon
- Sphaerococcacées** 51 - SPHE COR *Sphaerococcus coronopifolius* Stackhouse
- Gracilariacées** 15 - CORD ERE *Cordylecladia erecta* (Gréville) J. Agardh
 16 - CORD SP! *Cordylecladia* sp.
- Phylloporacées** 42 - PHYL CRI *Phyllophora crispa* (Hudson) Dixon
- Gigartinacées** 12 - CHRU CRI *Chondrus crispus* (Linné) Lingbye
- Rhodymeniales**
- Rhodymeniées** 48 - RODY ARD *Rhodymenia ardissoni* J. Feldmann
- Ceramiales**
- Céramiées** 4 - ANTI BEB *Antithamnion plumula* (Ellis) Thuret var.
Bebbi (Reinsch) J. Feldmann
 5 - ANTI PLU *Antithamnion plumula* (Ellis) Thuret
 6 - ANTI SAR *Antithamnion sarniense* (Lyle) G. Feldmann
 9 - CERA RUB *Ceramium rubrum* (Hudson) C. Agardh
 53 - SPMO REP *Spermothamnion repens* (Dillwyn) var.
flagelliferum
 52 - SPHO MUL *Sphondylothamnion multifidum* (Hudson)
 Nägeli

Dasyacées

31 - HETE PLU *Heterosiphonia plumosa* (Ellis) Batters

Rhodomélacées

- 7 - BRON BYS *Brongniartella byssoïdes* (Goodenough et
Woodward) Schmitz
- 45 - PTER PAR *Pterosiphonia parasitica* (Hudson)
Falkenberg
- 30 - HAPI INC *Halopitys incurvus* (Hudson) Batters
- 11 - CHRI DAS *Chondria dasyphylla* (Woodward) C. Agardh

ANNEXE 2

Gisement de maërl des Iles Chausey - liste alphabétique codée des algues identifiées.

Les numéros sont ceux qui leur sont attribués dans l'analyse d'inertie.

La correspondance entre les numéros et les noms d'espèces est établie dans la liste systématique qui constitue l'Annexe 1

* 1.ACRC DAV	* 2.ACRC SPI	3.AGLZ PAR	4.ANTI BEB	5.ANTI PLU	6.ANTI SAR	7.BRON BYS	8.CALB CIL	9.CERA RUB	10.CHET SPI
11.CHRI DAS	12.CHRU CRI	13.CLAP SPI	14.CODL PET	15.CORD ERE	16.CORD SPI	17.CRUA PUR	18.CRUP GRA	19.ECTC SPI	20.ERTR CAR
21.FOSL SPI	22.FOSL SPA	23.FOSL SPB	24.FURC FAS	25.GLDA SPA	26.GLDA SPB	27.GONT COR	28.GONT ELE	29.HALD SIL	30.HAPI INC
31.HETE PLU	32.LIPH INC	33.LITH CAL	34.LITH CLU	35.LITH COR	36.LITH POL	37.LITH SON	38.OSTB QUE	39.PEYS DUB	40.PEYS HAR
41.PEYS RUB	42.PHYL CRI	43.PLOM CAR	44.POLS SPI	45.PTER PAR	46.RALF VER	47.RDMA ELE	48.RODY ARD	49.SPHA PLU	50.SPHA SPI
51.SPHE COR	52.SPHO MUL	53.SPMO REP							

ANNEXE 3

CISEMENT DE MAERL DES ILES CHAUSEY - LISTE FLORISTIQUE CODEE, POUR LES DRAGAGES ETUDIES.

