

Electricité De France

ETUDE ECOLOGIQUE D'AVANT-PROJET
SUR LE SITE DE:
PENLY



Centre National pour l'Exploitation des Océans
Unité Littoral

FEVRIER 76

ELECTRICITE DE FRANCE

oooooooooooo

ETUDE ECOLOGIQUE D'AVANT-PROJET

SUR LE SITE

DE PENLY

PAYS DE CAUX

ooooooo

ETUDE REALISEE PAR LE
CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS
UNITE LITTORAL
CENTRE OCEANOLOGIQUE DE BRETAGNE
AVEC LE CONCOURS DE LA STATION
BIOLOGIQUE DE ROSCOFF
ET DU LABORATOIRE DE BIOLOGIE MARINE
DE WIMEREUX
- L. ANTOINE -

	Pages
1 - <u>MORPHOLOGIE LITTORALE</u>	4
2 - <u>ENVIRONNEMENT MARIN</u>	5
2.1 COURANTS DE MAREE	5
2.2 VENTS	5
2.3 HOULES DE VENT	8
2.4 TEMPERATURE	10
2.5 SALINITE	10
2.6 POLLUTION	10
3 - <u>CONDITIONS DE VIE SUR L'ESTRAN</u>	17
3.1 TURBIDITE	17
3.2 GRANULOMETRIE	17
3.3 SUBSTRAT DUR	21
3.4 ARRIVEES D'EAU DOUCE	21
4 - <u>PEUPELEMENTS DE L'ESTRAN</u>	
4.1 RADIALE N° 1	26
4.2 RADIALE N° 2	28
4.3 RADIALE N° 3	30
4.4 CONCLUSIONS SUR LES PEUPELEMENTS DE L'ESTRAN	31
4.5 CAS PARTICULIERS DES MOULIERS	32
4.6 CONCLUSIONS SUR L'ESTRAN	35
5 - <u>PEUPELEMENTS BENTHIQUES SUBLITTORAU</u> X	
5.1 LE PEUPELEMENT DE SABLES FINS PLUS OU MOINS ENVASES A <i>Abra alba</i> .	37
5.2 LE PEUPELEMENT DES SABLES FINS A MOYENS PROPRES, A <i>Ophelia borealis</i>	44
5.3 LE PEUPELEMENT DES SABLES GROSSIERS à <i>Amphioxus lanceolatus</i>	44
5.4 LE PEUPELEMENT DES CAILLOUTIS ET GRAVIERS A EPIBIOSE SESSILE (<i>Pomatoceros</i>).	45
6 - CONCLUSION GENERALE	50

	Pages
ANNEXE 1	Photographies 53
ANNEXE 2	Liste des espèces récoltées sur l'estran de PENLY 58
ANNEXE 3	Bibliographie 61

AVANT - PROPOS

L'implantation d'une centrale nucléaire sur le littoral implique une étude approfondie de l'environnement marin du site et des populations animales et végétales qui occupent cet environnement.

ELECTRICITE de FRANCE a chargé le CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS de faire cette étude écologique préliminaire à une éventuelle implantation.

Le présent rapport s'inscrit dans le cadre des études d' "avant-projets" qui ont pour but de dégager des éléments de comparaison entre les différents sites et qui précèdent les études écologiques proprement dites. Il concerne le site de Penly, situé sur la côte du pays de Caux, entre Dieppe et le Tréport.

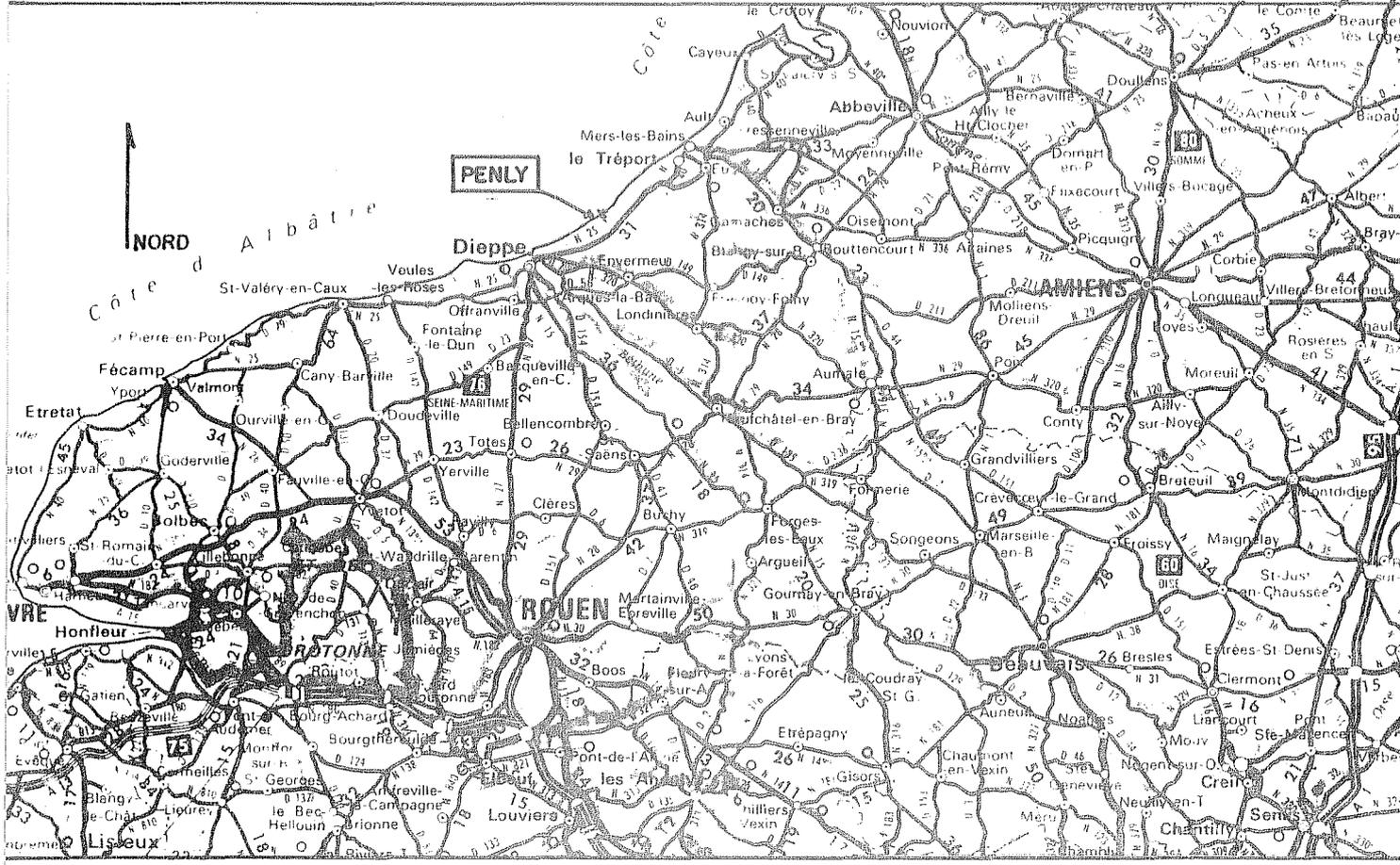
La démarche normale des études d'avant-projets est de réaliser la synthèse bibliographique des études concernant le site et son voisinage immédiat et de compléter les lacunes par une étude de terrain. Cette démarche n'était guère possible dans le cas de Penly, car la bibliographie relative à la côte de Haute Normandie est très pauvre, et plus particulièrement en ce qui concerne l'écologie. On dispose donc de beaucoup moins d'éléments bibliographiques que pour certaines autres zones côtières, comme la Bretagne Nord en particulier.

De plus, l'ampleur du sujet et le temps imparti ne nous ont pas permis d'aborder tous les domaines. Il aurait fallu, pour pallier les lacunes bibliographiques, entreprendre une étude des populations planctoniques. En fait, nos efforts se sont portés sur les animaux et les végétaux benthiques qui sont, plus que le plancton, les témoins permanents des caractéristiques écologiques locales.

Aussi c'est l'étude de terrain qui sert de support à ce travail, et les quelques éléments bibliographiques sont inclus dans les chapitres correspondants.

Cette étude de terrain a été axée sur les peuplements benthiques littoraux en zone intertidale (l'estran) et en zone sublittorale, c'est-à-dire la partie sous-marine qui fait immédiatement suite à l'estran.

L'étude de l'estran a été faite au mois de Juin 1975, par Messieurs L. ANTOINE et J.Y. PIRIOU. Elle a dû être complétée au mois d'Août 1975 lors des grandes marées, seuls moments d'accès au plus bas niveau de l'intertidal. A la fin du même mois, une campagne de dragage était faite entre Dieppe et le Tréport à bord d'un chalutier Dieppois. Les prélèvements ont été effectués par Messieurs L. ANTOINE, D. JOUAN, G. HAMON et J.Y. PIRIOU. Le dépouillement et l'analyse des échantillons ont été confiés à Messieurs L. CABIOCH (Roscoff) et R. GLACON (Wimereux) qui en ont exposé les résultats dans ce rapport.



LOCALISATION DU SITE DE PENLY

- FIGURE 1 -

ECH. 1/1000 000

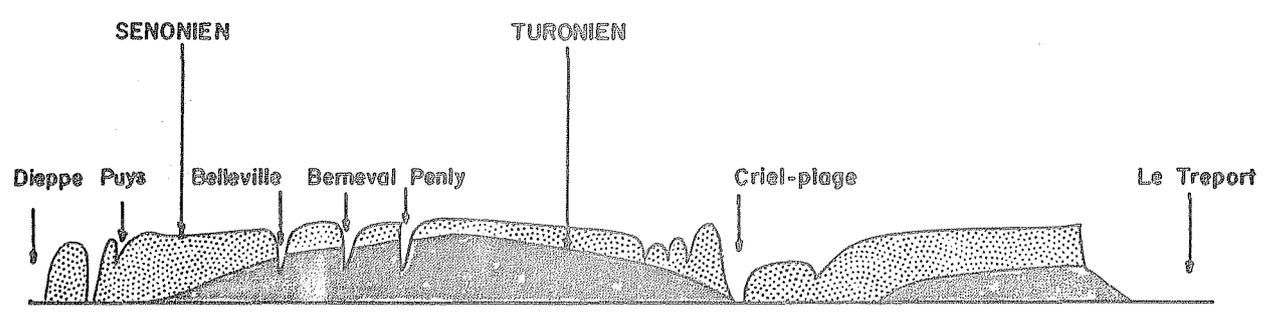


FIG: 2 D'après MIGNOT et AU (1972) et PRÊCHEUR (1960)

1 - MORPHOLOGIE LITTORALE

Le site de PENLY se trouve au centre d'une portion de côte relativement homogène, du point de vue morphologique (cf. fig.1). Sur 35 km, de l'Est de Dieppe au Poulrier de Hourdel, c'est un des ensembles les plus rectilignes de la côte de Haute-Normandie, orienté nettement Sud-Ouest/Nord-Est. (voir photographies 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7)

La Haute-Normandie et la Picardie appartiennent géologiquement à la cuvette du Bassin Parisien dont elles constituent une partie du bord occidental. Les terrains de la bordure côtière sont, pour la portion de côte étudiée, de la fin du secondaire. De BELLEVILLE au TREPORT, la falaise se compose d'une assise calcaire dur (Turonien), surmontée d'un calcaire plus tendre (Sénonien) sans silex, et dont l'érosion plus rapide donne un profil de falaise dédoublé : la partie supérieure est verticale, la partie inférieure concave (cf. Fig. 2).

L'estran est du type estran de pied de falaise : "un platier rocheux, sur lequel les matériaux meubles ne se rencontrent généralement qu'en pied de falaise sous la forme d'un cordon de galets dépassant rarement 30 à 40 m. de large, et 2 à 3 m. de hauteur" (MIGNIOT & Al., 1972). D'autres dépôts de sédiments meubles se rencontrent sur cet estran, sous forme de minces placages de sable de quelques dizaines de cm. d'épaisseur au maximum, et de surface variable.

2 - ENVIRONNEMENT MARIN

2.1 - Courants de marée

"DU BOURG D'AULT AU CAP DE LA HEVE - Les courants sont pratiquement alternatifs et parallèles à la côte au moment de leur intensité maximum : le vent a une importance considérable sur les courants : comme au large, la vitesse du flot est supérieure à celle du jusant, sauf aux environs du banc Franc Marqué (Nord du Tréport), où le courant a encore un caractère légèrement tournant et où les vitesses en flot et jusant sont égales. La vitesse maximum du flot croît de l'Est à l'Ouest. De 1,6 noeud au Nord du Tréport elle atteint 2,9 noeuds devant Fécamp, en vent d'Est. Il en est de même pour le jusant dont la vitesse croît d'Est en Ouest de 1,6 noeud à 2,0 noeuds en vent d'Est. Devant le Tréport la durée du flot ne dépasse pas 5 heures. Sur toute cette partie de la côte elle est généralement inférieure à la durée du jusant. Les renverses ont lieu environ 4 h 30 et 1 h 30 avant la pleine mer de Dieppe, à 2,5 milles au Nord du Tréport : à 0,5 milles devant Dieppe, elles ont lieu environ 5 h et 4 h avant la pleine mer de Dieppe, mais on les rencontre une demi-heure plus tôt à 3 milles au large et, devant Fécamp 4 h et 1 h avant la pleine mer de Fécamp, à 0,8 milles à l'Ouest-Nord-Ouest de l'entrée du port" (SHOM, 1973).

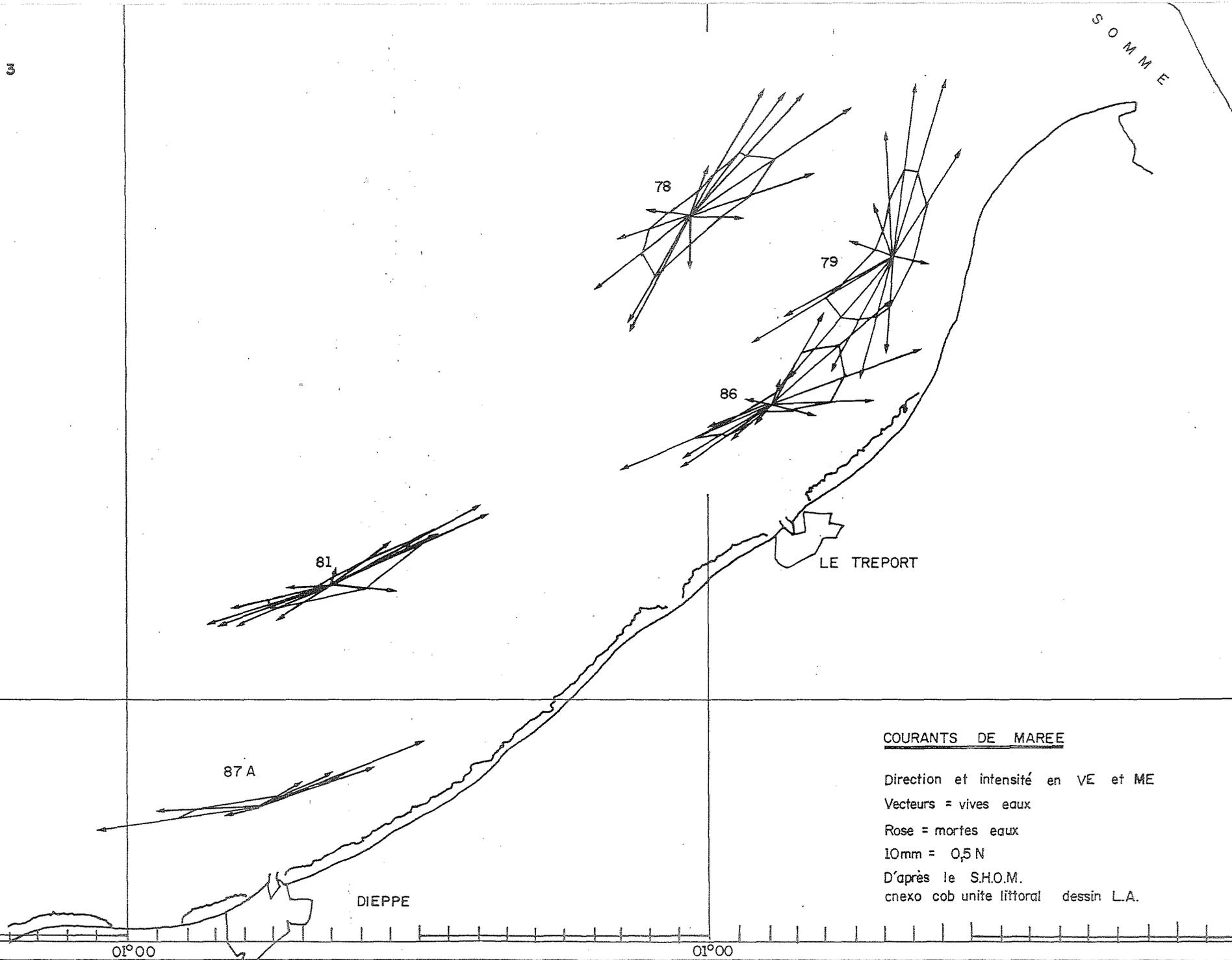
Les vitesses et direction des courants devant le Tréport sont données par les mesures aux points 76 - 79 - 86 et devant Dieppe aux points 81 et 87 A : (SHOM, 1973). Ces données ont été reportées sous forme de rose de courants (fig. n° 3) .

2.2 - Vents

Au sémaphore de Dieppe, la moyenne annuelle des observations montre un maximum d'observations de vents de secteur Sud Est, mettant donc le littoral à l'abri de la falaise, orientée Nord-Est / Sud-Ouest.

Toutefois, 90% des coups de vents observés (force 8 à 9, soit 35 à 45 noeuds) viennent du Nord-Est au Sud-Ouest, la moitié venant des secteurs Ouest et Nord-Ouest où le fetch est maximum (fig. n° 4).

FIG: 3



COURANTS DE MAREE

Direction et intensité en VE et ME

Vecteurs = vives eaux

Rose = mortes eaux

10mm = 0,5 N

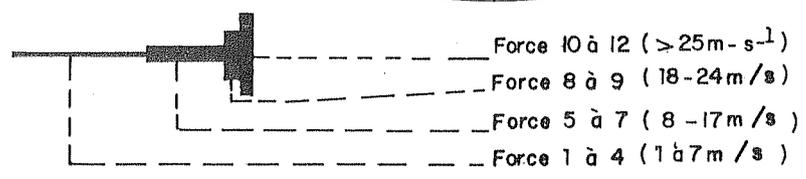
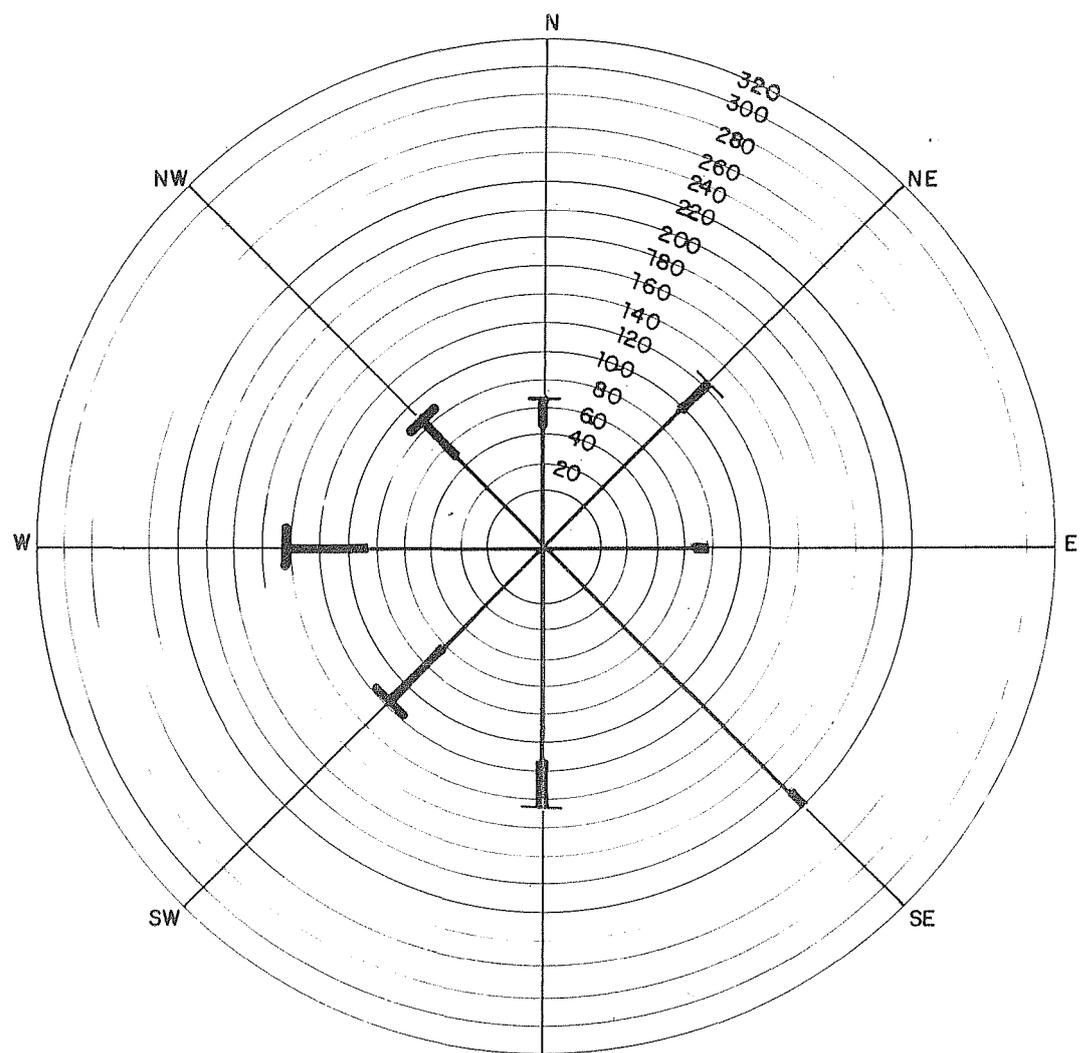
D'après le S.H.O.M.
cnexo cob unite littoral dessin L.A.

