

Electricité De France

**ETUDE ECOLOGIQUE D'AVANT-PROJET
SUR LE SITE DE
Audinghen**



**Centre National pour l'Exploitation des Océans
Unité Littoral**

**INSTITUT DE BIOLOGIE MARINE ET REGIONALE
DE WIMEREUX
UNIVERSITE DE LILLE**

Juillet 76

ELECTRICITE de FRANCE

.....

ETUDE ECOLOGIQUE D'AVANT-PROJET

SUR LE SITE DE

AUDINGHEN

.....

CENTRE NATIONAL POUR L'EXPLOITATION DES OCEANS

UNITE LITTORAL

INSTITUT DE BIOLOGIE

MARINE ET REGIONALE

DE WIMEREUX

UNIVERSITE DE LILLE

Juillet 1976

S O M M A I R E

AVANT-PROPOS	1
INTRODUCTION	2
<u>CHAPITRE I</u> - DONNEES HYDROCLIMATIQUES	4
1. Climatologie	4
2. Hydrographie	4
<u>CHAPITRE II</u> - LE DOMAINE PELAGIQUE	9
1. Paramètres physicochimiques	9
2. Le phytoplancton	9
3. Le zooplancton	11
<u>CHAPITRE III</u> - LE DOMAINE BENTHIQUE	24
1. Méthodologie	24
2. Etude qualitative	27
3. Etude quantitative	33
CONCLUSIONS	39
BIBLIOGRAPHIE	42
ANNEXES	46

AVANT-PROPOS

Dans le cadre de son programme d'équipement nucléaire, ELECTRICITE de FRANCE a confié au Centre National pour l'Exploitation des Océans l'instruction des dossiers écologiques concernant une liste de sites envisagés pour l'implantation de centrales sur le littoral.

L'objectif de ces dossiers "d'avant-projet" est de fournir à ELECTRICITE de FRANCE les contraintes d'ordre écologiques intervenant au niveau du choix du site.

Sur le littoral du PAS-de-CALAIS, deux sites potentiels ont ainsi été étudiés : AUDINGHEN et DANNES.

Le présent rapport concerne le site d'AUDINGHEN. Il a été réalisé par l'équipe de l'Institut de Biologie Maritime et Régional de WIMEREUX, Université de LILLE, et en particulier par A. SOUPLET sous la direction de A. RICHARD. La coordination au niveau du C.N.E.X.O. a été assurée par B. SERET.

INTRODUCTION

.....

INTRODUCTION

AUDINGHEN est une petite localité de la côte d'OPALE située à quelques kilomètres au Sud-Est du CAP GRIS-NEZ. Le site envisagé pour l'implantation d'une centrale est constitué d'une vallée sèche qui entaille la falaise jurassique du BOULONNAIS au niveau du lieu-dit "LE CRAN POULET" (fig. 1).

Le premier chapitre traite succinctement des données hydroclimatiques ; la géomorphologie et l'hydrodynamisme du littoral entre le HAVRE et DUNKERQUE ayant fait l'objet d'une synthèse documentaire du CNEOX, à la demande de EdF, nous y renvoyons le lecteur.

Le second chapitre a pour objet le domaine pélagique. Il s'agit d'une analyse bibliographique des travaux antérieurs sur le phytoplancton et le zooplancton du BOULONNAIS. Le lecteur pourra également se reporter à la synthèse documentaire mentionnée ci-dessus.

Le troisième chapitre concerne le domaine benthique : peuplements de l'estran et des fonds côtiers proches du site. Les données bibliographiques ont été complétées par des études "in situ" : sorties sur l'estran, dragages et plongées.