* 601* *	AGLZ PAR LITH CAL	ANTI REB LITH COR	ANTI PLU PEYS DUB	ANTI SAR PEYS RUB	BRON BYS POLG SPI	CHE1 SPI RALF VER	CLAP SPI RODY ARD	CORD ERE SPHA PLU	CRUA PUR .	HETE PLU
* 602* *	ACRC DAV PEYS RUB	AGLZ PAR RALF VER	CHET SPI RODY ARD	CLAP SPI .	CRUA PUR	LITH CAL	LITH COR	LITH POL	LITH SON	PEYS DUB
* 605* *	ACRC DAV GON1 COR	ACRC SPI GON1 ELE	AGLZ PAR LITH CAL	BRON BYS PEYS DUB	CLAP SPI PEYS HAR	CORD ERE RODY ARD	CRUA PUR SPHA PLU	ERTR CAR SPHA SPI	FOSL SPA SPMO REP	FOSL SPB
* 606* *	BRON BYS	CRUA PUR	LITH COR	.						
* 607* *	AGLZ PAR	CLAP SPI	LITH CAL	.						
* 608* *	ACRC SPI PEYS DUB	BRON BYS PEYS HAR	CLAP SPI RALF VER	CORD ERE	CRUA PUR	ERTR CAR	FOSL SPI	GONT ELE	LITH CAL	LITH COR
* 609* *	AGLZ PAR	PEYS RUB	.							
* 610* *	CLAP SPI	CRUA PUR	LITH CAL	LITH COR	PEYS HAR	PHYL CRI	.			
* 611* *	ACRC DAV PEYS DUB	AGLZ PAR PEYS RUB	BRON BYS SPMO REP	CHRU CRI	CLAP SPI	CORD ERE	CRUA PUR	HALD SIL	LITH CAL	LITH COR
* 613* *	ACRC DAV ERTR CAR RDMA ELE	AGLZ PAR GLDA SPI RODY ARD	BRON BYS HAPI INC SPHE COR	CALB CIL LITH CAL SPMO REP	CHE1 SPI LITH COR	CLAP SPI OSTB QUE	CODL PET PEYS DUB	CORD ERE PEYS HAR	CRUA PUR PTER PAR	CRUP GRA RALF VER
* 614* *	AGLZ PAR RALF VER	BRON BYS RODY ARD	CRUA PUR SPHA PLU	FURC FAS SPMO MUL	LITH CAL	LITH CLU	LITH POL	PEYS DUB	PEYS RUB	PLOH CAR
* 619* *	ACRC DAV PEYS DUB	BRON BYS PEYS RUB	CHRI DAS PLOH CAR	CLAP SPI RODY ARD	CORD ERE SPHA PLU	CRUA PUR SPMO REP	HETE PLU	LIPH INC	LITH CAL	LITH COR
* 620* *	AGLZ PAR	CLAP SPI	CORD ERE	CRUA PUR	GLDU SPI	HETE PLU	LITH CAL	LITH COR	PEYS DUB	PEYS RUB
* 621* *	BRON BYS RALF VER	CERA RUB SPMO REP	CHRI DAS	CLAP SPI	CRUA PUR	GLDA SPI	LITH CAL	LITH COR	PEYS DUB	PLOH CAR
* 625* *	BRON BYS	CHET SPI	CLAP SPI	CRUA PUR	GLDA SPI	HETE PLU	PEYS DUB	RALF VER	SPMO REP	.
* 626* *	AGLZ PAR	CLAP SPI	PEYS DUB	PLOH CAR	SPMO REP	.				
* 627* *	AGLZ PAR	CHET SPI	CLAP SPI	CORD SPI	CRUA PUR	LITH CAL	LITH COR	PEYS DUB	.	
* 628* *	AGLZ PAR	CHET SPI	CLAP SPI	CORD ERE	CRUA PUR	LITH CAL	LITH COR	PEYS DUB	.	
* 629* *	ACRC DAV GLDA SPI	ACRC SPI GONT ELE	AGLZ PAR LITH CAL	BRON BYS LITH COR	CHET SPI PEYS DUB	CHRI DAS POLG SPI	CLAP SPI RALF VER	CORD ERE SPHA PLU	ECTC SPI SPMO REP	FURC FAS

ANNEXE 4

CISEMENT DE MAERL - LISTE FAUNISTIQUE CODEE. PAR DRAGAGE.