10

50

FIG. 4

LEGENDE: Frequence des observations (‰) au
 semaphore de Dieppe d'après DARCHEN et
 DE BLOCK, 1968



Secteur Force	Nord	Nord Est	Est	Sud Est	Sud	Sud Ouest	Ouest	Nord Ouest	Total
1 - 4	42	98	66	210	104	61	85	52	718
5 - 7	21	26	3	8	24	54	62	37	235
8 - 9	1	1	0	0	1	2	3	4	12
10 - 12	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	64	125	69	218	129	117	150	93	1000

Fréquence des observations (°/oo) au sémaphore de Dieppe d'après DARCHEN et DE BLOCK, 1968 (y compris calme : 35°/oo).

Cette prépondérance des vents de secteur Ouest se traduit dans le graphique du régime des vents au cap d'Ailly (fig. n° 5).

2.3 - Houles de vent

Les conclusions du LCHF (1) sur les observations locales de houle démontrent la prépondérance de la houle de vent, qui est fonction du fetch.

Direction	Fetch (miles)	Vitesse du vent (noeuds)			
		20	30	40	
Nord / Nord-Est	50	2 h =	2 m	3,40 m	4,70 m
		T =	6 s	7,6 s	8,6 s
Nord-Est	25	2 h =	1,60 m	2,50 m	3,20 m
		T =	5,1 s	6,3 s	7 s
Nord	60	2 h =	2,10 m	3,70 m	5,20 m
		T =	6,2 s	7,8 s	9 s
Nord / Nord Ouest ...	50	2 h =	2 m	3,40 m	4,70 m
		T =	6 s	7,6 s	8,6 s
Nord-Ouest	67	2 h =	2,20 m	3,70 m	5,40 m
		T =	6,2 s	7,8 s	9 s
Ouest / Nord-Ouest ..	120	2 h =	2,30 m	4,50 m	6,80 m
		T =	7 s	9 s	10,8 s

Hauteur et période de la houle à Dieppe d'après le LCHF / Port de Dieppe, Service Maritime.

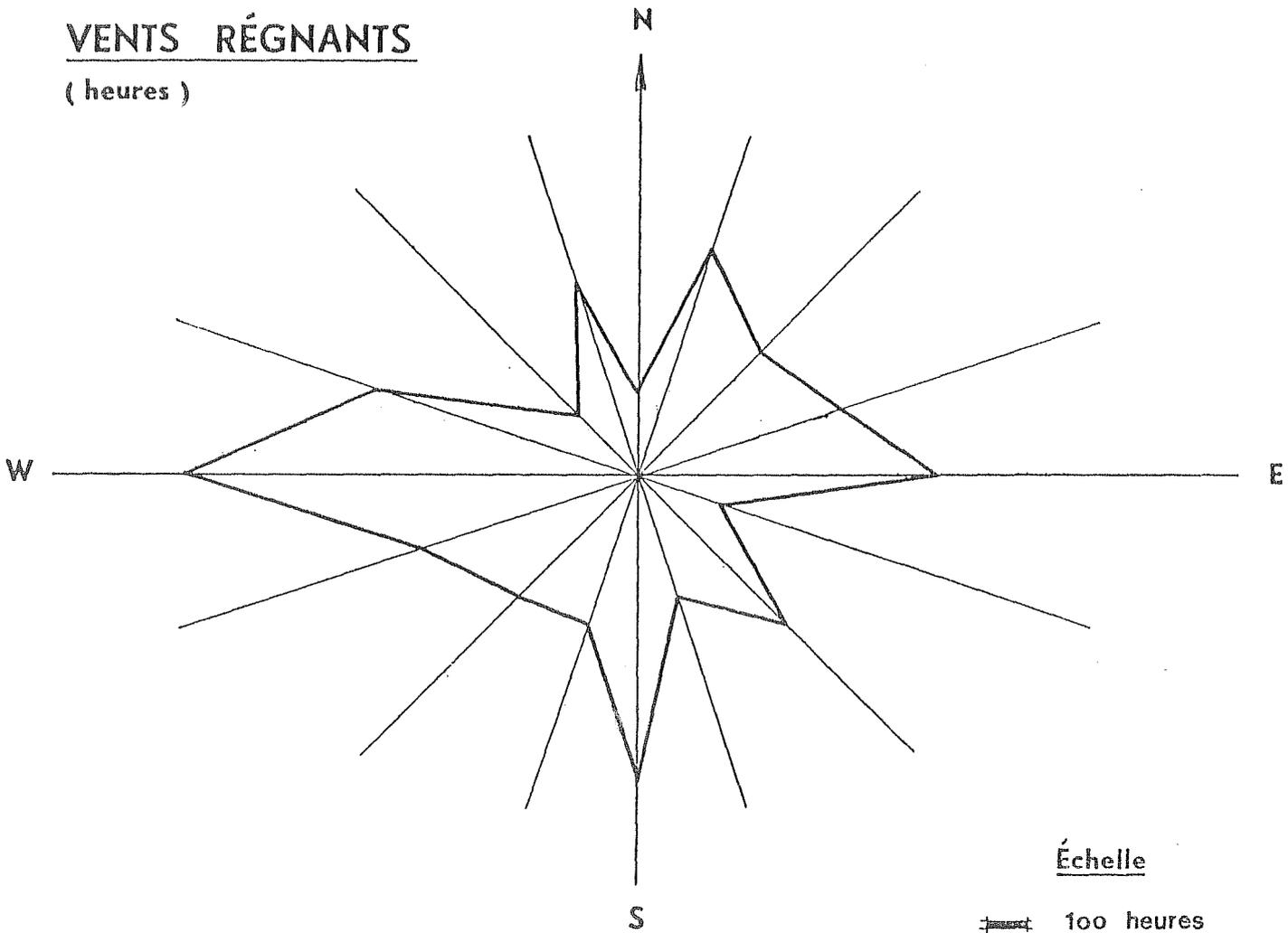
(1) LCHF = Laboratoire Central d'Hydraulique de France.

RÉGIME DES VENTS

au CAP D'AILLY

VENTS RÉGNANTS

(heures)



VENTS DOMINANTS

(kilomètres)

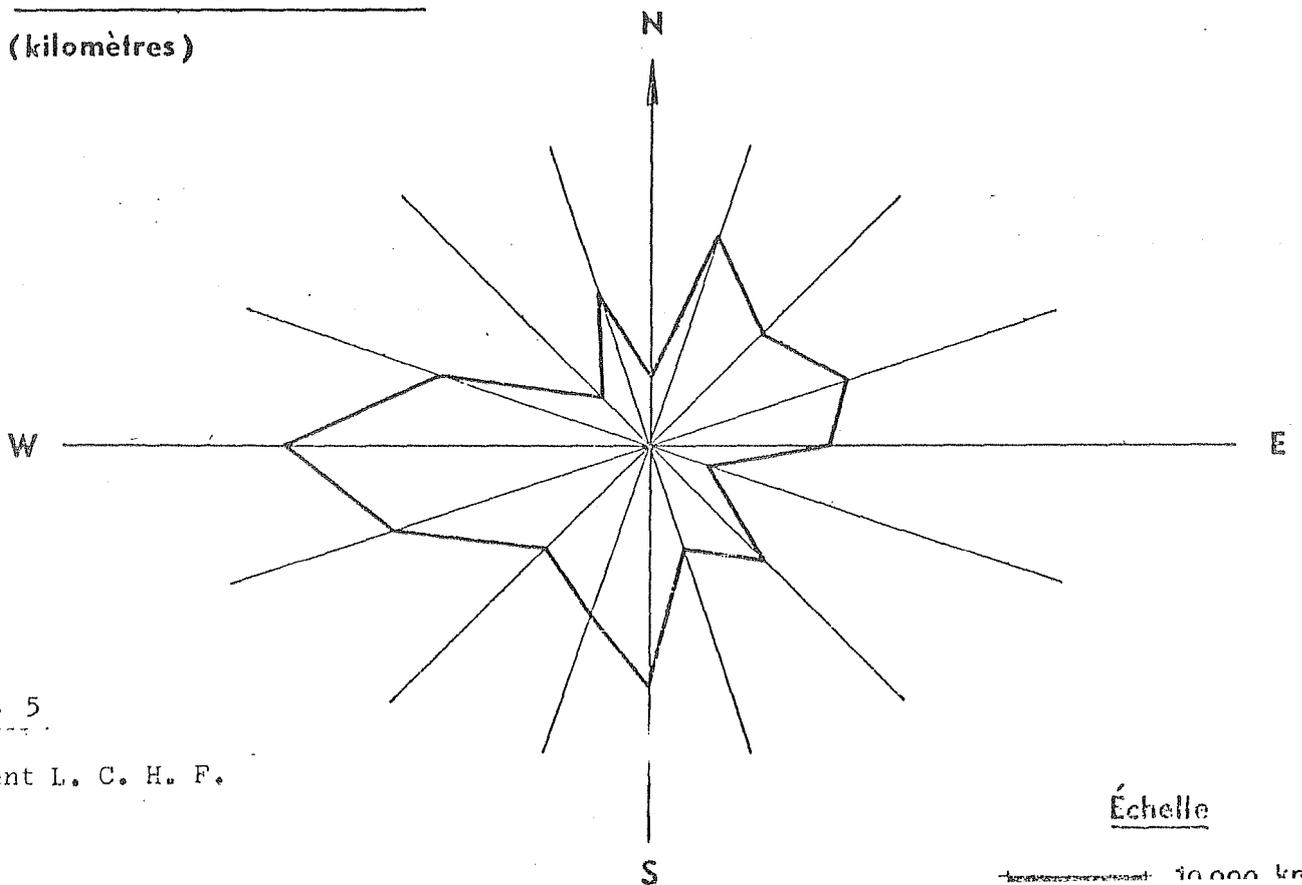


Figure 5

Document L. C. H. F.

2.4 - Température

Les données existantes sur la température de l'eau en Manche concernent les eaux du large. D'une façon générale, la Manche Orientale est sous l'influence climatique continentale : les températures de surface y sont plus fortes en été qu'en Manche Occidentale ; au contraire, elles sont plus basses en hiver (voir fig. n° 6).

Le fort brassage continué dû aux courants de marée empêche la formation estivale d'une thermocline de surface, comme il en existe en Manche Occidentale (fig. n° 7).

Les phénomènes sont bien moins connus à proximité de la côte de Haute Normandie. D'après les données de l'E.D.F. sur Vattetot et Paluel, on observe un léger échauffement de surface (quelques dixièmes de degré) au printemps et en été ; le phénomène s'inverse en automne et en hiver, où l'on observe un échauffement de quelques dixièmes de degré vers le fond.

La figure n° 8 représente les moyennes de température de surface au large de Dieppe (CIEM) (1), sur la plage de Dieppe et la température de l'air à Dieppe.

2.5 - Salinité

La salinité de surface entre Dieppe et l'estuaire de la Somme est constamment inférieure à 34,25 ‰. En Janvier-Février 1975, (campagne de la Thalassa) on observait entre Antifer, le Cap Gris-Nez et la côte, une masse d'eau nettement dessalée, de 32 à 34 ‰ (voir fig. n° 9 - 10 - 11).

Toutefois ces mesures ne traduisent pas l'évolution de la dessalure en fonction de la marée.

2.6 - Pollution

L'Agence Financière du Bassin Seine-Normandie donne en 1973, pour l'ensemble du littoral Normand, le poids de pollution rejeté à la mer. Les principaux vecteurs de pollution sont les fleuves. La pollution est ex-

(1) = Conseil International Permanent pour l'Exploration de la Mer.

primée en kg/jour de matières oxydables et de matières en suspension.

Cette évaluation prend surtout en compte la pollution domestique et sous-estime nettement la pollution industrielle. Elle néglige totalement la pollution due aux détergents, pesticides, engrais, etc.

Les apports de matières organiques oxydables et matières en suspension de trois rivières concernent directement le secteur étudié :

- La Bresle (Le Tréport)	31 400 kg/j.
- L'Arques (Dieppe)	53 000 kg/j.
- La Scie (6 km Ouest de Dieppe)	6 800 kg/j.
TOTAL	91 200 kg/j.

(données 1971)

La Bresle et l'Arques sont, loin derrière la Seine il est vrai (1 000 000 kg/jour), les rivières les plus chargées en matières oxydables et matières en suspension du littoral haut et bas-Normand. (La Somme, non comprise dans l'inventaire, contribue largement à la pollution littorale du pays de Caux).

Du fait de la dérive littorale, la pollution de l'Arques, en particulier, doit affecter le secteur de Penly (15 km de Dieppe). D'autre part, certaines conditions climatiques (vent en particulier) combinées avec la marée peuvent provoquer des "accumulations" d'eaux polluées.

Les effets des pollutions organiques, chimiques et thermiques dans le cas d'une centrale nucléaire pourraient alors s'ajouter et donner lieu à des effets synergiques très dommageables pour l'environnement.

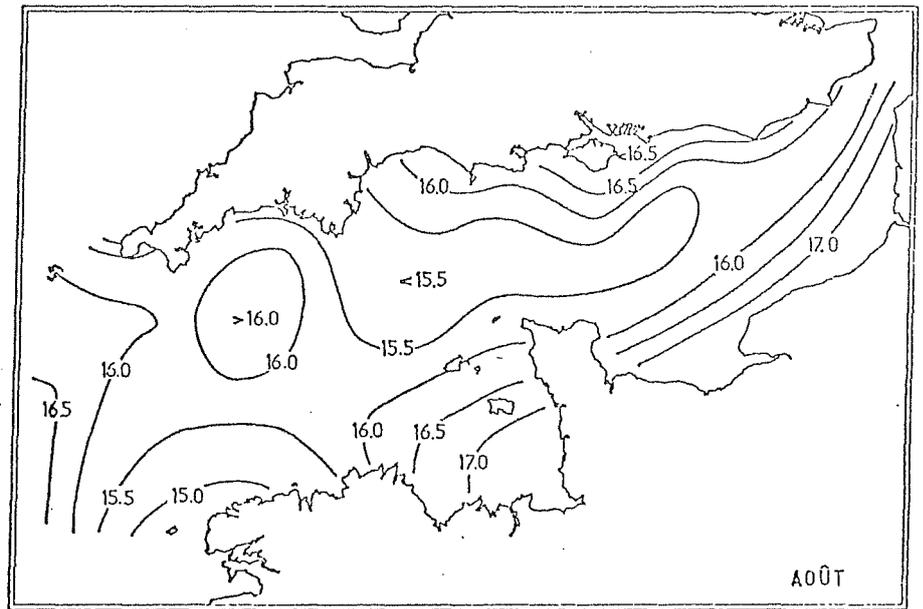
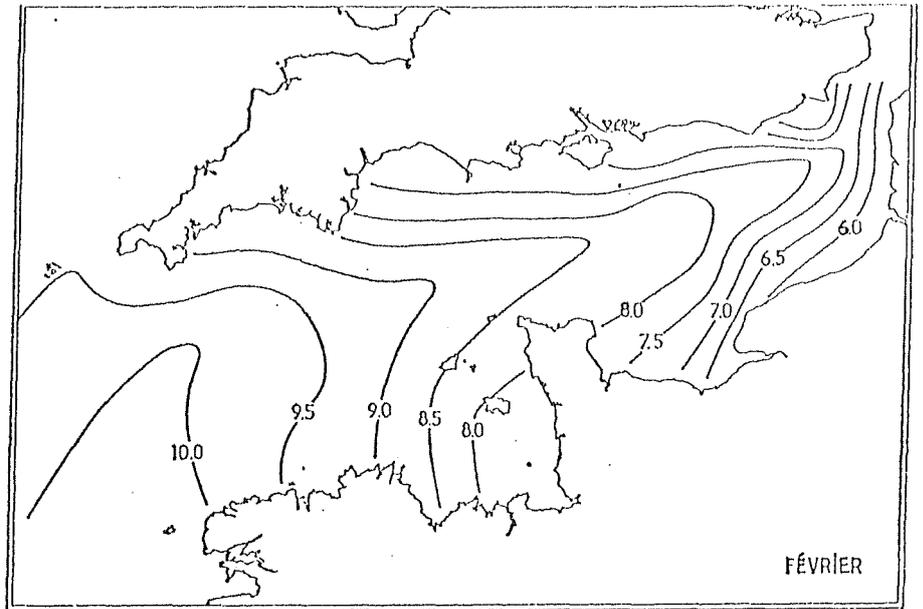


Fig. 6

Distribution des températures de surface dans la Manche (d'après Lumby, 1935).