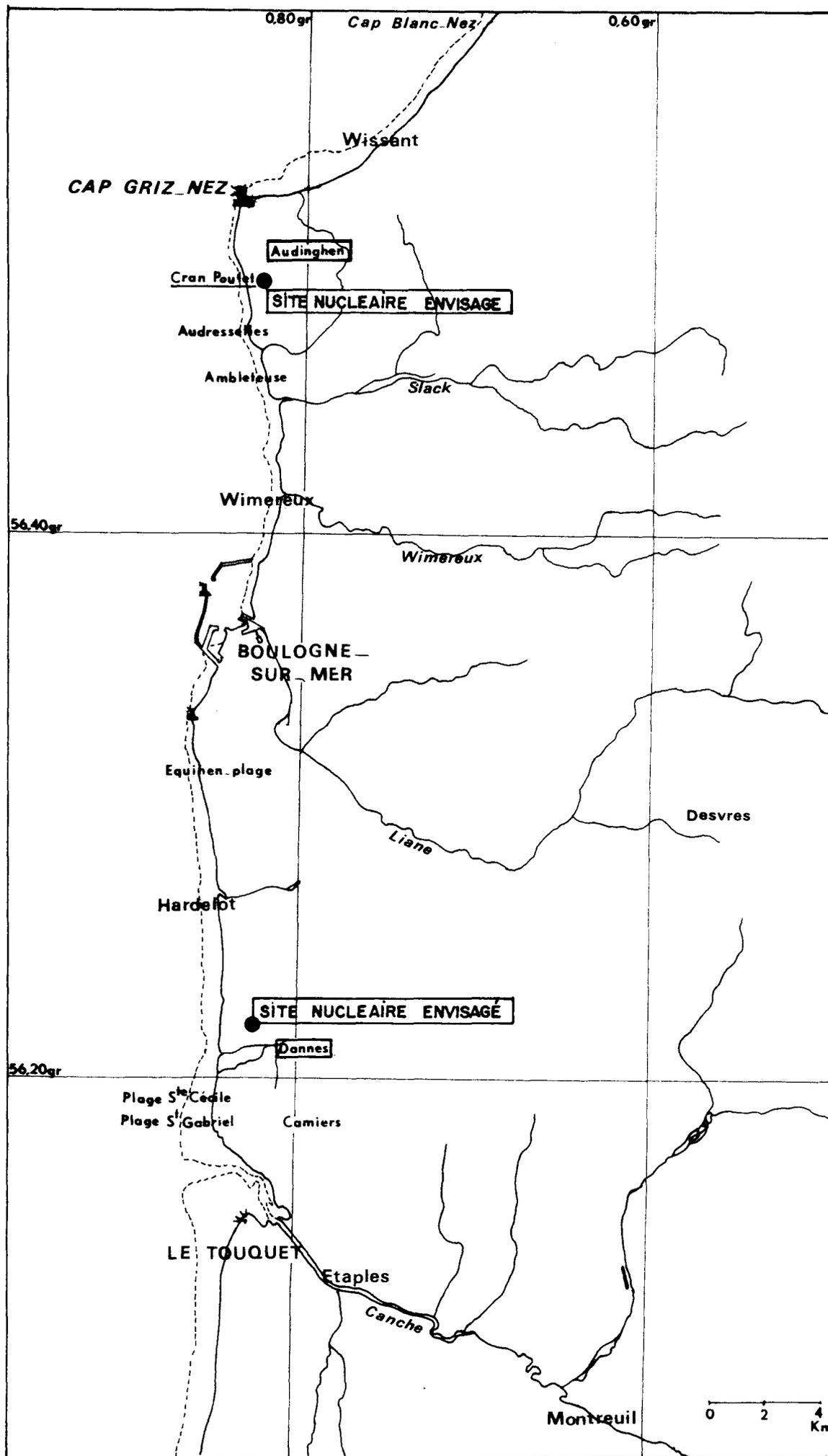
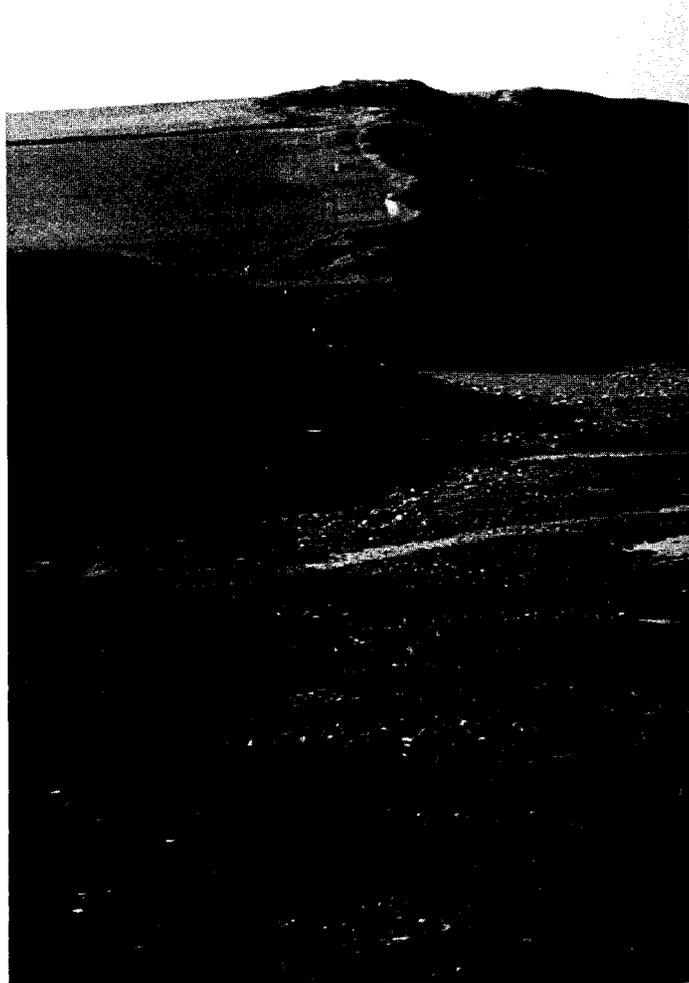