* G001 *	ACHA VIR LANI LON	CACH LAE NEPH LON	GIBB MAG MCPI PUS	CARD SCA PAGU BER	GLYC GLY PISI LON	SPIS ELL HARP SAN	TAPE RHO	VENU OVA	VENU VER	CHAE VAR
* G002 *	BUCC UND	TAPE RHO	VENU OVA	VENU VER	NEPH CAE	PSAM ARE	ANAP HYN	GOLF VUL	HARP SAN	GARI DEP
* G005 *	CALY CHI LUMB FRA	GIBB MAG NEPH LON	OCEN ERI GALA INT	CARD SCA PISI LON	GLYC GLY PHAS STR	SPIS ELL BRAN VES	SPIS OVA	TAPE RHO	VENU OVA	VENU VER
* G006 *	OCEN COR TERB SIR AMCT GUN	CARD SCA ANAP HYN	GLYC GLY EBAL TUB	NUCU NUC EURY ASP	TAPE RHO PAGU BER	VENU OVA PAGU CUA	VENU VER PISI LON	EUPH FOL OPHA ALB	NEPH CAE NUCU SSA	PSAM ARE ARIC CUV
* G011 *	BUCC UND	GIBB MAG	CARD SCA	GLYC GLY	SPIS OVA	TAPE RHO	VENU OVA	PAGU BER	STHE SSA	
* G144 *	BUCC UND	CALY CHI	GIBB MAG	OCEN ERI	GLYC GLY	SPIS ELL	TAPE RHO	VENU OVA	ANAP HYN	MCPI PUS
* G145 *	BUCC UND VENU VER	CALY CHI NEPH HOM	GIBB MAG NEPH CAE	OCEN ERI EURY ASP	ABRA ALB PAGU BER	CARD SCA PAGU CUA	NUCU NUC PISI LON	SPIS OVA NUCU SSA	TAPE RHO CARD EXI	VENU OVA STYL ERU
* G030 *	GIBB MAG PAGU BER	OCEN ERI LAON CIR	CARD SCA	SPIS OVA	TAPE RHO	VENU OVA	NEPH LON	ANAP HYN	GALA INT	MCPI PUS
* G031 *	CALY CHI LUMB FRA	DENT VUL INAC DOR	GIBB MAG MCPI PUS	NASS INC SPIR SPA	CARD SCA	GLYC GLY	SPIS ELL	SPIS OVA	TAPE RHO	VENU OVA
* G029 *	BUCC UND MCPI PUS	CALY CHI PAGU BER	DENT VUL	LEPC CIN	SPIS OVA	TAPE RHO	VENU OVA	VENU VER	LUMB FRA	NEPH CAE
* G028 *	CALY CHI	GIBB MAG	EBAL TUB	EBAL TUM	MCPI PUS	PAGU BER	PAGU CUA			
* G027 *	CALY CHI	GIBB MAG	CARD SCA	NUCU NUC	SPIS OVA	TAPE RHO	VENU OVA	VENU VER	ANAP HYN	INAC DOR
* G008 *	DIOD APE NEPH CAE	GIBB MAG PSAM ARE	OCEN ERI CONI CYL	CARD SCA GALA INT	GLYC GLY MCPI PUS	NUCU NUC PAGU BER	TAPE RHO PAGU CUA	VENU OVA PISI LON	VENU VER GOLF ELO	LUMB GRA HARP SAN
* G007 *	CARD SCA AFAB IRI	TAPE RHO	VENU OVA	VENU VER	NEPH HOM	NEPH CAE	TERB STR	MCPI PUS	PAGU BER	HARP SAN
* G010 *	ACHA VIR PHAS STR	GIBB MAG LEPA BIM	CARD SCA ASTA TRI	GLYC GLY	SPIS OVA	TAPE RHO	VENU OVA	GLYR LCP	ANAP HYN	EBAL TUM
* G009 *	ACHA VIR	CARD SCA	NUCU NUC	SPIS OVA	STHE BOA					