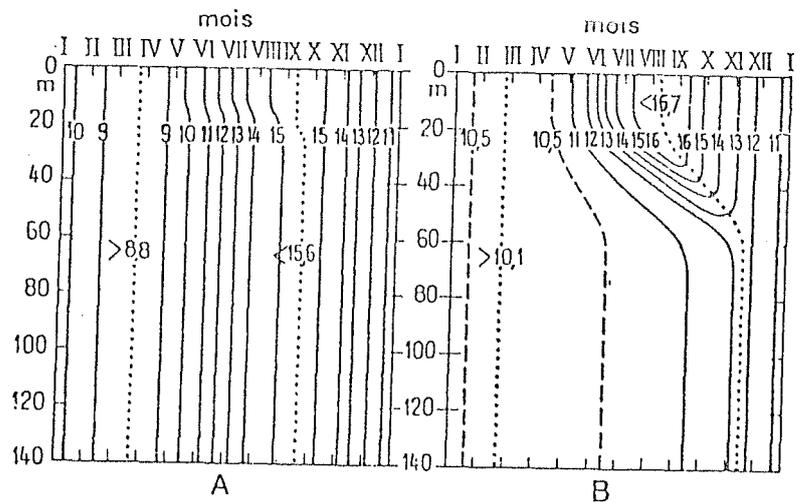
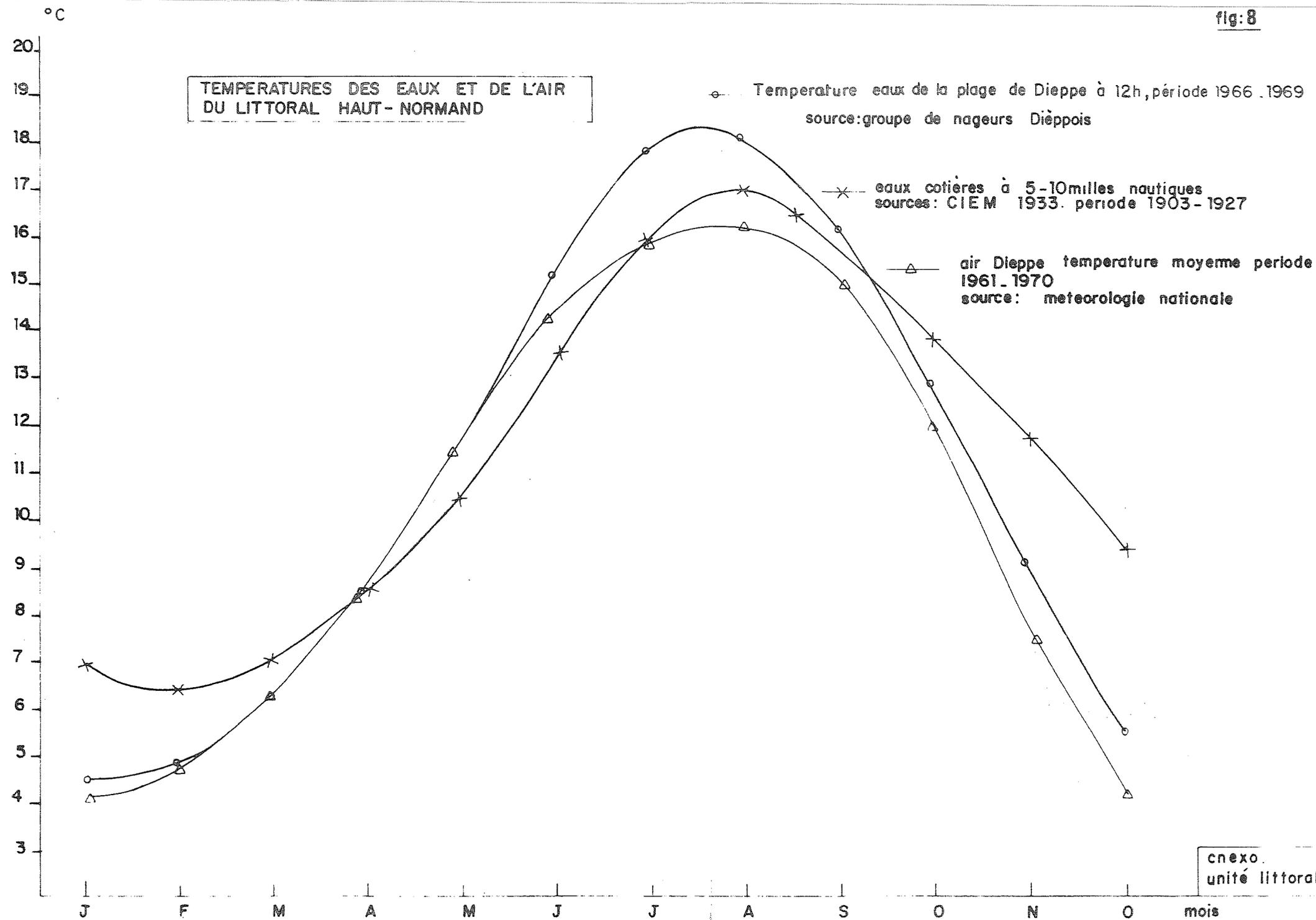


Fig. 7

— Thermo-isoplèthes de la Manche centrale et de la mer Celta, d'après DIETRICH, 1950.
 A : Manche centrale au Hurd's Deep, 49°49' N — 2°33' W. — B : Mer Celta, 48°27' N — 6°35' W. —
 En abscisses : mois. En ordonnées : profondeurs. Courbes : températures en degrés centigrades. Lignes
 de points : dates et valeurs des maxima et minima moyens.



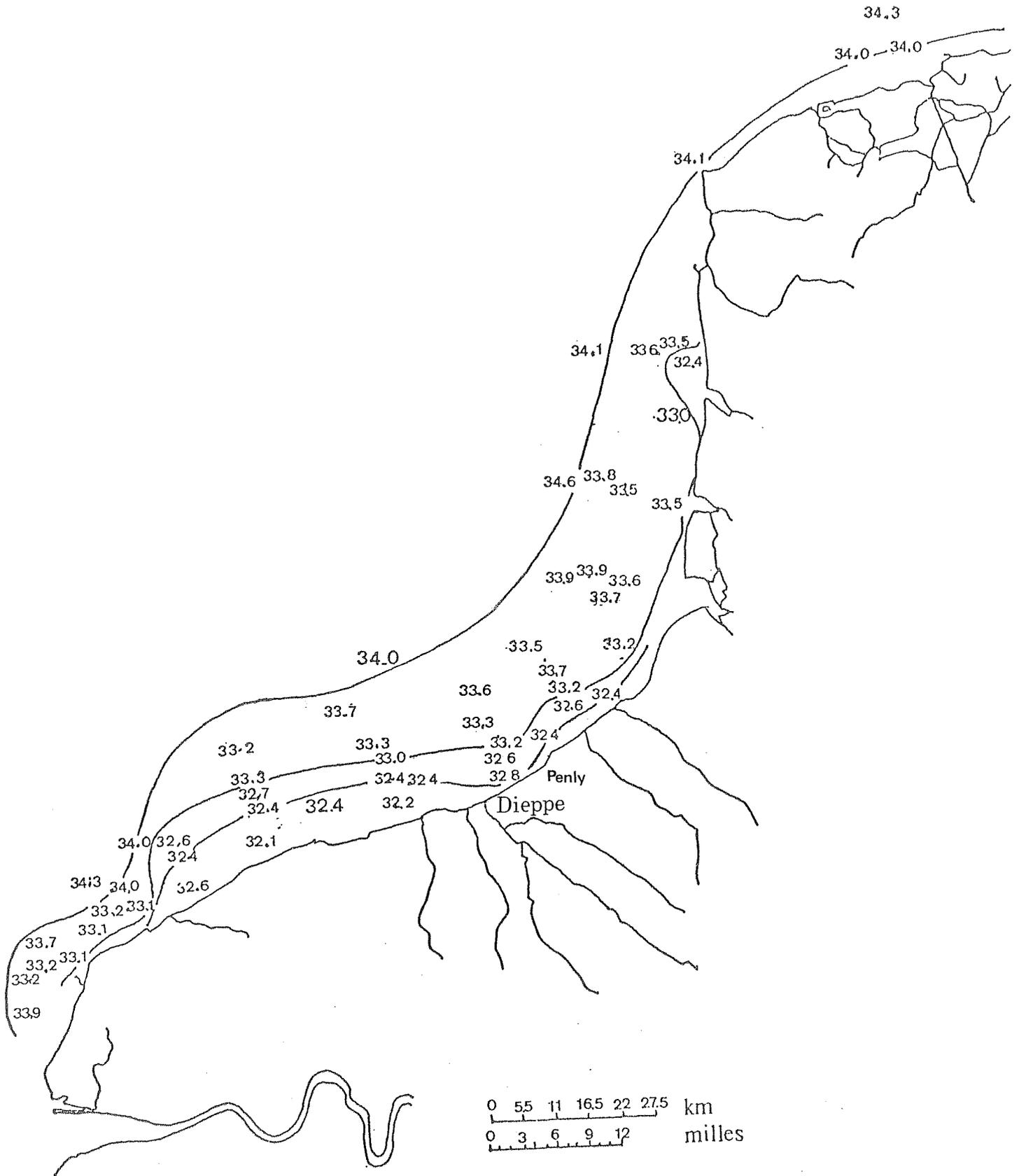


Fig. 9

Salinités de surface, Isohalines 32.4, 33.0 et 34.0 ‰

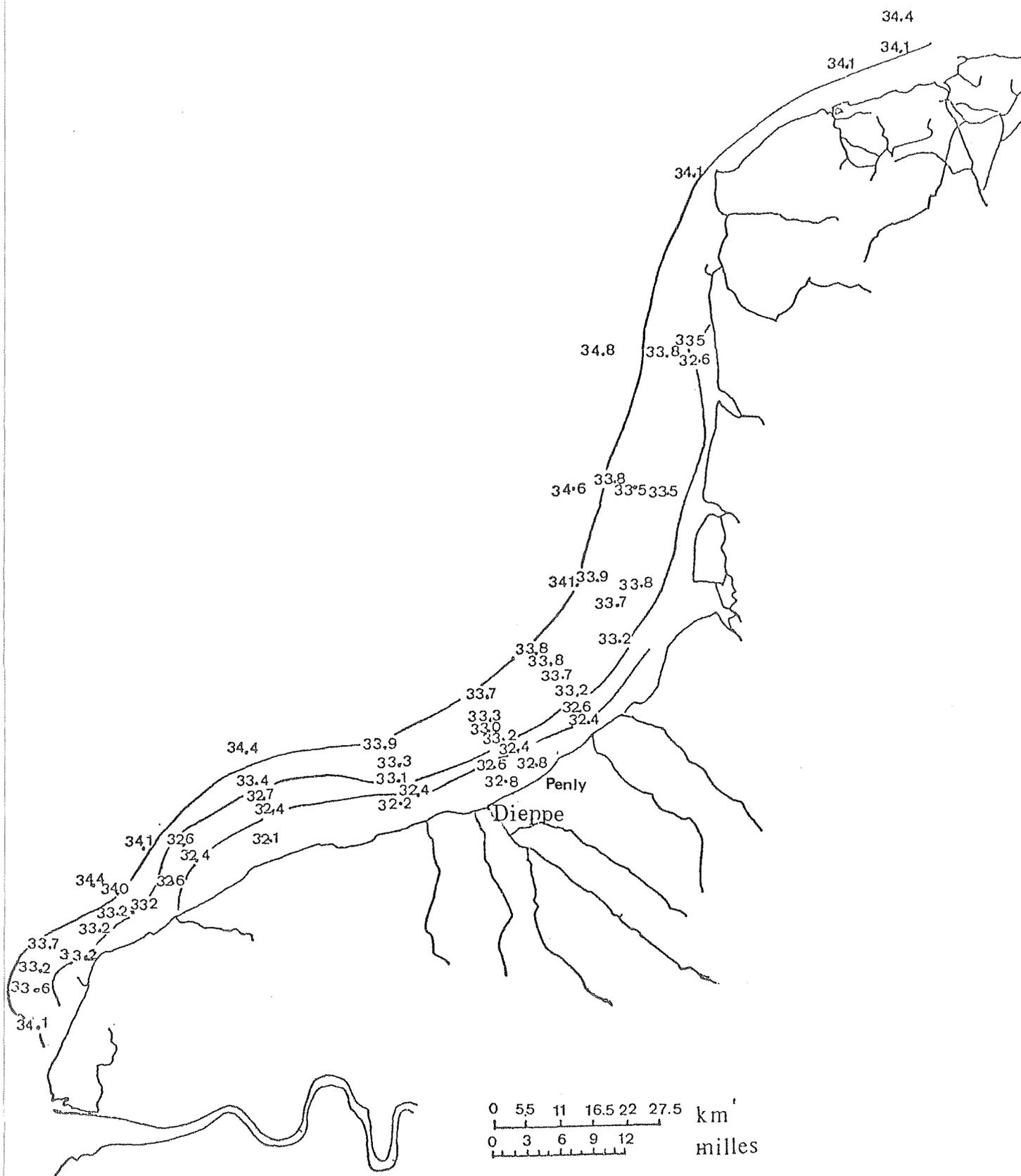


Fig. 10 Salinités de fond, Isohalines 32,4, 33,0 et 34,0‰.

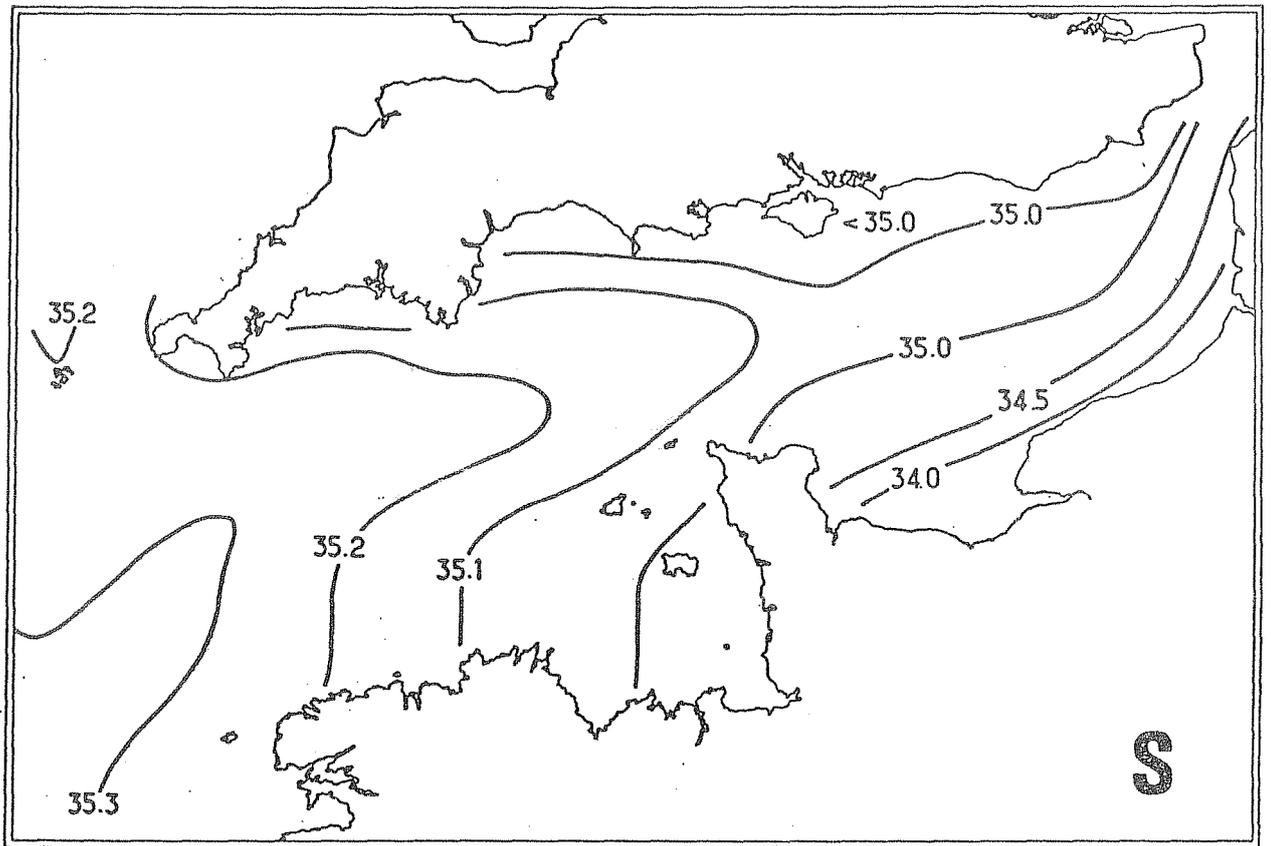


Fig.11 - Distribution des salinités de surface (moyennes annuelles) dans la Manche (d'après Lumby, 1935)

3 - CONDITIONS DE VIE SUR L'ESTRAN

On a vu que l'estran, orienté Nord-Est / Sud-Ouest était exposé directement ou indirectement aux houles dominantes. La faible pente du platier fait que le déferlement affecte une surface importante de l'estran. Cette pente reste d'ailleurs faible au-delà du niveau des basses mers de vives eaux : la distance à la côte des isobathes 10 et 20 m est donnée dans le tableau suivant, en km :

Réf. = 0 des cartes marines	Le Tréport	Penly	Dieppe
Isobathe 10 m.	2,5	1,4	3,5
Isobathe 20 m.	13	12	8

La décroissance de la pente correspond à l'apparition des zones à ridins (dunes hydrauliques) qui deviennent très développés à partir du Tréport.

3.1 - Turbidité

Même par temps calme, l'eau présente souvent une très forte turbidité à proximité de la côte. PLADYS (1965) cite jusqu'à moins de 30 cm de visibilité en plongée sous-marine. Ce phénomène se retrouve sur toute la côte du Pays de Caux, et lui a valu son surnom de côte d'Opale. L'éclairement est donc d'autant plus faible sur le fond que la couche d'eau augmente, ce qui est un facteur défavorable à la photosynthèse. De plus, l'orientation de la falaise fait que celle-ci projette une ombre portée importante sur l'estran pendant une partie de la journée, ce qui est également un facteur limitant pour le développement d'une couverture algale (KUHN, 1967).

3.2 - Granulométrie

L'étude granulométrique des sables de l'estran entre la valleuse de Berneval et le blockhaus de Penly (voir fig. n° 12 - 13 - 14) montre que ce sont des sables bien classés et homogènes (indice de TRASK inférieur à 2,5).

Les dépôts les plus proches de la falaise sont des sables moyens (mode

FIG: 12

PENLY N° 1

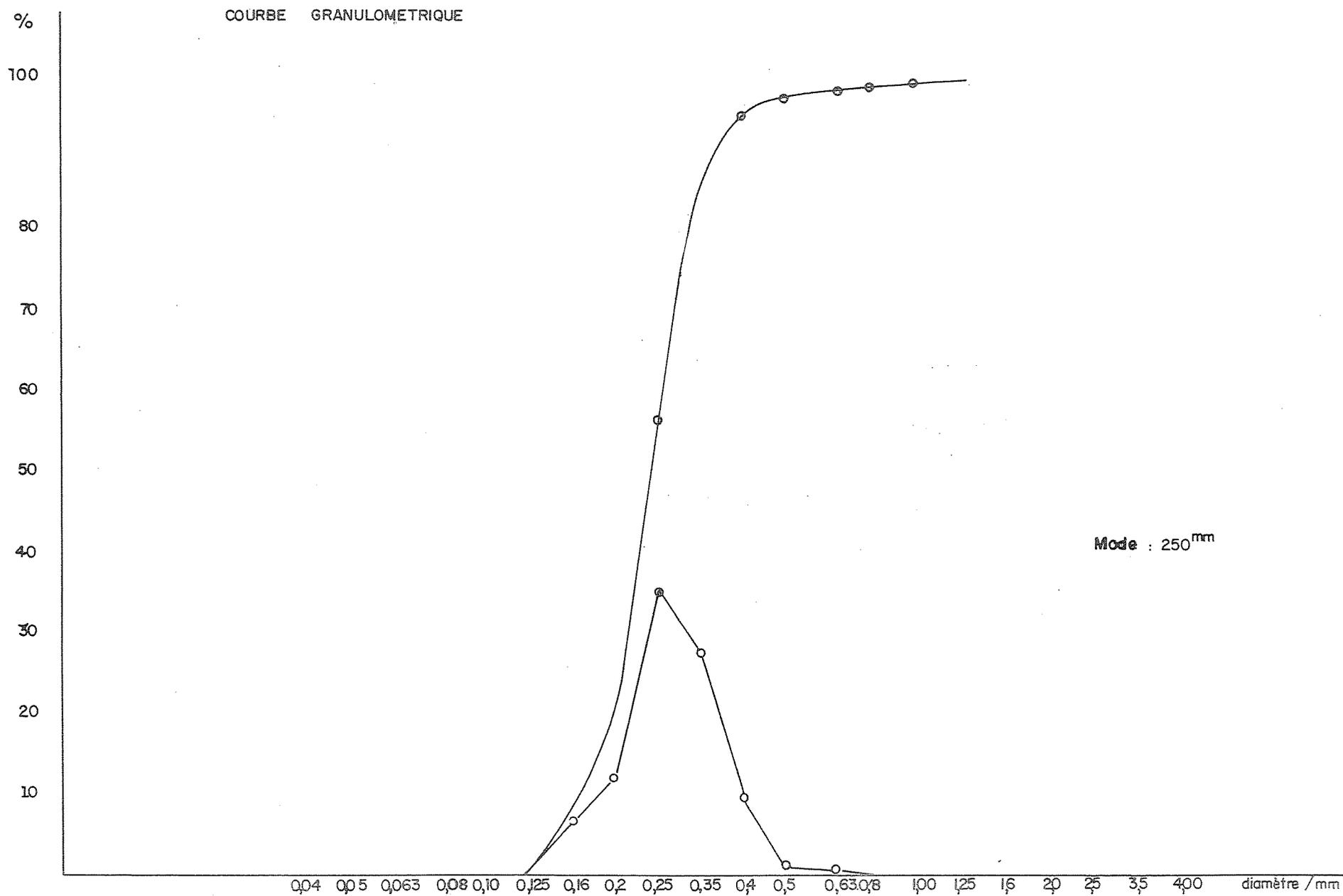
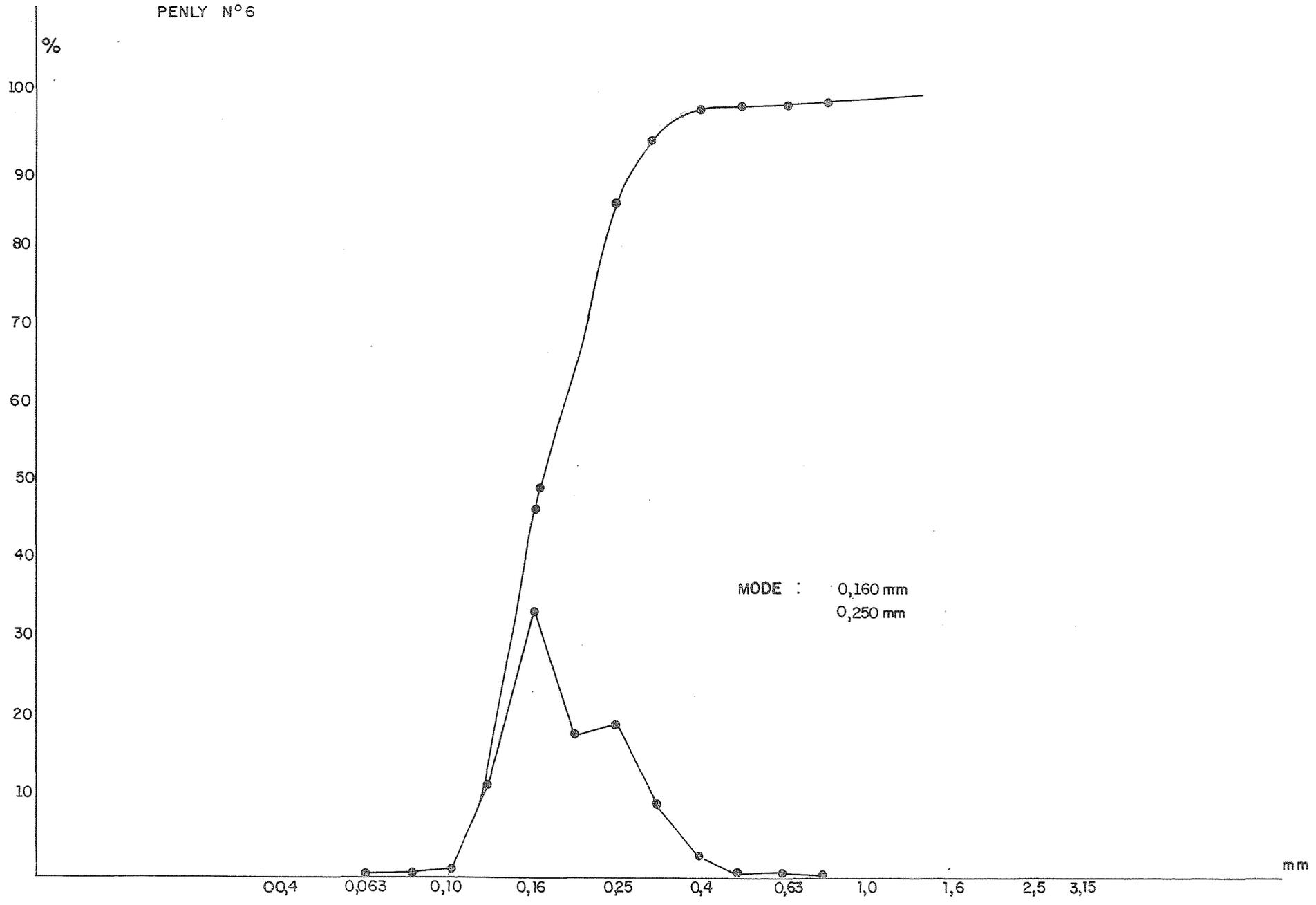
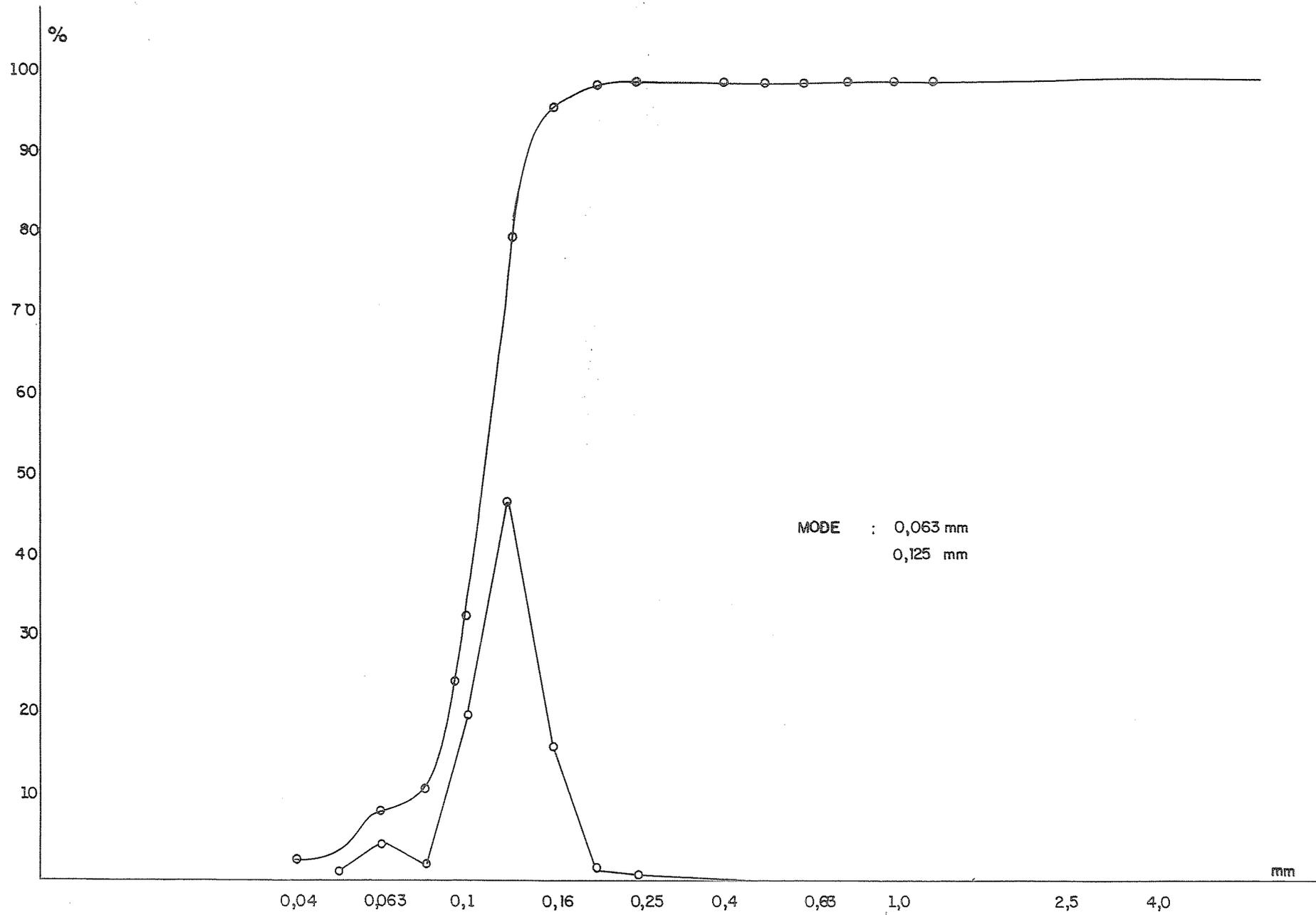


FIG: 13





0,250 mm). Ils occupent la partie supérieure de l'estran sur une largeur de 100 à 160 m, en bancs relativement larges, laissant par endroit apparaître la dalle calcaire. L'épaisseur moyenne du sédiment, qui est propre et bien oxygéné est de 20 à 30 cm.

Les sables fins, de 150 à 350 m à partir du bas de la falaise, sont répartis en placages sur la dalle, d'une épaisseur de 5 à 10 cm (maximum 20 cm). Les derniers millimètres les plus proches de la dalle sont souvent noirs, donc peu oxygénés. Le mode est de 0,125 à 0,160 mm.

Au-delà de 350 m, les bancs de sables sont plus grands mais toujours peu épais (5 à 20 cm), propres, tout en présentant souvent une mince couche réduite au contact de la dalle comme plus haut. Un dépôt de particules fines est souvent présent en surface. Le mode est de 0,125 mm, avec apparition d'un mode secondaire (0,063 mm), correspondant vraisemblablement à la fraction fine de surface.

3.3.- Substrat dur

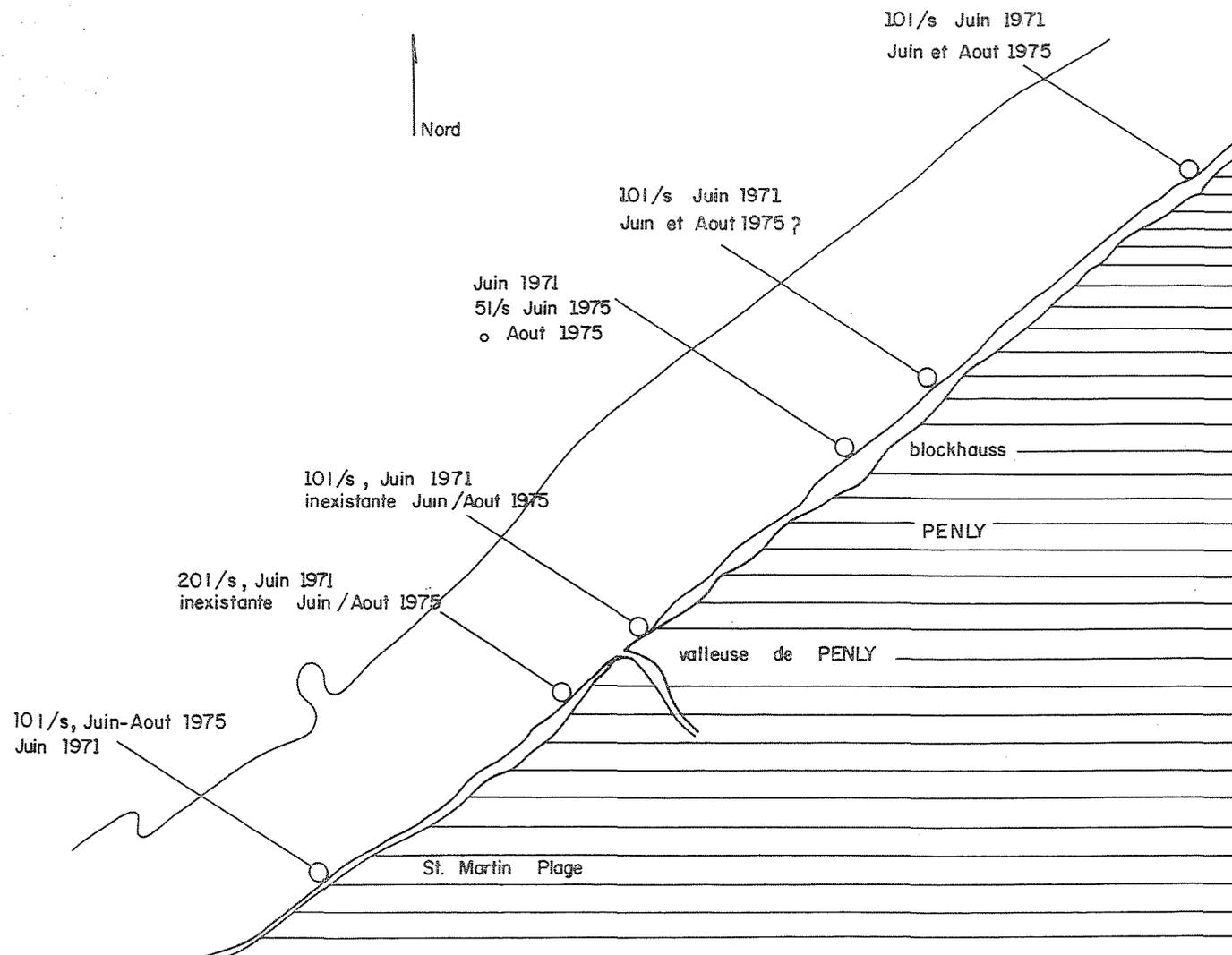
Les dépôts des particules en suspension, le déplacement des bancs de sable sur la dalle, rendent les fixations d'algues ou d'animaux difficiles, la friabilité du substrat calcaire étant déjà un handicap à toute vie fixée. La topographie de l'estran est peu accidentée, aussi les micro-falaises, chenaux, cuvettes, mares favorables au développement des communautés animales et végétales sont-elles rares ou absentes. Sur ce type d'"estran parfait", c'est-à-dire glacis à pente faible sans aucun accident de relief, PRECHEUR (1960) note : "en règle générale aucune plante, seulement quelques coquillages".

3.4 - Arrivée d'eau douce (fig. n° 15)

Les apports d'eau douce ont une grande influence sur les peuplements littoraux. Il semble que les sources soient rares et irrégulières : le BRGM (1) indique 4 sources dont les débits sont, en Juin 1971, de 10 à 20 l/s. En Juin 1975, aucune des 2 sources de part et d'autre du vallon de Penly ne débitait. En revanche une autre source, au blockhaus, avait un petit débit (moins de 5 l/s). Elle était tarie en Août 1975. Un bouillonnement artésien débitait au pied de l'épi de Berneval environ

(1) BRGM = Bureau de Recherches Géologiques et Minières.

FIG: 15



Sources : sur l'estran de PENLY
données B.R.G.M. - ROUEN 1971
et observations C.NEXO 1975

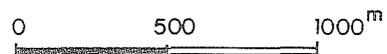
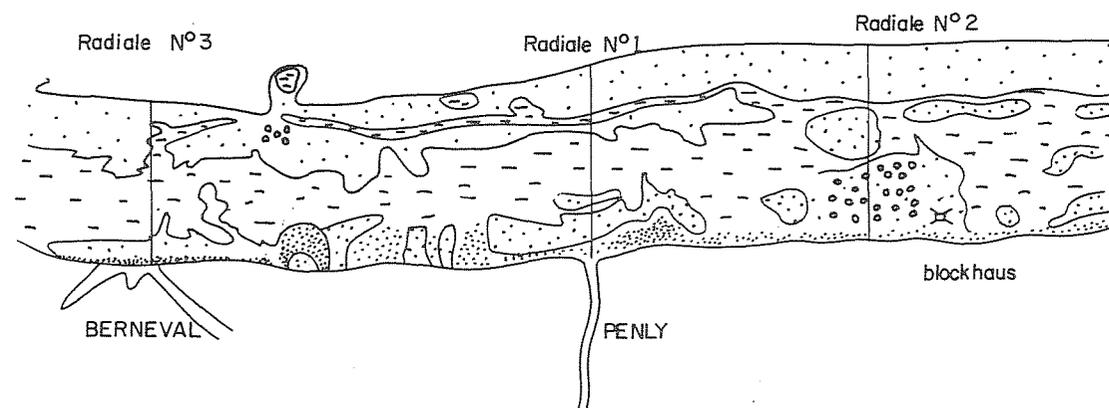
10 l/s, en Juin comme en Août. C'est d'ailleurs dans la zone d'influence de cette source qu'on note une couverture relativement fournie en Chlorophycées (Radiale n° 3, voir plus loin).

Le débit de ces sources est sans doute plus important en hiver, où d'autres résurgences doivent apparaître au pied de la falaise. PRECHEUR (1960) dit de ces résurgences de pied de falaise qu'"elles ont déterminé la fixation d'algues susceptibles de s'adapter à la fois à l'eau douce et à l'eau salée (...)" qui jouent certainement un rôle protecteur, au moins éphémère. Il est courant, au pied des falaises marneuses, de trouver des placages entiers de cette nature. On les voit aussi sur les estrans, autour des sources artésiennes, véritables prairies toujours associées à la présence d'eau douce".

Il n'est pas possible, faute de données, de discerner la part de ces résurgences, par rapport aux apports fluviaux, dans la dessalure des eaux côtières.