* G026 *	BUCC UND MCPI PUS	CALY CHI MACR ROS	GIBB MAG PAGU BER	CARD SCA HARP SAN	NUCU NUC STHE BOA	TAPE RHO NUCU SSA	VENU OVA MODU ADR	LANI CON	LUMB LAT	NEPH HOM
* G025 *	CALY CHI STHE SSA	DENT VUL LEPC CIN	LEPL CAN	CARD SCA	NUCU NUC	SPIS OVA	VENU OVA	MCPI PUS	PAGU BER	HARP SAN
* G021 *	CALY CHI VENU OVA	DENT VUL NOTH LAT	GIBB MAG GALA INT	NASS INC INAC DOR	OCEN ERI MCPI PUS	CARD SCA PAGU BER	NUCU NUC PAGU CUA	SPIS ELL OPHA ALB	SPIS OVA NUCU SSA	TAPE RHO PHYD GRO
* G020 *	BUCC UND MCPI PUS	CALY CHI	DENT VUL	GIBB CIN	GIBB MAG	CARD SCA	SPIS OVA	TAPE RHO	VENU OVA	ANAP HYN
* G013 *	BUCC UND TAPE RHO	CACH LAE VENU OVA	EMAR CON NEPH CAE	GIBB CIN ANAP HYN	GIBB MAG PAGU BER	GIBB TUM HARP SAN	OCEN ERI ARAB IRI	CARD SCA	GLYC GLY	SPIS OVA
* G014 *	ACCH CRI PSAM ARE ODON GIB	BUCC UND ANAP HYN HETC BIO	CACH LAE EBAL TUM	CALL ZIZ GALA INT	GIBB MAG MCPI PUS	LEPL CAN PAGU BER	CARD SCA PAGU CUA	GLYC GLY PILU HIR	TAPE RHO PISI LON	VENU OVA HARP SAN
* G019 *	ACCH DIS VENU VER LEPA BIM	ACMA VIR LUMB FRA ACCH COM	CALL ZIZ NEPH CAE LAGI EXT	CALY CHI ANAP HYN	GIBB MAG GALA INT	OCEN ERI MCPI PUS	CARD SCA MCPI DEP	GLYC GLY PAGU BER	TAPE RHO PILU HIR	VENU OVA PISI LON
* G057 *	BUCC UND PAGU BER	CALY CHI OPHA ALB	CARD SCA LEPA BIM	GLYC GLY	SPIS ELL	TAPE RHO	VENU OVA	NEPH CAE	EBAL TUB	GALA INT
* G058 *	CALL ZIZ LANI CON CARD EXI	CALY CHI LUMB LAT HARP SAN	DENT VUL NEPH LON EUNC HAR	GIBB MAG ANAP HYN	OCEN ERI MCPI PUS	CARD SCA MACR ROS	CHLA OPE PAGU BER	NUCU NUC PAGU CUA	TAPE RHO OPHA ALB	VENU OVA NUCU SSA
* G056 *	BUCC UND ANAP HYN GOLF ELO	CALY CHI GALA INT NUCU NUC	GIBB MAG MCPI PUS	LEPC CIN PAGU BER	NASS INC PAGU CUA	CARD SCA PISI LON	TAPE RHO GOLF VUL	VENU OVA NUCU SSA	VENU VER HARP SAN	LUMB FRA AMPP SQU
* N124 *	CALY CHI PHAS STR	ABRA ALB PRIO CIR	CARD SCA HETC ALA	SPIS ELL APSE LAT	VENU OVA EURD TRU	GLYP LAP	NEPH HOM	OPHE ROS	PISI LON	OPHA ALB
* G197 *	GIBB MAG STHE SSA	SPIS OVA	TAPE RHO	VENU OVA	GLYR LAP	MCPI PUS	PAGU BER	PAGU CUA	LEPA BIM	PHYD MAC
* G313 *	BUCC UND DENT VUL	CALY CHI PINT PIS	LEPC CIN	NATI ALD	SPIS ELL	SPIS OVA	TAPE RHO	NEPH HOM	PAGU BER	OPHE ROS
* G198 *	SPIS ELL	PAGU BER	ARMA POL							

CHAPITRE VI

ZOOBENTHOS SUBTIDAL

par

Michel BLANCHARD (CNEXO-COB)

Vincent RIVAIN (Laboratoire Maritime de Dinard - MNHN)

Décembre 1980

I. RESULTATS PRELIMINAIRES

1. Peuplements des sables grossiers

Après une première sortie exploratoire en avril 1980 au cours de laquelle une dizaine de points ont été prospectés, le plan d'échantillonnage a été limité à trois stations (cf. carte), suivant l'objectif fixé par le contrat d'étude, à savoir une réponse à un gradient d'envasement sur deux peuplements benthiques.

a. Peuplement à sable fin, moyen et propre à *Armandia polyophtalma*.

Point 2 face à Granville. Ces sables propres se différencient nettement des autres sédiments rencontrés dans la baie du Mont Saint-Michel, par l'absence de fraction sablonneuse et pélitique. Ils sont par contre fortement carbonatés (70 % CaCO_3).

C'est une zone de hauts fonds, à morphologie dunaire, à hydrodynamisme important, avec une couche d'eau à turbidité élevée.

Dans ce peuplement, on relève principalement deux espèces préférantes et constantes : *Nephtys cirrosa* et *Armandia polyophtalma*, toutes deux polychètes. Ces deux espèces font l'objet d'une étude plus approfondie (cycle reproducteur et croissance), du fait de leur sensibilité à l'envasement. Cette partie de l'étude s'effectue au Laboratoire Maritime de Dinard.