FIG: 16

LOCALISATION DES RADIALES



-  Bancs de sable
-  Galets
-  Blocs
-  Dalle calcaire

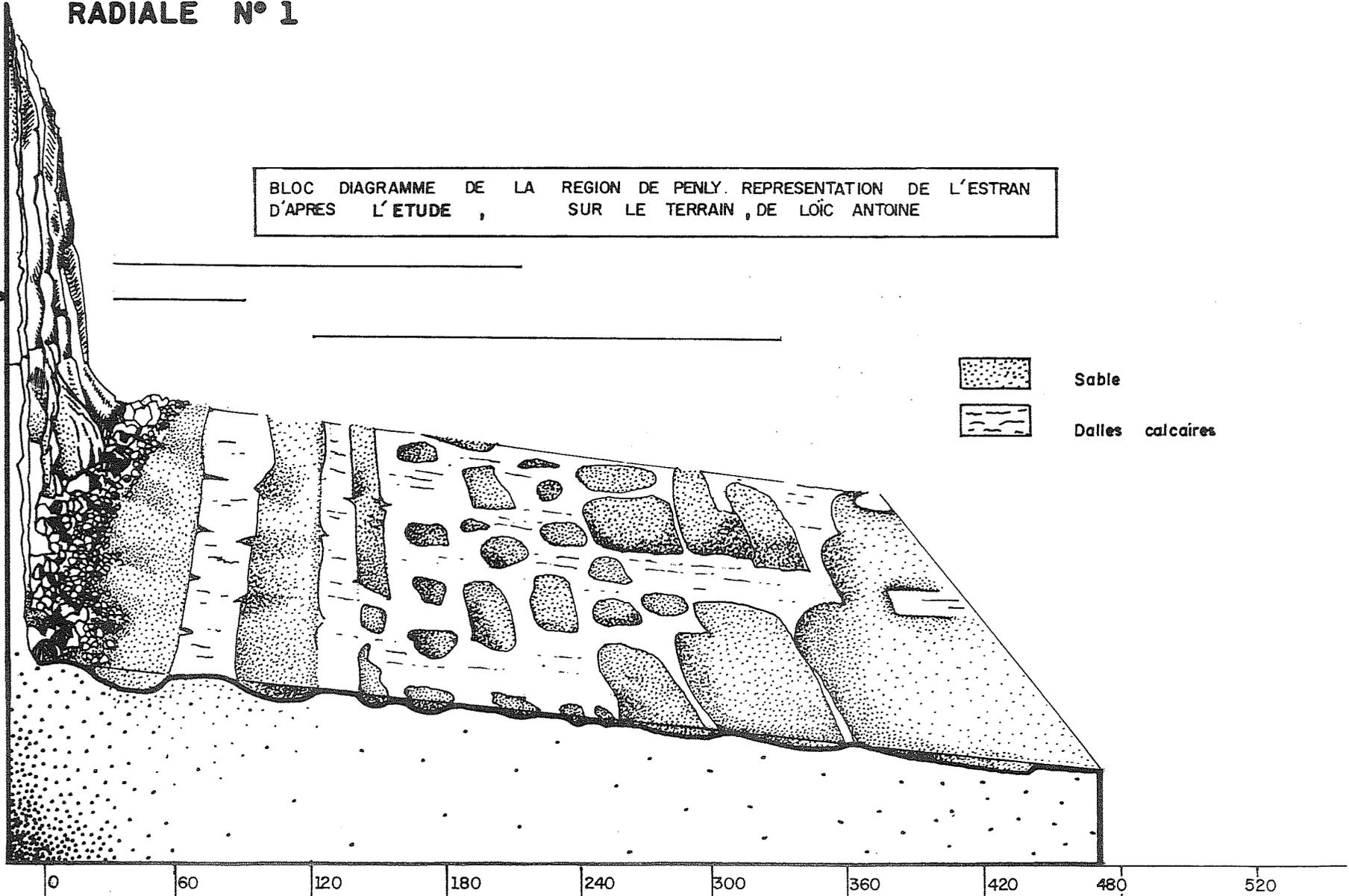
- FIGURE 17 -

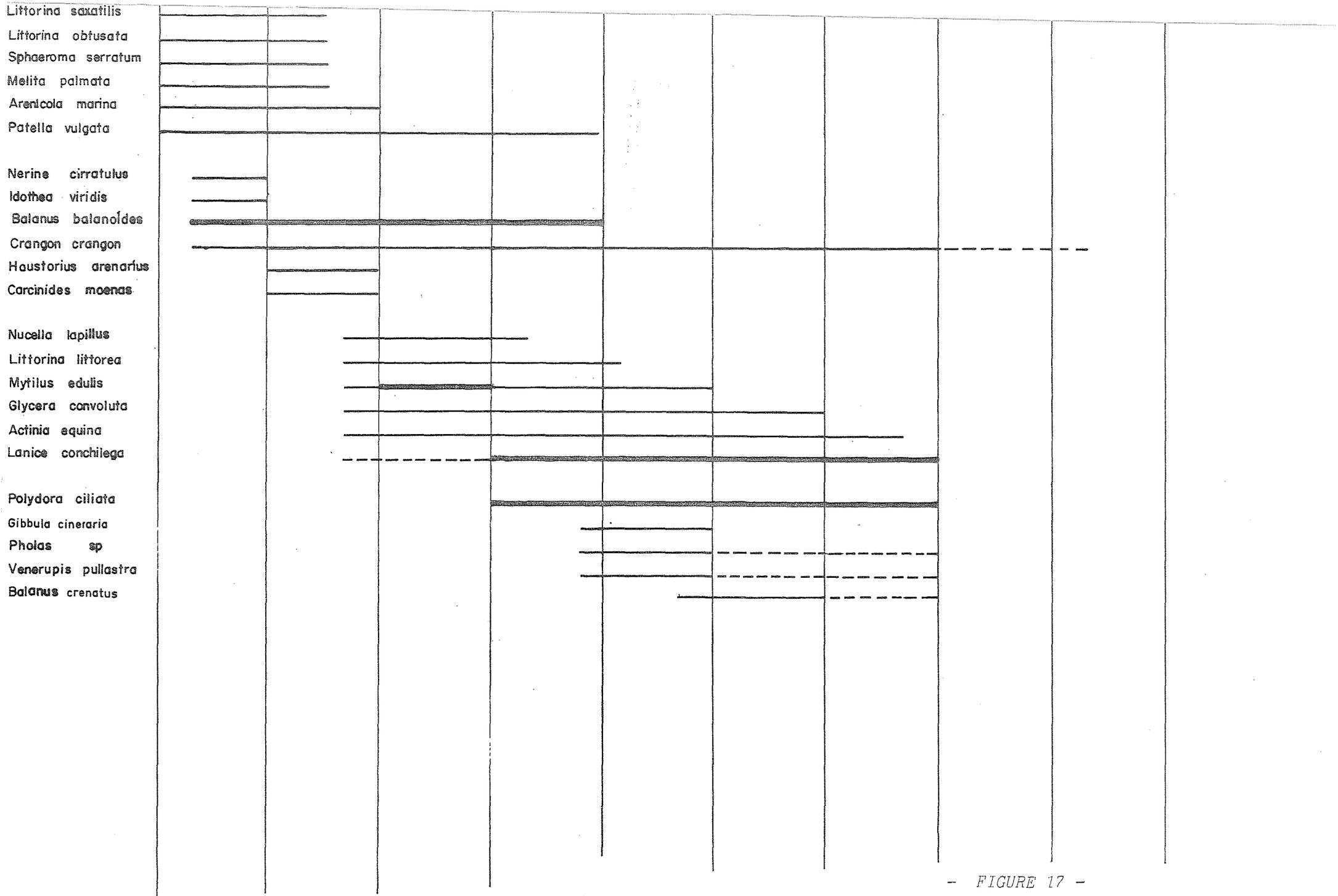
PENLY 1
RADIALE N° 1

BLOC DIAGRAMME DE LA REGION DE PENLY. REPRESENTATION DE L'ESTRAN
D'APRES L'ETUDE , SUR LE TERRAIN , DE LOIC ANTOINE

Fucus serratus
Fucus vesiculosus
Ulva lactuca

 Sable
 Dalles calcaires





- FIGURE 17 -

4 - PEUPELEMENTS DE L'ESTRAN

L'étude de l'estran de PENLY a été faite au cours de l'été 1975 suivant trois radiales perpendiculaires, l'une devant la valleuse de PENLY (Radiale n° 1), l'autre au niveau du blockhaus à 1 000m environ au Nord-Est de la valleuse de PENLY, (Radiale n° 2) la troisième devant la valleuse de BERNEVAL (fig. n° 16).

Sur chacune de ces radiales les observations et les prélèvements ont été faits tous les 60 m, jusqu'à la laisse de basse mer, par coefficient de marée de 110 (400 à 450 m d'estran).

Le caractère ponctuel de cette étude ne permet pas de donner des résultats quantitatifs, seuls éléments d'évaluation précise de la productivité.

4.1 - Radiale n° 1 (fig. n° 17)

Un cordon fait de blocs et de galets longe la falaise. Les Entéromorphes couvrent le sommet et les côtés des blocs, formant la seule couverture végétale. Sous les blocs et galets, à la limite du sable, on trouve l'Isopode *Sphaeroma serratum* et l'Amphipode *Melita palmata*.

Dans la bande de sable qui fait suite, le sédiment constitué de sables moyens d'une quinzaine de cm d'épaisseur contient quelques *Arenicola marina* (maximum : 10/m²).

A 60 m du pied de la falaise commence la dalle de calcaire. Les Balanes (*B. balanoides*) et surtout les jeunes y sont très abondants. *Favosites vulgata* y est aussi relativement fréquente. De petits pieds de *Fucus vesiculosus* espacés et peu développés, ont un recouvrement pratiquement nul.

La moulière fait son apparition vers 100 m. Les moules sont en majorité localisées dans les anfractuosités et les diaclases où on compte jusqu'à 500 individus de plus de 2 cm de long par 1/4 de m², et autant de moins de 2 cm.

Lanice conchilega occupe, en l'absence de moules, les anfractuosités comblées de sable.

PENLY 2
radiale n°2

Fucus spiralis
Fucus vesiculosus
Enteromorpha sp
Fucus serratus
Ulva lactuca



Sable

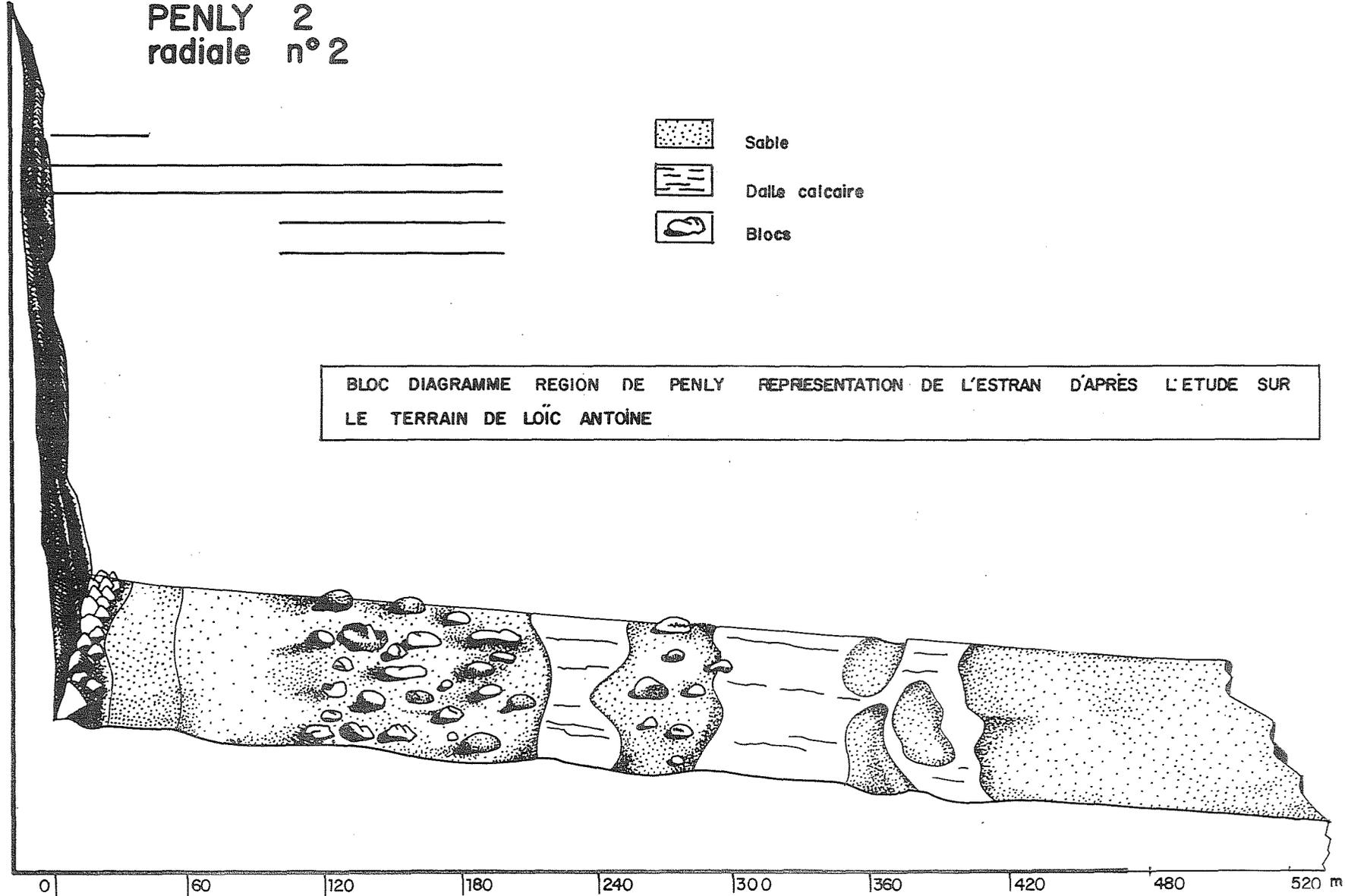


Dalle calcaire



Blocs

BLOC DIAGRAMME REGION DE PENLY REPRESENTATION DE L'ESTRAN D'APRES L'ETUDE SUR LE TERRAIN DE LOÏC ANTOÏNE



<i>Arenicola marina</i>									
<i>Haustorius arenarius</i>									
<i>Nerine cirratulus</i>									
<i>Crangon crangon</i>									
<i>Patella vulgata</i>									
<i>Jaera marina</i>									
<i>Marinogammarus marinus</i>									
<i>Carcinides moenas</i>									
<i>Littorina littorea</i>									
<i>Littorina obtusata</i>									
<i>Pilumnus hirtellus</i>									
<i>Lanice conchilega</i>									
<i>Eulalia viridis</i>									
<i>Mytilus edulis</i>									
<i>Balanus balanoides</i>									
<i>Sphaeroma serratum</i>									
<i>Nucella lapillus</i>									
<i>Nephtys caeca</i>									
<i>Glycera convoluta</i>									
<i>Pomatoceros triqueter</i>									
<i>Polydora ciliata</i>									
<i>Perinereis cultrifera</i>									
<i>Pholas sp</i>									
<i>Venerupis pullastra</i>									
<i>Porcellana platycheles</i>									
<i>Balanus crenatus</i>									
<i>Gibbula cineraria</i>									
<i>Cancer pagurus</i>									

- FIGURE 18 -

Entre 120 et 250 m, à partir du pied de la falaise, le sable recouvre environ 25% de la dalle sur une épaisseur maximale de 10 cm, tantôt propre (*Glycera convoluta*, *Arenicola marina*) tantôt envasé ; c'est sur ces placages envasés de 2 à 3 cm d'épaisseur qu'apparaissent les premiers *Polydora ciliata* qui, progressivement occupent avec *Lanice conchilega*, 60 à 80% de la dalle.

Vers 300 m, la couverture sableuse fait 50% de la dalle.

Le sable y est légèrement vaseux, avec de nombreux débris végétaux. *Polydora ciliata* couvre la quasi-totalité de la dalle qui est trouée d'anciennes galeries de perforants (*Pholades* et autres). Les enfractuosités sont pour la plupart occupées par *Lanice conchilega*.

A 400 m de la falaise, le sable couvre 90% de l'estran, mais toujours en placage peu épais (10 à 20 cm). Le sable y est relativement propre bien que parfois recouvert d'une couche de particules très fines. Ce sable est très pauvre. On note cependant outre *Glycera convoluta*, la présence de *Phyllodoce groenlandica* et *Lumbrineris impatiens*.

4.2 - Radiale n° 2 (fig. n° 18)

Au pied de la falaise, les blocs sont colonisés sur leur sommet par de nombreux petits pieds de *Fucus vesiculosus* et *Fucus spiralis*. Les Entéromorphes couvrent en totalité certains blocs.

Après les blocs, une mince bande de sable pratiquement azoïque précède la dalle nue et déserte, polie à chaque marée par le mouvement des galets et du sable.

De 30 à 120 m, à partir du pied de la falaise, le sable réapparaît en un placage de 20 à 25 cm. C'est un sable moyen à *Arenicola marina* dont la densité est maximale vers 60 m (20 à 50 individus/m², tous petits). *Nerine cirratulus* y est rare.

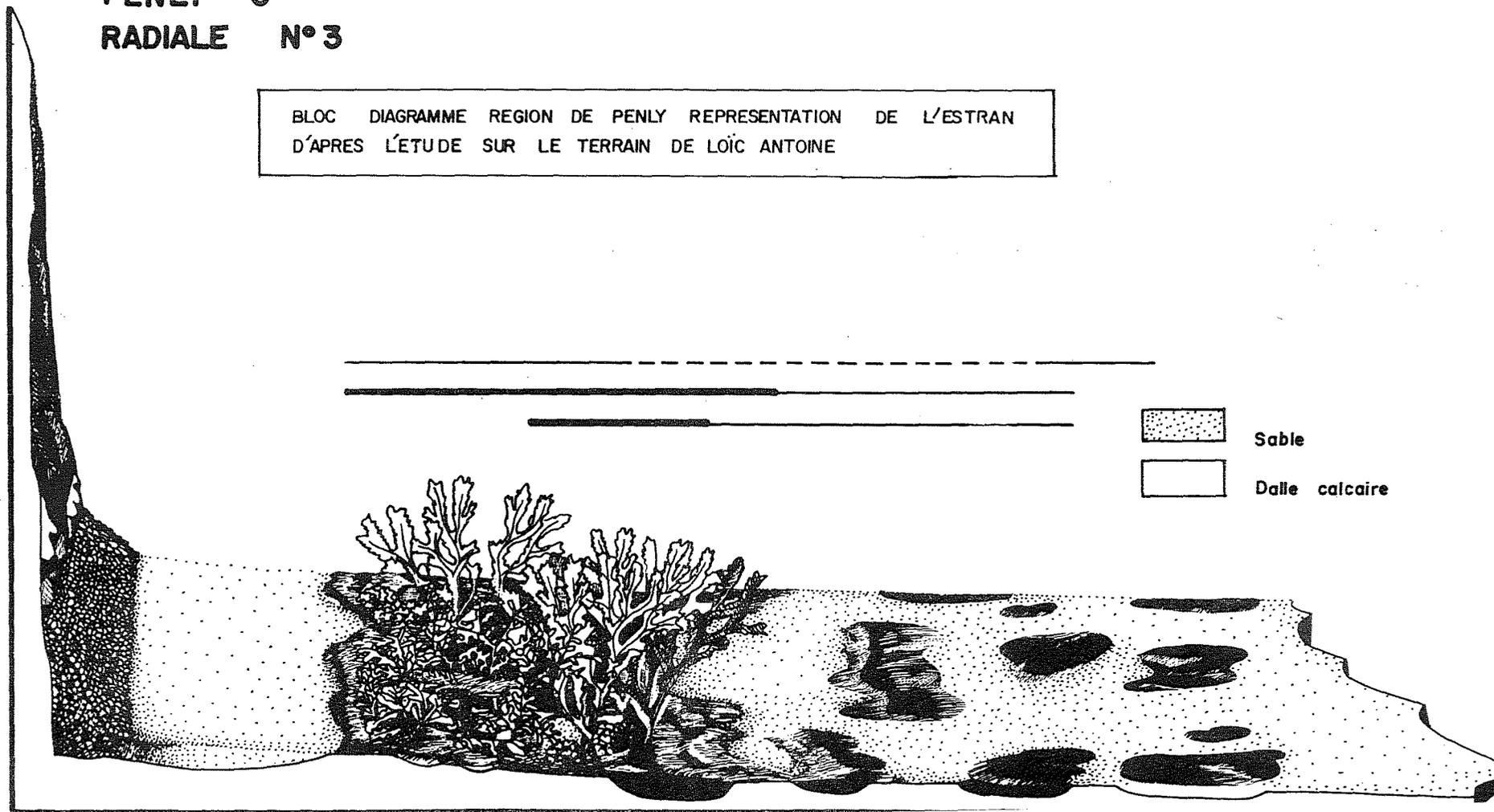
A 120 m de la falaise commence un champ de blocs sur sable. Les *Fucus* (*F. vesiculosus* et *F. serratus*) y sont peu nombreux, les Ulves et les Entéromorphes aussi. Quelques mares entourent les blocs, et retiennent des crevettes (*Crangon crangon*). Les moules sont rares et petites.

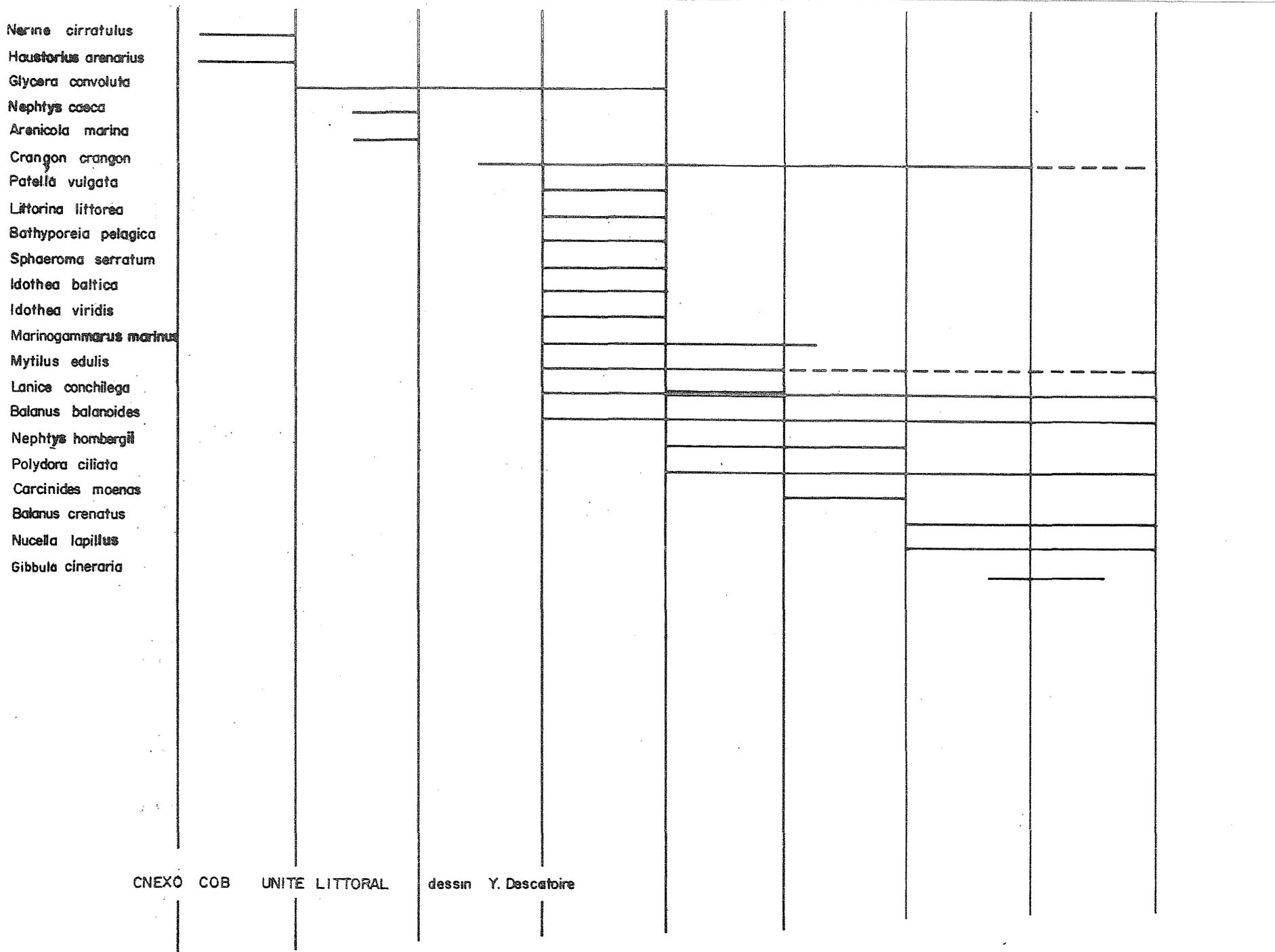
FIG: 19

PENLY 3
RADIALE N°3

BLOC DIAGRAMME REGION DE PENLY REPRESENTATION DE L'ESTRAN
D'APRES L'ETUDE SUR LE TERRAIN DE LOÏC ANTOINE

Fucus serratus
Enteromorpha sp
Jva lactuca





CNEXO COB UNITE LITTORAL dessin Y. Descatoire

- FIGURE 19 -

Le sable, peu épais (10 - 15 cm) est très souvent composé d'une fraction fine, de couleur jaune, en surface, qui disparaît vers 200 m, où se trouve *Nerine cirratulus*, *Nephtys caeca*, *Glycera convoluta* ainsi que le poisson *Ammodytes landea*.

Vers 200 m, une nouvelle fois la dalle calcaire apparaît, suivie à nouveau de blocs sur banc de sable. L'annélide *Polydora ciliata* couvre le sommet des blocs et 25 à 50% de la dalle qui réapparaît à 300 m. *Lanice conchilega* occupe les diaclases qui sillonnent la dalle. Tous les blocs sont littéralement truffés de perforants (*Pholas* en particulier).

Les bancs de sable recouvrent peu à peu la dalle et l'envahissent totalement vers 250 m. L'épaisseur du sédiment est de 20 cm au maximum, une mince couche fortement réduite est intercalée entre le sable fin propre et la dalle calcaire. Les lançons (*Ammodytes lancea*) étaient abondants en Juin.

4.3 - Radiale n° 3 (fig. n° 19)

Un cordon de galets de 20 à 30 m de large protège le pied de la falaise, puis un banc de sable propre s'étend jusqu'à 120 m de la falaise : il correspond à la "plage" proprement dite de Berneval. Au pied des galets, le sable moyen est peuplé de *Haustorius arenarius* et de *Nerine cirratulus*. Vers 100 m apparaissent *Nephtys caeca* et *Glycera convoluta*, alors que les *Arenicola marina* sont rares (moins de 10/m²).

A 120 m de la falaise, la dalle apparaît couverte d'un vaste champ d'algues : le recouvrement est important : seulement 10% de sable nu, alors que 80% de la surface est occupée par les Enteromorphes et 10% par les *Fucus* (*F. serratus*). Les ulves (*Ulva lactuca*) apparaissent en quantité vers 200 m.

Dans les placages de sable, d'épaisseur de 5 à 10 cm, *Glycera convoluta* est toujours présente.

Vers 250 m les algues se raréfient pour laisser la dalle nue ou recouverte de *Polydora ciliata* et de petits placages de sable de quelques millimètres d'épaisseur ; *Lanice conchilega* peuple les failles et les anfractuosités. L'amphipode *Marinogammarus marinus* et l'annelide *Nephtys hombergii* apparaissent lorsque le sable s'épaissit (5 cm).

Ce type de substrat se prolonge jusqu'à 450 m. L'envasement semble important. Lorsque la dalle est à nu, elle apparaît truffée de restes de trous de pholades et autres perforants ; sa surface est également criblée des petits trous caractéristiques que laissent les *Polydora*, après leur disparition.

Au cours de l'été 1975, un ruisseau d'un débit assez important (10 l/s, voir plus haut) s'écoulait sur l'estran, expliquant le champ d'Entéromorphes et d'Ulves ainsi que la présence d'une espèce typique d'une dessalure assez importante (*Marinogammarus marinus*).

4.4 - Conclusion sur les peuplements de l'estran

D'une façon générale et bien que ce survol soit rapide, et seulement qualitatif, on peut dire que l'estran de Penly est pauvre en espèces comme en individus. Le sable, peu épais, est très peu peuplé ; les couvertures algales sont minimales.

Le trait important est la présence d'espèces qui jouent un rôle dans l'érosion et la modification de l'estran ; W. NESTEROFF et F. MELIERES (1967) ont étudié les phénomènes d'érosion littorale à Eletot (près de Fécamp) et donnent en fonction de la zonation les types d'érosion suivants :

Zonation du Platier à Eletot de la côte vers le large		EROSION		
		Principale	Secondaire	Autre
1	Zone blanche	Abrasion		
2	Lapié à Cyanophycées	Biologique (Cyanophycées)		Taxes
3	Lapié à Cyanophycées et <i>Polydora</i>	Biologique (Cyanophycées et <i>Polydora</i>)		chenaux d'abrasion
4	Zone à Fucus et Lithothamnium	Abrasion	Biologique (Cyanophycées et <i>Polydora</i>)	
5	Zone à grands perforants	Biologique (Mollusques)	Abrasion	<i>Polydora</i> Courants de marée

ZONES D'EROSION DE LA COTE DU PAYS DE CAUX

D'après NESTEROFF et MELIERES (1967)

La présence de Cyanophycées sur l'estran de PENLY est plus que probable, bien que n'ayant pas été notée. D'après FREMY, cité par W. NESTEROFF et MELIERES, les Cyanophycées, algues microscopiques endolithes, détruisent la roche en secrétant un acide, et sont en mer tropicale le principal agent d'érosion littorale. L'échauffement des eaux pourrait faire proliférer les Cyanophycées et accélérer la dégradation des blocs et des dalles calcaires.

Polydora ciliata joue 2 rôles dans la dynamique de l'estran :

- de son vivant, c'est un capteur de particules fines : les tubes de *P. ciliata* agglomèrent les vases sur 1 à 2 cm, parfois 5 cm d'épaisseur. Compte tenu de la densité (environ 300 000 individus au m² - JOYEUX-LAFFUIE 1891) et de la surface recouverte par les colonies, ce sont plusieurs milliers de m³ de vase qui sont ainsi retenu sur l'estran entre Dieppe et le Tréport.
- après la disparition des vers subsistent les perforations que ceux-ci ont faites dans la dalle, ouvrant la voie aux érosions chimiques et mécaniques de l'eau de mer et des Cyanophycées.

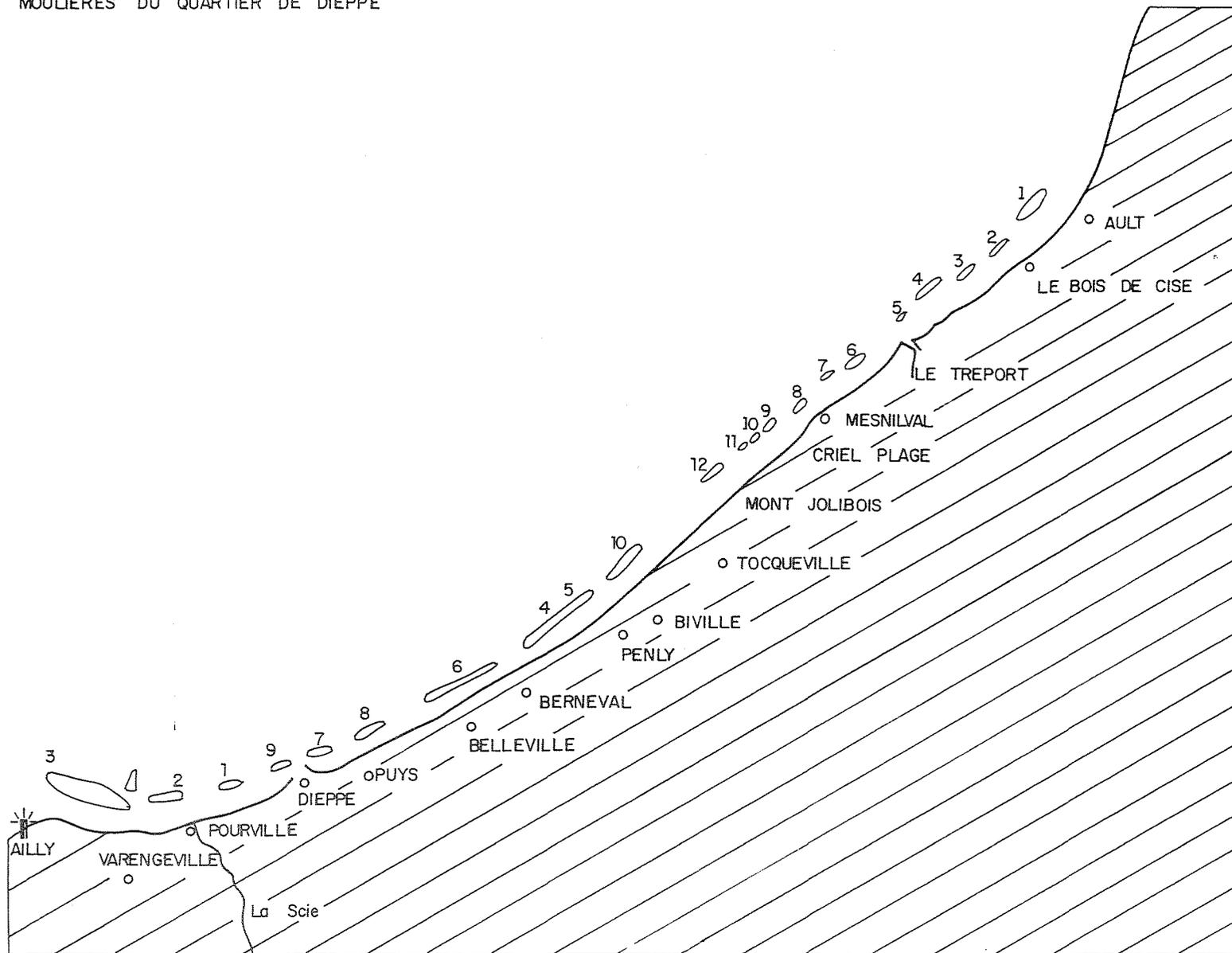
Les grands perforants - NESTEROFF et MELIERES citent *Pholas dactylus*, *Zirphaea crispata* et *Hiatella gallicana* : ce sont très vraisemblablement les mêmes espèces sur tout le pays de Caux. On les trouve vivants dans les blocs (Radiale n° 2 en particulier) et de très nombreuses traces subsistent dans la dalle. D'après les mêmes auteurs, "dans les parties très attaquées ces Mollusques transforment la roche en une dentelle de pierre où ne subsiste que 20 à 30% de la masse initiale".

Quant à *Lanice conchilega*, elle joue un rôle dans la rétention des sédiments en agglomérant des particules grossières (débris de coquilles surtout) autour de son tube. Sa place est donc importante dans l'évolution du littoral (on le retrouve dans les dragages).

4.5 - Cas particulier des Moules

Une place particulière doit être accordée à *Mytilus edulis*, la moule commune, pour diverses raisons :

MOULIERES DU QUARTIER DE DIEPPE



Numérotation donnée par les Affaires Maritimes, quartier de Dieppe

- a) les moulières piègent les sédiments que la mer déplace et exercent une protection de l'estran. Leur disparition naturelle ou accidentelle (exploitation par les pêcheurs) rouvre la voie à l'érosion du calcaire et au remaniement des sédiments.
- b) la moule est un filtreur qui se nourrit de particules en suspension. Elle est, dans ce domaine, nettement concurrencée par d'autres organismes au même comportement très voisin : *Lanice* et surtout *Polydora*. Il existe probablement un certain équilibre entre les deux populations. Cet équilibre est rompu par la pêche intensive que subissent les moulières, et il serait intéressant de suivre l'évolution des 2 faciès. Il est difficile de prévoir quelle serait l'influence de la modification de la température de l'eau sur cet équilibre (ou ce déséquilibre).
- c) les moulières répertoriées de la Pointe d'Ailly ou du Tréport sont connues depuis longtemps comme étant les plus belles du littoral Haut-Normand. En 1940, l'OSTPM (actuellement ISTPM) classait 22 gisements entre la vallée d'Ault et la Pointe d'Ailly (voir fig. n° 20). Ces moulières firent assez régulièrement jusqu'en 1962, l'objet d'une visite annuelle, avant l'ouverture de l'exploitation ; visite après laquelle la décision d'ouverture ou de fermeture à l'exploitation était transmise à l'Administration maritime. Aucune évaluation chiffrée ne peut être tirée des compte-rendus de visite ; néanmoins, le nombre de moulières inexploitable du fait de la raréfaction ou de la disparition des moules augmente de 1950 à 1962. Une dernière visite concernant les moulières du Tréport eut lieu en 1968, qui révéla l'envasement des gisements malgré la présence de moules pêchables.

Depuis 1968, il n'y a plus de visite, ce qui ne veut pas dire que les gisements aient disparu : nous avons constaté que la moulière "PENLY" existe toujours, et aux dires des pêcheurs à pied, son état se maintient, avec toujours des variations d'une année sur l'autre.

Compte tenu de l'importance relative des moules dans l'exploitation du domaine maritime d'une part, et dans le fonctionnement d'une centrale thermique d'autre part (leur élimination des conduites de refroidissement posant un problème qui n'est pas encore complètement résolu), il serait nécessaire d'entreprendre une étude détaillée des moulières du

site envisagé afin de connaître leur répartition actuelle, leur cycle biologique et leur évolution (renouvellement, croissance ou diminution des gisements).

Cycle sexuel des Moules sur la côte

D'après LE GALL (1970) deux émissions importantes de gamètes ont lieu pour les moulières de Luc-sur-Mer : l'une fin Décembre/Janvier, l'autre en Mars/Avril, les animaux continuant à avoir une activité sexuelle jusqu'à la fin Juin. Pour BRIENNE (1955), les moules du Boulonnais auraient une période de reproduction de longue durée (Janvier-Octobre) avec 2 périodes d'émission : l'une en Février-Mars, l'autre en Mai, la seconde étant la plus importante. Ce qui laisserait supposer qu'entre les 2 régions (pays de Caux), les périodes de maximum d'émission seraient en Janvier-Février et Avril, ce qui correspond à des températures moyennes de l'eau de 6° (Janvier-Février) et de 8,5° (Avril).

Effets de la température

D'après LUBET (1959) :

- 1) Une température constamment supérieure de 5° C. à la température normale prolonge la période de repos sexuel mais, lorsque les phénomènes de gamétogénèse sont déclenchés, l'élévation de température les accélère.
- 2) de hautes températures (température estivale + élévation thermique dans notre cas) pourraient interrompre les phénomènes sexuels.
- 3) une élévation brutale de température provoque l'émission de gamètes chez les animaux mûrs.

Les données scientifiques tendraient à montrer qu'étant donné la période hivernale de reproduction de la Moule, l'élévation des minima hivernaux de température ne favoriserait pas la reproduction du Mollusque. Mais les nombreux problèmes posés par les colonisations des conduites de refroidissement de centrales thermiques semblent montrer que la croissance serait plutôt favorisée, même par de très grands écarts avec la normale ($\Delta t \geq 12^\circ$).

4.6. - Conclusions de l'étude de l'estran

Un survol si rapide et une absence quasi totale de données de référence

ne nous permettent pas de porter un jugement de valeur sur la qualité du site, et ses aptitudes à recevoir une centrale nucléaire.

Notons qu'à la différence du site de Paluel, ou de la plage de Puys (KUHN 1967) le développement algal est très peu important. Ce type d'estran plat, sans accident topographique et en partie couvert d'une mince couche de sable, héberge une faune quelque peu différente de celle des estrans rocheux et rainurés, type Paluel. En particulier, la présence du ver Annélide *Polydora ciliata*, perforant le calcaire et retenant une importante quantité de sédiment, et surtout de moulières exploitées ou exploitables, font l'originalité de l'estran.

L'élévation de la température sur cette bande littorale pourrait apporter des modifications dans l'évolution de l'estran.

5 - PEUPELEMENTS BENTHIQUES SUBLITTORAUX (1)

(voir annexe 1, photographie 8)

Quatre unités majeures de peuplement se rencontrent dans le secteur considéré. Ce sont :

- le peuplement des sables fins plus ou moins envasés à *Abra alba*,
- le peuplement des sables fins à moyens propres à *Ophelia borealis*,
- le peuplement des sédiments grossiers à *Amphioxus lanceolatus*,
- le peuplement des fonds grossiers circalittoraux à épibiose sessile (*Pomatoceros*), sous son faciès graveleux.

La répartition des stations de prélèvement (dragages : drague Rallier du Baty) est indiquée sur la Fig. 21, celle des peuplements sur la Fig. 22. Les caractéristiques sédimentologiques au niveau de chacun des peuplements apparaissent sur la Fig. 23 sur laquelle sont représentées les courbes granulométriques moyennes correspondant à chacun d'entre eux. On voit que les trois premiers peuplements occupent des sables dont la caractéristique commune est de présenter une dominance moyenne de la classe granulométrique 0,2-0,5 mm. Dans le peuplement à *Abra alba*, ces sables hébergent une fraction vaseuse assez importante. Devenus très homogènes au niveau du peuplement à *Ophelia borealis*, ils se mêlent au contraire à une forte fraction de sable grossier et de fin gravier dans les bancs à *Amphioxus*. Enfin, les fonds grossiers porteurs d'épibiose sessile sont hétérogènes et ne comprennent plus qu'une fraction mineure de sable fin, tandis que se développent le sable grossier, les graviers et la fraction caillouteuse. (L'étude granulométrique a été effectuée par MM. C. LARSONNEUR et J.P. AUFFRET, Laboratoire de Géologie, Université de Caen).

5.1 - Le peuplement des sables fins plus ou moins envasés à *Abra alba* :

- Profondeurs : Entre le bas de la zone des marées et 10 m environ.

- Nature du substrat : Il est à remarquer que la couche des sédiments fins hébergeant le peuplement est parfois suffisamment mince pour laisser affleurer les cailloutis sous-jacents. On récolte ainsi, de place en place, notamment vers Dieppe, des cailloux en proportion variable, mêlés au sable à *Abra alba*.

(1) par Louis CABIOCH et René GLACON - Propriété scientifique et droit de publication réservés aux auteurs.