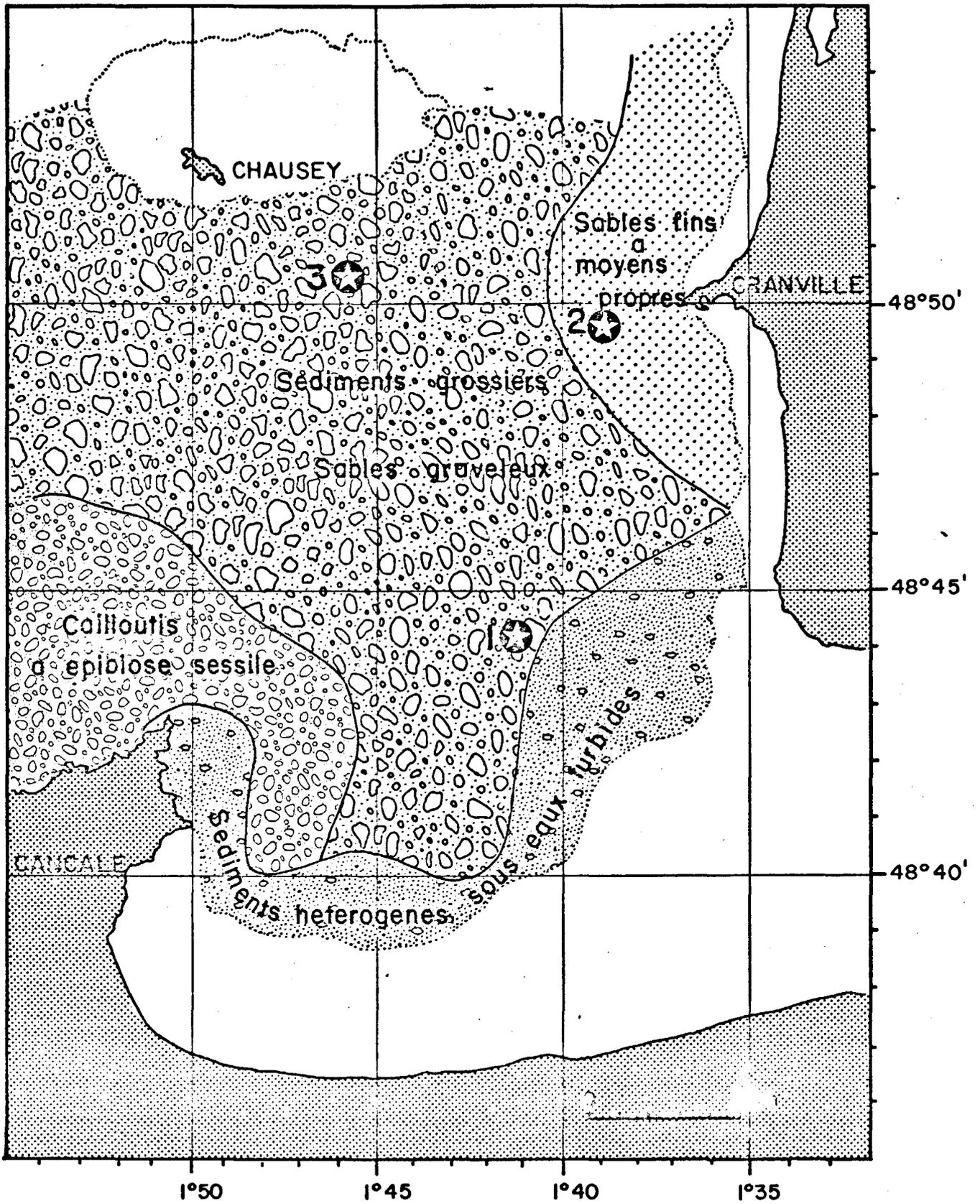
b. Peuplements de sables grossiers hétérogènes.

Dans ce faciès largement répandu à l'échelle du golfe normanno-breton, deux points ont été retenus : l'un au milieu d'une radiale pointe de Champeau-Cancale (1 sur la carte), l'autre au sud de Chausey (3).

Ces deux points présentent grossièrement le même peuplement, dominé par des populations de bivalves (*Tapes rhomboïdes*, *Venus verrucosa* (praire), *Spisula ovalis*, *Mucula nucleus*, etc).

L'envasement étant le caractère principal qui différencie ces deux stations, nous nous sommes proposés d'étudier la biologie de deux espèces principales de ce peuplement : *Tapes rhomboïdes* et *Spisula ovalis* : cycle reproducteur, croissance et biomasse. L'étude du peuplement est réalisée au printemps (avril), en été (août) et en hiver (janvier).

Figure VI.1 : Carte sédimentaire de la zone étudiée (d'après RETIERE, 1979) et localisation des points de prélèvements



L'étude des populations s'effectue grâce au matériel récolté lors de chaque sortie mensuelle, et ramené à Brest.