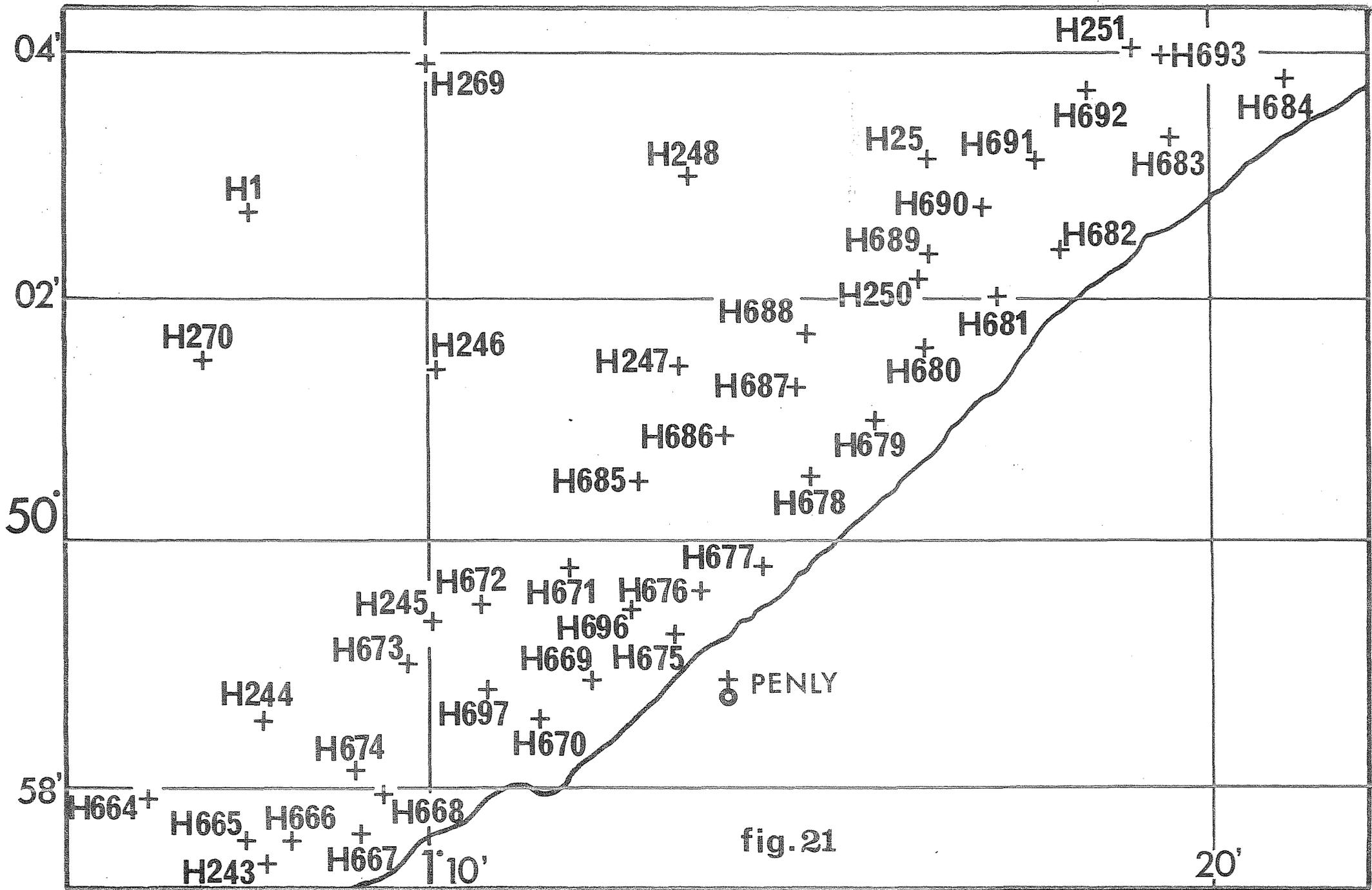


fig. 21

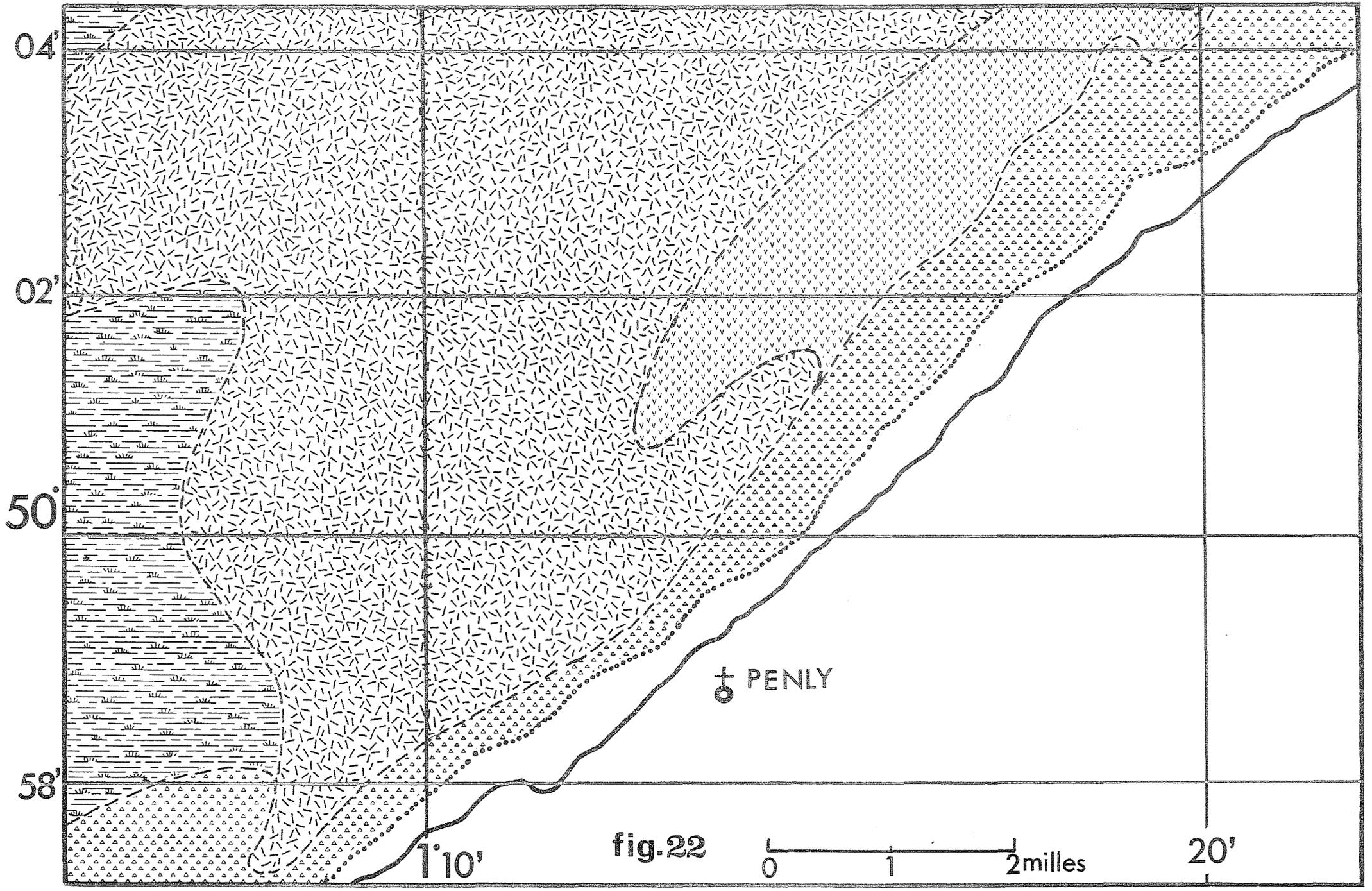


fig. 22

0 1 2 miles

20'

FIGURE 22 : Peuplements sublittoraux entre Dieppe et le Tréport.



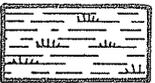
- Peuplement des sables fins plus ou moins envasés à *Abra alba*



- Peuplement des sables fins à moyens propres à *Ophelia borealis*



- Peuplement des sédiments grossiers à *Amphioxus lanceolatus*



- Peuplement des cailloutis et graviers à épibiose sessile (*Pomatoceros*) : faciés graveleux.

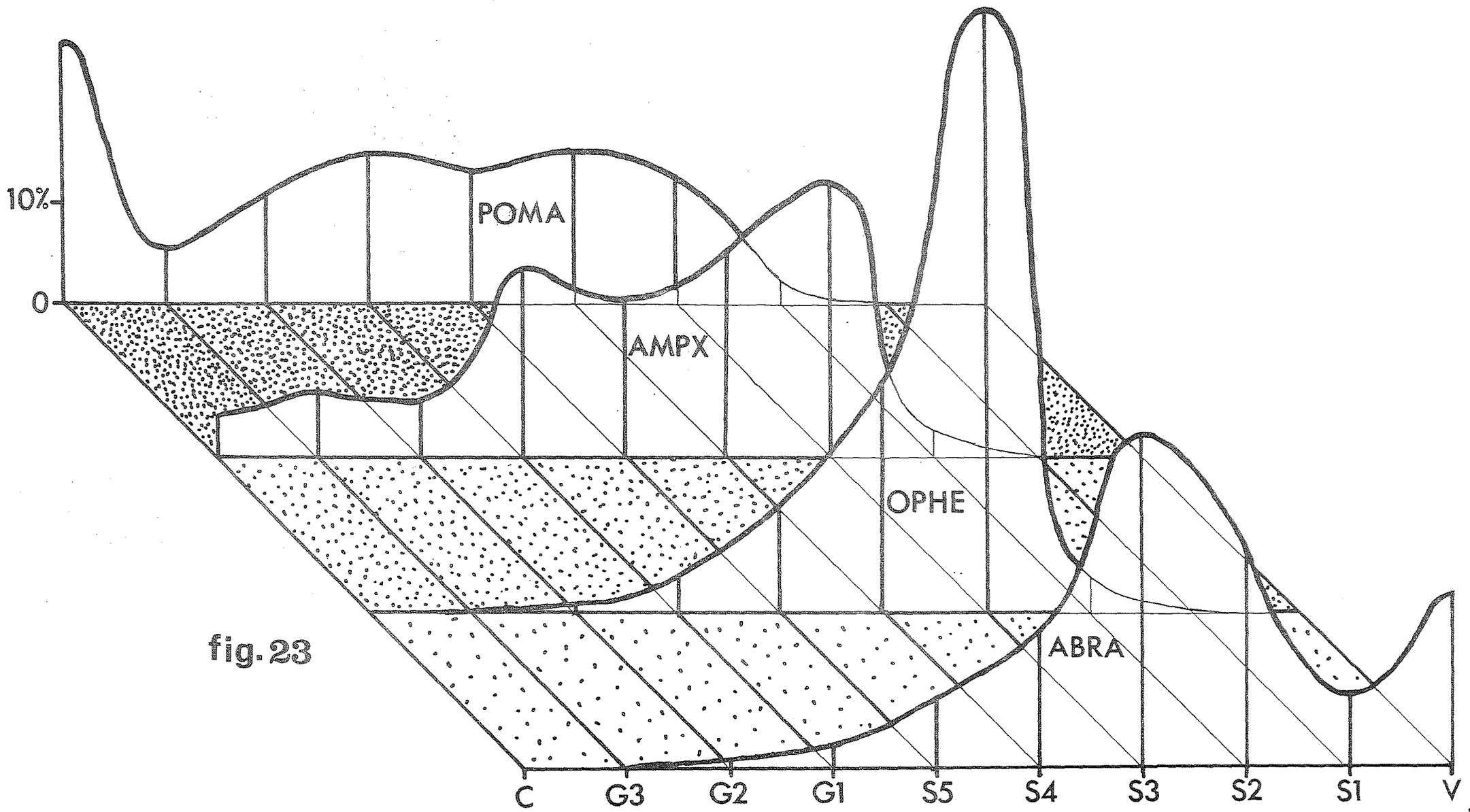


Fig. 23 : Courbes granulométriques moyennes (statistiques sur 5 à 6 stations) caractéristiques des peuplements à Abra alba (ABRA), Ophelia borealis (OPHE), Amphioxus lanceolatus (AMPX) et des fonds grossiers à épibiose sessile à Pomatoceros (POMA).

Vase V :	0,05 mm
(S ₁)	0,05 à 0,1 mm
(S ₂)	0,1 à 0,2 mm
Sables (S ₃)	0,2 à 0,5 mm
(S ₄)	0,5 à 1 mm
(S ₅)	1 à 2 mm
(G ₁)	2 à 5 mm
Graviers (G ₂)	5 à 10 mm
(G ₃)	10 à 20 mm
Cailloux C	20 mm

Granulométries effectuées par C. Larsonneur et J.P. Auffret

- Composition du peuplement : L'essentiel du peuplement est constitué par l'endofaune et l'épifaune vagile. L'épifaune sessile ne se développe en effet que sur les tubes de Polychètes, quelques coquilles et, par places, sur les cailloux, quand ils existent.

Nous classerons les principales espèces composantes de l'endofaune et de l'épifaune vagile selon deux critères : leur constance (pourcentage du nombre de stations où l'espèce a été récoltée par rapport au nombre total de stations du peuplement) et leur fidélité (préférence plus ou moins grandes de l'espèce pour le peuplement considéré, par rapport aux autres peuplements). Pour plus de simplicité, nous ne retiendrons que deux classes de fidélité : les espèces caractéristiques (électives + préférentielles) et les espèces accessoires. De même, nous ne citerons pas les espèces très peu fréquentes, ou accidentelles. Enfin, chaque station est caractérisée par la dominance de l'une ou l'autre des espèces composantes du peuplement. Les espèces qui se sont montrées dominantes dans au moins un relevé sont soulignées d'un trait, et de deux traits, celle qui domine dans plus de 50% des relevés (*Abra alba*).

La densité du peuplement est élevée (moyenne par prélèvement de 30 dm³ : 782 individus, toutes espèces réunies) et l'on note l'abondance assez générale de Polychètes sédentaires telles que *Lanice conchilega* et *Sabella pavonina*, qui deviennent même dominantes dans quelques stations.

La plupart des prélèvements correspondant au peuplement à *Abra alba* ont été effectués au mois d'Août et ils comprenaient de nombreux *Echinocardium cordatum* juvéniles. Faute d'autre renseignement sur sa présence à l'état adulte, nous n'avons pas inclus cette espèce dans la liste-type du peuplement.

Homologues de la "*Syndosmia* (= *Abra*) *alba* community" des mers du Nord de l'Europe (Petersen, 1913), ces fonds constituent un élément très important dans l'économie de la mer, en tant que source de nourriture pour les poissons benthiques et particulièrement les jeunes. Ils sont d'autant plus précieux qu'ils sont très limités le long des côtes françaises de la Manche.

5.2 - Le peuplement des sables fins à moyens propres, à *Ophelia borealis*

Succédant au précédent vers le large, ce peuplement n'occupe qu'une aire relativement restreinte, dans la moitié Nord de la carte représentée sur la Fig. 2.

- Profondeurs : 10 à 15 m

- Composition du peuplement : La composition du peuplement selon le triple critère dominance-constance-fidélité apparaît sur le tableau 2. Parmi les quatre espèces susceptibles d'être dominantes, aucune ne se détache nettement et les trois espèces caractéristiques les plus fréquentes ne sont pas les plus fidèles. En définitive, *Ophelia borealis* sans être plus constante ni systématiquement dominante, caractérise le mieux le peuplement, par sa fidélité très marquée.

On remarque, sur la statistique des nombres moyens d'espèces et d'individus par relevé, la très grande dispersion qui caractérise d'une manière générale les peuplements dunaires.

Décrit initialement en Manche orientale (CABIOCH et GLACON, 1975) ce peuplement occupe de nombreux bancs, échelonnés du Cotentin aux Flandres (Banc du Cardonnet, Banc de Seine, Bassurelle de Somme, Quémer, Battur, Bassure de Baas, Vergoyer, Bassurelle, Bullock, Haut fond de Gravelines, Dyck, Ruytingen, Breedt).

5.3 - Le peuplement des sédiments grossiers à *Amphioxus lancolatus* :

- Profondeurs : 10 à 19 m.

- Composition du peuplement : Comme le précédent, le peuplement à *Amphioxus* occupe des sédiments continuellement remaniés en surface par les courants et pratiquement dépourvus d'épifaune sessile. L'endofaune y est clairsemée, comme l'indique la statistique sur le nombre moyen d'individus par relevé (tableau 3). On reconnaît, à la liste des espèces caractéristiques, les traits essentiels du peuplement bien connu en Manche occidentale sous le nom de "*Spartanogobius purpureus* - *Venus fasciata* community" (FORD, 1923), ou "biocoenose des sédiments grossiers à *Venus fasciata*" (CABIOCH, 1968). On remarque toutefois que le nombre des espèces composantes du peuplement est fortement réduit, ce qui est également le cas, à un degré moindre, dans le fond du Golfe normanno-breton (RETIERE, 1975).

Ce fait, qui illustre le gradient climatique de réduction de la diversité spécifique d'Ouest en Est dans la Manche, est marqué, notamment, par la disparition des Venus caractéristiques (V. fasciata et V. casina).

5.4 - Le peuplement des cailloutis et graviers circalittoraux à épibiose sessile (Pomatoceros).

Présent seulement dans la partie la plus occidentale du secteur considéré, ce peuplement n'est guère représenté ici que par son faciès graveleux, qui fait suite au peuplement des sédiments grossiers à Amphioxus. Il possède à peu près la même endofaune, mais s'en distingue par le fait que la surface du substrat, où les graviers et les cailloux affleurent sur de vastes étendues planes, devient suffisamment stable pour porter une épifaune sessile. Le peuplement réunit ainsi, comme en Manche occidentale, une endofaune de sédiments grossiers de plus en plus dispersée au fur et à mesure que le caractère caillouteux du substrat s'accroît, et une épifaune sessile dont la richesse croît à l'opposé.

- A l'endofaune à Amphioxus s'ajoute la Polychète tubicole Chaetopterus variopedatus, tandis que Spisula ovalis devient rare.

- L'épifaune vagile s'enrichit principalement des éléments suivants :

Buccinum undatum
Gibbula tumida
Lepidopleurus asellus
Ebalia tuberosa
Ebalia tumefacta
Pisidia longicornis
Ophiothrix fragilis

Les Psammechinus deviennent plus fréquents.

- L'épifaune sessile, caractérisée par la dominance des Polychètes sédentaires (Pomatoceros) et des Alcyonaires (Alcyonium digitatum) comprend en outre principalement :

Timea hallezi
Tubularia sp.
Abietinaria abietina
Halecium halecinum
Hydrallmania falcata
Nemertesia antennina

Nemertesia ramosa
Sertularia argentea
Sertularia cupressina
Lichenopora hispida
Chorizopora brongniartii
Porella concinna
Reptadeonella violacea
Schizomavella auriculata
Schizoporella unicornis
Lepralia adpressa
Cellepora pumicosa
Ciona intestinalis
Dendrodoa grossularia
Protula tubularia
Balanus crenatus
Verruca stroemia

A côté de ce peuplement animal, on rencontre des arbuscules isolés de Corallinacées libres (maërl), parfois très fréquents, mais qui ne constituent pas de véritables bancs comme en Manche occidentale.

TABLEAU I - PEUPEMENT A ABRA ALBA

Fidélité Constance	Caractéristiques (électives + préférentielles)	Accessoires
50 %	<u>Abra alba</u> <i>Mya truncata</i> <i>Phyllodoce groenlandica</i> <i>Owenia fusiformis</i> <i>Pectinaria koreni</i>	<i>Sthenelais boa</i> <i>Gattyana cirrosa</i> <i>Nephtys hombergii</i> <i>Glycera convoluta</i> <i>Notomastus latericeus</i> <i>Audouinia tentaculata</i> <u>Lanice conchilega</u> <i>Ophiura albida</i> <i>Asterias rubens</i>
26 à 50 %	<i>Harmothoe lunulata</i> <u>Sabella pavonina</u> <i>Crangon crangon</i> <i>Ophiura texturata</i>	<i>Spisula ovalis</i> <i>Ensis arcuatus</i> <i>Nephtys caeca</i> <i>Macropipus holsatus</i>
13 à 25 %	<i>Cultellus pellucidus</i> <i>Nassarius reticulatus</i> <i>Eulalia sanguinea</i> <i>Nereis longissima</i> <i>Scalibregma inflatum</i> <i>Processa edulis</i>	<i>Tapes pullastra</i> <i>Nephtys longosetosa</i> <i>Golfingia elongata</i> <i>Pagurus bernhardus</i> <i>Macropodia rostrata</i>
7 à 12 %	<i>Macoma balthica</i> <i>Nassarius pygmaeus</i>	<i>Natica alderi</i> <i>Scoloplos armiger</i> <i>Amphipholis squamata</i>

Nombre moyen d'espèces par relevé : 20

Nombre moyen d'individus par relevé : 782

1 relevé : contenu faunistique de 30 dm³ de sédiment dragué

Fidélité Constance	Caractéristiques (électives + préférentielles)	Accessoires
50 %	<u><i>Ensis arcuatus</i></u> <u><i>Nephtys cirrosa</i></u> <u><i>Echinocardium cordatum</i></u>	<i>Ophiura albida</i>
26 à 50 %	<u><i>Ophelia borealis</i></u> <u><i>Tellina pygmaea</i></u>	<i>Spisula ovalis</i> <i>Nephtys hombergii</i> <i>Eone nordmanni</i> <i>Lumbrineris latreilli</i> <i>Bathyporeia guilliamsoniana</i> <i>Macropipus holsatus</i> <i>Ophiura texturata</i> <i>Asterias rubens</i>
13 à 25 %	<i>Nerine bonnieri</i> <i>Processa parva</i>	<i>Natica alderi</i> <i>Nephtys caeca</i> <i>Nephtys longosetosa</i> <i>Diastylis bradyi</i> <i>Psammechinus miliaris</i> <i>Echinocyamus pusillus</i>
6 à 12 %	<i>Pontophilus trispinosus</i> <i>Macropipus marmoreus</i>	<i>Nucula hanleyi</i> <i>Spisula elliptica</i> <i>Tellina tenuis</i> <i>Tellina fabula</i> <i>Sigalion mathildae</i> <i>Spiophanes bombyx</i> <i>Iphinoe trispinosa</i> <i>Ampelisca brevicornis</i> <i>Thia scutellata</i>

Nombre moyen d'espèces par relevé : 20

Nombre moyen d'individus par relevé, toutes espèces réunies..... : 26

1 relevé = contenu faunistique de 30 dm³ de sédiment dragué

TABLEAU 3 - PEUPLEMENT A AMPHIOXUS

Fidélité Constance	Caractéristiques (électives + préférentielles)	Accessoires
50 %	<i>Amphioxus lanceolatus</i>	<i>Spisula ovalis</i>
26 à 50 %	<i>Spatangus purpureus</i> <i>Echinocyamus pusillus</i> <i>Nucula hanleyi</i>	<i>Tellina pygmaea</i> <i>Ensis arcuatus</i>
13 à 25 %	<i>Cardium crassum</i>	<i>Nephtys caeca</i> <i>Nephtys cirrosa</i> <i>Lumbrineris latreilli</i> <i>Owenia fusiformis</i> <i>Ophiura albida</i> <i>Asterias rubens</i> <i>Psammechinus miliaris</i>
6 à 12 %	<i>Glycera gigantea</i>	<i>Spisula elliptica</i> <i>Natica alderi</i>

Nombre moyen d'espèces par relevé : 8

Nombre moyen d'individus par relevé
toutes espèces réunies: 43

1 relevé = 1 contenu faunistique de 30 dm³ de sédiment dragué

6 - CONCLUSIONS GENERALES

L'environnement marin du site de PENLY doit s'inclure dans les conditions générales de la Manche Orientale, qui sont :

- une faible profondeur,*
- une variation thermique annuelle prononcée,*
- un brassage continu des eaux, dû aux courants intenses,*
- une dessalure due aux apports fluviaux.*

Cependant, les vents des secteurs Ouest à Nord-Ouest ont tendance à accumuler l'eau à la côte, freinant alors le brassage dû aux courants de marée. De plus il existe une pollution latente due aux apports de fleuves chargés de rejets industriels et domestiques (l'Arques, la Scie, la Somme). Dans certaines conditions météorologiques (forts vents d'Ouest, par exemple) les pollutions organiques, chimiques et thermiques pourraient alors s'ajouter et donner lieu à des effets synergétiques très dommageables pour l'environnement.

La liste des espèces répertoriées, tant en intertidal (voir annexe II), qu'en zone sub-littorale, montre une richesse faunistique et floristique relativement faible, qui s'inscrit bien dans le caractère biogéographique de la Manche Orientale : cette richesse décroît en effet de la Bretagne au Pas-de-Calais. De plus, les conditions écologiques particulières de la portion de côte que nous avons étudiée, ne favorisent pas la fixation et le développement d'espèces benthiques.

Cependant, des exceptions importantes font l'originalité du site de PENLY :

1°) la présence de moulières encore exploitables, entre DIEPPE et LE TREPORT,

- 2°) la présence du peuplement à "Abra alba" de 0 à -10 m. Ce fond, abondamment peuplé, est d'autant plus précieux dans l'économie benthique, qu'il est très limité sur les côtes françaises de la Manche,
- 3°) le rôle joué par certaines espèces intertidales (moules, "Lanice", "Polydora", perforants) dans l'équilibre entre l'engraissement et l'érosion de l'estran ; nous avons été amenés, au cours de l'étude, à faire trois remarques :
- les moules présentent, ou peuvent présenter un intérêt du point de vue de la pêche ; de plus, elles peuvent se fixer dans les conduites de refroidissement de la centrale, et en perturber le fonctionnement ;
 - le peuplement à "Abra alba" est à la base de l'alimentation des jeunes poissons benthiques ;
 - les conditions qui règlent l'équilibre entre animaux protecteurs et destructeurs de l'estran ne sont pas connues ; le déplacement de cet équilibre est à la merci de la disparition ou de la prolifération d'une ou plusieurs de ces espèces.

L'absence de données sur les populations planctoniques est une lacune importante. Le plancton est, en effet, mis en contact direct avec les plus grandes élévations de température, puisqu'il se trouve dans l'eau de mer servant à refroidir la centrale. Il contient les larves de nombreuses espèces pêchées dans la région (coquilles Saint-Jacques, crustacés, poissons).

Le présent rapport n'a pas la prétention de juger des capacités du milieu marin à subir les effets d'un rejet thermique, mais seulement de mettre l'accent sur les traits marquants du site de PENLY devant le problème. Des lacunes subsistent cependant, et certaines questions ont pu passer inaperçues. Ce premier survol écologique est donc loin d'être complet, mais il doit être considéré comme une introduction à une étude approfondie.

ANNEXE 1

PHOTOGRAPHIES REALISÉES SUR LE

SITE DE PENLY

o o o o o o o o



PHOTO n° 1 - Site de Penly. Vue aérienne de l'estran, radiale n° 1
(photo J. HUSSENOT.)



PHOTO n° 2 - Site de Penly, au niveau de la radiale n° 2
(Photo L. ANTOINE)



PHOTO n° 3 - Site de Penly ; Berneval Radiale n° 3
(Photo L. ANTOINE)



PHOTO n° 4 - Site de Penly. Bloc avec trous de pholades et couverture de *Polydora ciliata*
(Photo L. ANTOINE)

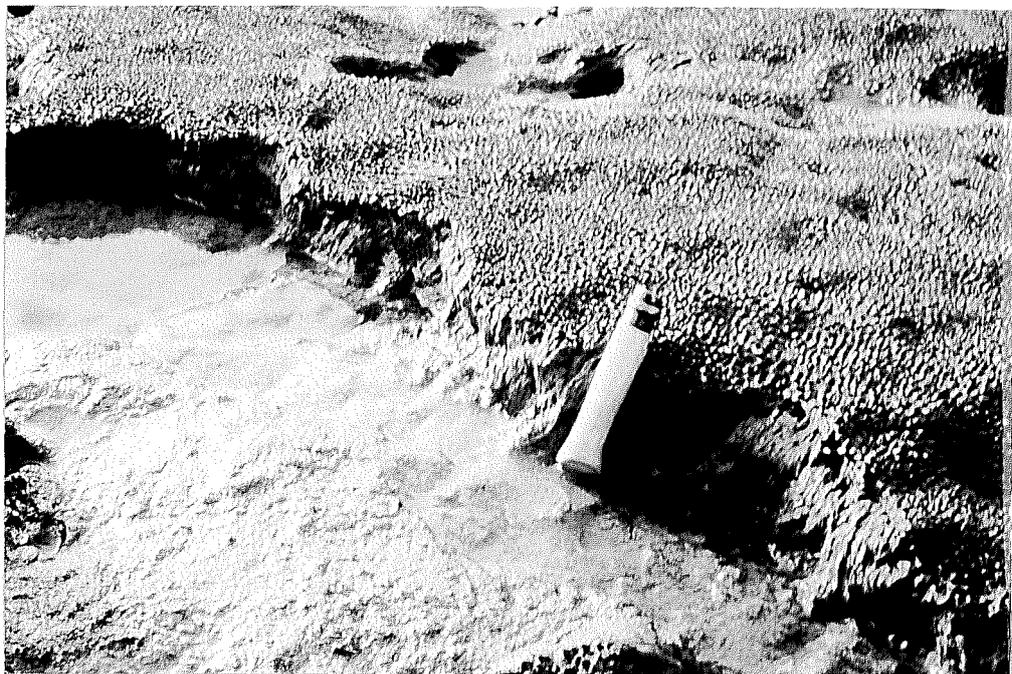


PHOTO n° 5 - Site de Penly. Croûte de vase agglomérée par *Polydora ciliata*.
(Photo L. ANTOINE)

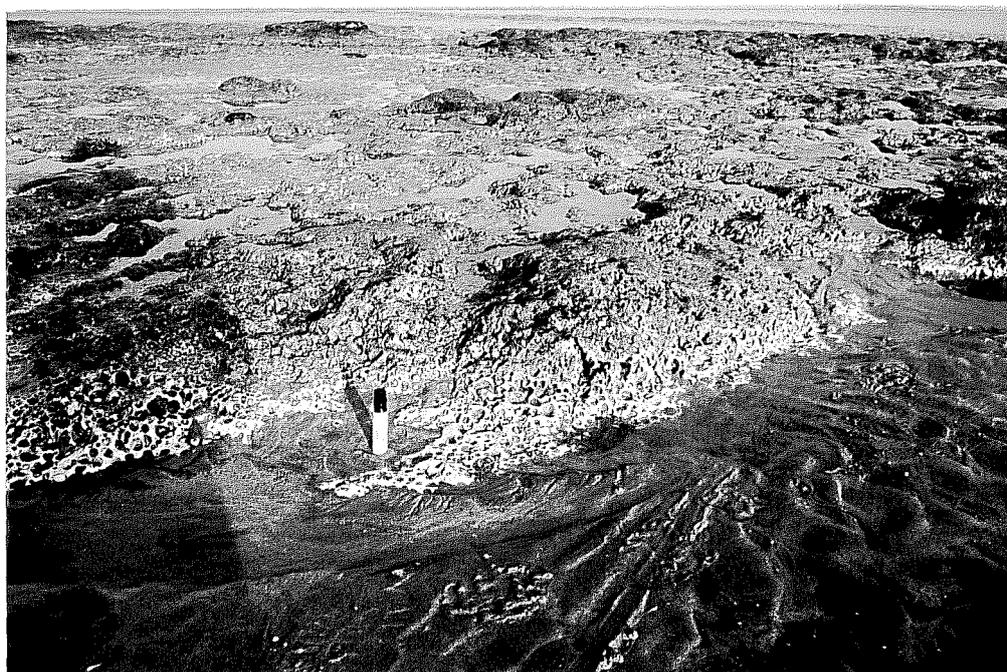


PHOTO n° 6 - Site de Penly. Dalle calcaire perforée d'anciennes galeries de pholades. (Photo L. ANTOINE)



PHOTO n° 6 - Site de Penly. *Lanice conchilega* sur dalle calcaire.
(Photo L. ANTOINE).



PHOTO n° 7 - Site de Penly. Prélèvement à la drague
Rallier du Baty
(Photo L. ANTOINE).

ANNEXE 2

LISTE DES ESPÈCES RÉCOLTÉES

SUR LE SITE DE PENLY

oooooooooooo

LISTE DES ESPECES RECOLTEES

SUR LE SITE DE PENLY

(juin et août 1975)

CNIDAIRES

Hydrozoaires

- *Sertularia* sp.

Anthozoaires

- *Actinia equina*
- *Tealia felina*
- *Sagartia elegans*

ANNELIDES

Polychètes errantes

- *Eulalia viridis*
- *Eteone* sp.
- *Perinereis cultrifera*
- *Nephtys caeca*
- *Nephtys hombergii*
- *Glycera convulata*
- *Phyllodoce groenlandica*
- *Lumbrineris impatiens*

Polychètes sédentaires

- *Nerine cirratulus*
- *Polydora ciliata*
- *Arenicola marina*
- *Lanice conchilega*
- *Pomatoceros triqueter*

SIPONCLES

- *Phascolosoma granulatum*

MOLLUSQUES

Amphineures

- *Lepidochiton cinereus*

Gasteropodes

- *Patella vulgata*
- *Gibbula cineraria*
- *Gibbula umbilicalis*
- *Littorina littorea*
- *Littorina obtusata*
- *Littorina saxatilis*
- *Nucella lapillus*

Lamellibranches

- *Mytilus edulis*
- *Pholas candida*
- *Venerupis pullastra*

ARTHROPODES

Crustacés

Cirripèdes

- *Balanus balanoides*
- *Balanus crenatus*

Isopodes

- *Sphaeroma serratum*
- *Idothea baltica*
- *Idothea viridis*
- *Jaera marina*

Amphipodes

- *Melita palmata*
- *Marinogammarus marinus*
- *Haustorius arenarius*
- *Bathyporeia pelagica*

Decapodes

- *Crangon crangon*
- *Porcellana platycheles*
- *Cancer pagurus*
- *Carcinides moenas*
- *Pilumnus hirtellus*
- *Pinnotheres pisum*

ASCIDIENS

- *Ascidiella aspe^ra*

POISSONS

- *Ammodytes lancea*
- *Gobius spp.*

ALGUES

- *Enteromorpha compressa*
- *Ulva lactuca*
- *Cladophora*
- *Ceramium sp.*

- *Fucus spiralis*
- *Fucus serratus*
- *Fucus vesiculosus*

ANNEXE 3

BIBLIOGRAPHIE

o o o o o o

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

OCEANOGRAPHIE

DIETRICH G., 1950 - Die Jahresschwankungen des Wärmeinhältis im Englischen Kanal, ihre Ursachen und Auswirkungen. Deutsch Hydrogr. Z, 3, pp. 184-201.

LACOMBE H., 1953 - Courants de marée dans la Manche et sur les côtes françaises de l'Atlantique. Serv. Hydrogr. Marine, Paris, n° 550, 275 p.

LUMBY J.R., 1935 - Salinity and temperature of the English Channel. Fish. Invest. (2) 14, pp. 1-67.

S.H.O.M., 1973 - Courants de marée dans la Manche et sur les côtes françaises de l'Atlantique - Publication n° 550.
Courants de marée de Dunkerque à Brest - Publication n° 551.

MORPHOLOGIE LITTORALE

BRIQUET A., 1930 - Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. Thèse doctorat, Orléans 1930.

MIGNOT C., BELLESSORT B., CAIVEAU G., voir documents techniques.

PRECHEUR C., 1960 - Le littoral de la Manche, de Sainte-Adresse à Ault ; étude morphologique. NOROIS, n° hors série 138 p.

BIOLOGIE

AUFFRET J.P. et LARSONNEUR C., 1975 - Le modèle sédimentaire Manche orientale. 9ème Congr. Internat. Sédimentol.

BRIENNE H. 1955 - Les gisements de moules du Boulonnais. Rev. Trav. Inst. Pêches Marit. 19 (3) 1955 pp 389-414.

- BRIENNE H., PAIRAIN R., 1966 - Distribution du * Mytilicola intestinalis STEUER le long des côtes françaises Sciences & Pêches, 149.
- CABIOCH L., 1968 - Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche occidentale. Cah. Biol. Mar., 9, pp. 489-720.
- CABIOCH L. et GLACON R., 1975 - Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale, de la Baie de Somme au Pas-de-Calais. C.R. Acad. Sc. 280, D. pp. 491-494.
- COULON L., 1911 - Catalogue des algues marines de la Seine inférieure. Bull. Soc. d'Et. des Sci. Nat. et Muséum d'Hist. Nat. d'Elboeuf. 30° Ann. (12) pp. 61-82.
- COZETTE P., 1911 - Catalogue des algues marines du Nord de la France et des Côtes de Normandie. Compte-rendu des Congrès des sociétés savantes de Paris et des départements, tenus à Caen en 1911.
- DE LOE A., 1885 - Recherches malacologiques à l'embouchure de la Somme, à Saint Valéry, au Crotoy, à Cayeux, au bourg d'Ault, à Mers et au Tréport. Ann. Soc. Royale de Belgique. Bull. des séances 1885, 37, 44.
- E.D.F., Direction des Etudes et Recherches, 1974 - Etude écologique du site de Paluel (76). Rapport préliminaire. Université de Picardie, Station d'études en Baie de Somme.
- FISCHER-PIETTE E., 1932 - Répartition des principales espèces fixées sur les rochers battus des côtes et des îles de la Manche, de Lannion à Fécamp. Ann. Inst. Océanogr. 12, 105-213.
- FISCHER-PIETTE E., 1936 - Etude de biogéographie intercotidale des deux rives de la Manche. Journ. of the Lin. Soc. Zoology, 40, 1936-39.
- FORD E., 1923 - Animal communities of the level sea-bottom in the waters adjacent to Plymouth. J. Mar. Biol. Ass. U.K., 13, pp. 164-224
- GADEAU DE KERVILLE H., 1897 - Faune de Normandie. Tome IV - Poissons de la côte. Librairie J.B. BAILLIÈRE & Fils, Paris

- JOYEUX-LAFFUIE J., 1891 - Sur la présence et l'action destructive de la *Polydora ciliata* sur les Côtes du Calvados. Bull. Soc. Linn. Normandie - 4ème série, 5. pp. 173-180.
- KUHN J., 1967 - Etude sur les Algues du Pays. Rev. Soc. Sav. Haute Normandie, Sciences - 47 pp. 29-43.
- LE BOEUFFLE R., 1931 - Les coquilles marines Havraises. Bull. Soc. Géol. Normandie 1931-32, 36 = pp. 153-176.
- LE GALL P. 1970 - Etude des Moulières Normandes. Vie & Milieu - Ser. B., XXI, 3 B pp 545-89.
- MAIL R.F., 1957 - Catalogue des Algues Marines du Littoral compris entre Fécamp et l'estuaire de la Seine. Bull. Lab. Marit. Dinard, 43 pp. 93-110.
- MAURY A., L'ANTHOEN J., 1965 - Observations de Bionomie intertidale. Plage de Bruneval (Seine Maritime). Bull. Soc. Géol. Normandie, LV, pp. 37-41.
- NESTEROFF W.D., MELIERES F., 1967 - L'érosion littorale du pays de Caux. Bull. Soc. Géol. de France (7), IX, pp. 159-69
- PETERSEN C.G.J., 1913 - Valuation of the sea, II. The animal communities of the sea-bottom and their importance for marine zoogeography. Rep. Danish Biol. Stat., 21, pp. 1-42.
- PLADYS Ph., 1965 : Etude sur les Algues de Bruneval. Bull. Soc. Géol. Normandie, LV pp. 45-53.
- RETIERE C., 1975 - Distribution des peuplements benthiques des fonds meubles du golf normanno-breton. C.R. Acad. Sc. Paris, 280, D, pp. 697-699.
- SAUVAGE H.E., 1889 - Contribution à la connaissance de la France du Pas-de-Calais et des parties voisines de la Manche et de la Mer du Nord. Bull. Scient. de la France & de la Belgique, XX, 3° ser. 2, 1889.

SYLVAND B., 1972 - Quelques travaux réalisés en Manche portant sur la Faune côtière (Biologie, Ecologie, Bionomie, Taxonomie).
Bibliographie sommaire - DEA, Université de Caen.

DOCUMENTS TECHNIQUES ET RAPPORTS

AFFAIRES MARITIMES DE DIEPPE

Dossier des Moulières du Tréport et de Dieppe, Notes manuscrites de 1940 à 1968.

AGENCE FINANCIERE DE BASSIN "SEINE-NORMANDIE", 1974 - Inventaire du degré de pollution des eaux superficielles - Campagne 1971, première exploitation approfondie des résultats.
Etude réalisée par ARMINES (Laboratoire d'Hydrologie Mathématique) et ARLAB.

ASSOCIATION "MONDE 72" - Etudes sur le littoral - Les richesses naturelles du littoral Cauchoix - D.D.E. Seine Maritime.

DARCHEN J., DE BLOCK A., 1968 - Monographies de la Météorologie Nationale, Fascicule n° 62, tome I ; Observations de 1951 à 1960.

E.D.F - Direction des Etudes et Recherches, 1975 - Mesures de courant, de houle, de température et de salinité de l'eau effectuées sur le littoral du Pays de Caux.

GROUPE D'ETUDE DU BENTHOS DE LA MANCHE, Rapport 1973 - Contrat CNEXO 73/691.

L.C.H.F., Service Maritime de Dieppe - Etude de l'avant-projet de Dieppe. Maisons-Alfort 1971.

MEHU D., 1973 - Etude de la situation actuelle de la pollution dans la zone littorale du Bassin Seine-Normandie. Synthèse bibliographique. Agence Financière de Bassin Seine-Normandie - Paris.

MINISTERE DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE, de L'EQUIPEMENT, du LOGEMENT et du TOURISME - DIRECTION DES PORTS MARITIMES ET DES VOIES NAVIGABLES SERVICE CENTRAL HYDROLOGIQUE - BCEOM, 1973 - Le littoral français, dommages côtiers, ouvrages de défense, 4 volumes.

S.C.A.L., Comité de Direction du Schéma d'Aménagement du Littoral
Seine-Maritime -

Participation au choix des sites de centrales nucléaires -
Compte-rendu n° 7, Réunion du 24 Février 1975.

SERVICE MARITIME DIEPPE - D.D.E. Seine Maritime - L.C.H.F., 1972 -
Etude de la production de galets sur le littoral Haut-Normand
Etude réalisée par C. MIGNOT, B. BELLESSERT, C. CAIVEAU.