Dans ce peuplement également, une espèce de l'épifaune sessile a été retenue, le polychète *Pomatoceros lamarkii*, pour une étude de dynamique de population, du fait de sa haute sensibilité à la turbidité (étude réalisée au Laboratoire de Dinard).

II. CALENDRIER DES MISSIONS

22-23-24	avril	1980	N/O THALIA	Prospection
22	juillet	1980	STIREN	Echantillonnage
11-14	août	1980	N/O NOROIT	Echantillonnage et prospection photographie sous-marine
19	août	1980	STIREN	Echantillonnage
15-16-17	septembre	1980	N/O THALIA	Echantillonnage
21	octobre	1980	STIREN	Echantillonnage
13	novembre	1980	STIREN	Echantillonnage
17	décembre	1980	STIREN	Echantillonnage

Le Thalia est un navire côtier de 25 m, appartenant au CNEXO et basé à Brest ; le Stiren est un dragueur d'huîtres, d'une longueur de 15 m appartenant à la Société Cancale - Huître, et loué pour ces sorties.

Il faut noter ici que, Cancale étant un port à marées, l'embarquement du matériel s'effectue la veille de la mission, lors de la pleine eau, de même que le débarquement le lendemain. Le personnel embarquant par zodiac, pour une sortie en mer qui dure une dizaine d'heures.

III. MOYENS D'ECHANTILLONNAGE

1. Etude qualitative.

Elle s'effectue à la drague Rallier du Baty pour le peuplement de sables grossiers, et à la drague Charcot-Picard pour le peuplement de sables fins.

2. Etude quantitative.

Elle s'effectue à la benne Smith-Mc-Intyre (1/10e m²) à chaque sortie, avec dix prélèvements aux stations 1 et 3, et vingt à la station 2.

La benne suceuse autonome (B.S.A.) prélevant 1/4 de m², et plus adaptée au sédiment sablo-graveleux, a été utilisée lors des prélèvements destinés à l'étude du peuplement (avril - août). Son maniement délicat par mer agitée a nécessité des modifications actuellement en cours.

Les échantillons sont tamisés à bord, sur maille de 1 mm, quand le temps le permet, fixés et ramenés à terre. Une partie vivante de la population est également prélevée pour élevage en laboratoire et observation de la sexualité.

IV. POURSUITE DE L'ETUDE

Le calendrier prévoyant une année d'étude, 6 sorties mensuelles sont encore à réaliser à cette date, dans les mêmes conditions, jusqu'en juillet 81.

Au printemps 1981, une mission supplémentaire est envisagée pendant une semaine par le Laboratoire Maritime de Dinard, pour une étude plus détaillée des points retenus.

Actuellement, les dépouillements en cours ne permettent pas de fournir des résultats définitifs, lesquels seront réunis dans le rapport final en décembre 1981. On trouvera, en annexe, quelques résultats préliminaires de densité concernant les deux types de peuplements.

V; RESULTATS PRELIMINAIRES

1. Peuplements des sables grossiers.

Densité moyenne par m² des espèces principales sur les deux stations choisies.

	Station CHAUSEY	Station BAIE
<i>Tapes rhomboïdes</i>	~ 200/m ²	30/m ²
<i>Nucula nucleus</i>	100	100
<i>Spisula ovalis</i>	20	250
<i>Abra alba</i>	20	500

On peut noter les proportions inverses entre ces deux stations, pour un même type de peuplement, dues au gradient d'envasement.

Les espèces secondaires sont des bivalves : *Venus verrucosa* (la praire), *Glycymeris glycymeris*, d'autres mollusques tels *Calyptrea chinensis*, quelques Amphipodes et Isopodes.

La station de la baie est caractérisée, en outre, par une abondance de Polychètes vagiles ou sédentaires, tels *Pomatoceros triqueter* et *P. lamarckii*, fixés sur les coquilles mortes et caractéristiques des eaux turbides. On y note également l'abondance d'un petit crustacé carnassier *Apeudes labreilli* (~ 600/m²).

2. Peuplements des sables fins.

Zone très pauvre. Le nombre d'espèces y est faible, ainsi que le nombre d'individus par espèces. Les deux espèces principales sont des Polychètes vagiles, dont la densité indiquée ci-dessous est la densité maxima relevée en octobre :

<i>Armandia polyophtalma</i>	49/m ²
<i>Nephtys hombergii</i>	74/m ²