Fig.1 LOCALISATION DES SITES D'AUDINGHEN ET DANNES-CAMIERES



Vue de la mer.



Vue du haut de la falaise vers le Sud.

CHAPITRE I

.....

DONNÉES HYDROCLIMATIQUES

I) CLIMATOLOGIE

Les stations météorologiques de référence sont celles d'AUDEMBERT, située vers l'intérieur du pays et celle de BOULOGNE-SUR-MER au Sud. Les données suivantes, relatives aux températures, à la pluviosité et aux vents, ont été relevées dans les Bulletins Climatologiques du département du PAS-DE-CALAIS (numéros de septembre 1974 à août 1975) ; ce sont celles de la station de BOULOGNE.

Le climat d'AUDINGHEN est un climat océanique tempéré. Pendant les 15 dernières années on y a relevé des températures extrêmes de l'air de $-13,6^{\circ}\text{C}$ et $34,2^{\circ}\text{C}$, il est probable que ce maximum y a été dépassé ces temps derniers, mais nous n'avons pas eu connaissance des dernières données.

Dans le même temps les précipitations moyennes mensuelles ont varié de 3 mm à 167 mm.

Nous avons retracé dans les figures 2 et 3 les variations mensuelles moyennes établies à partir de relevés des 15 dernières années, pour la température et la pluviosité.

Les vents ont atteint des pointes de 216 km/h ; les vents dominants semblent être des vents d'Ouest-Sud-Ouest.

II) HYDROGRAPHIE

1) Marées

Le port de référence est celui de BOULOGNE-SUR-MER. Les hauteurs d'eau y sont les suivantes (Annuaire des Marées) :

	Pleine mer	Basse mer
Marée de vive-eau.....	8,9 m	0,9 m
Marée de morte-eau.....	7,3 m	2,6 m

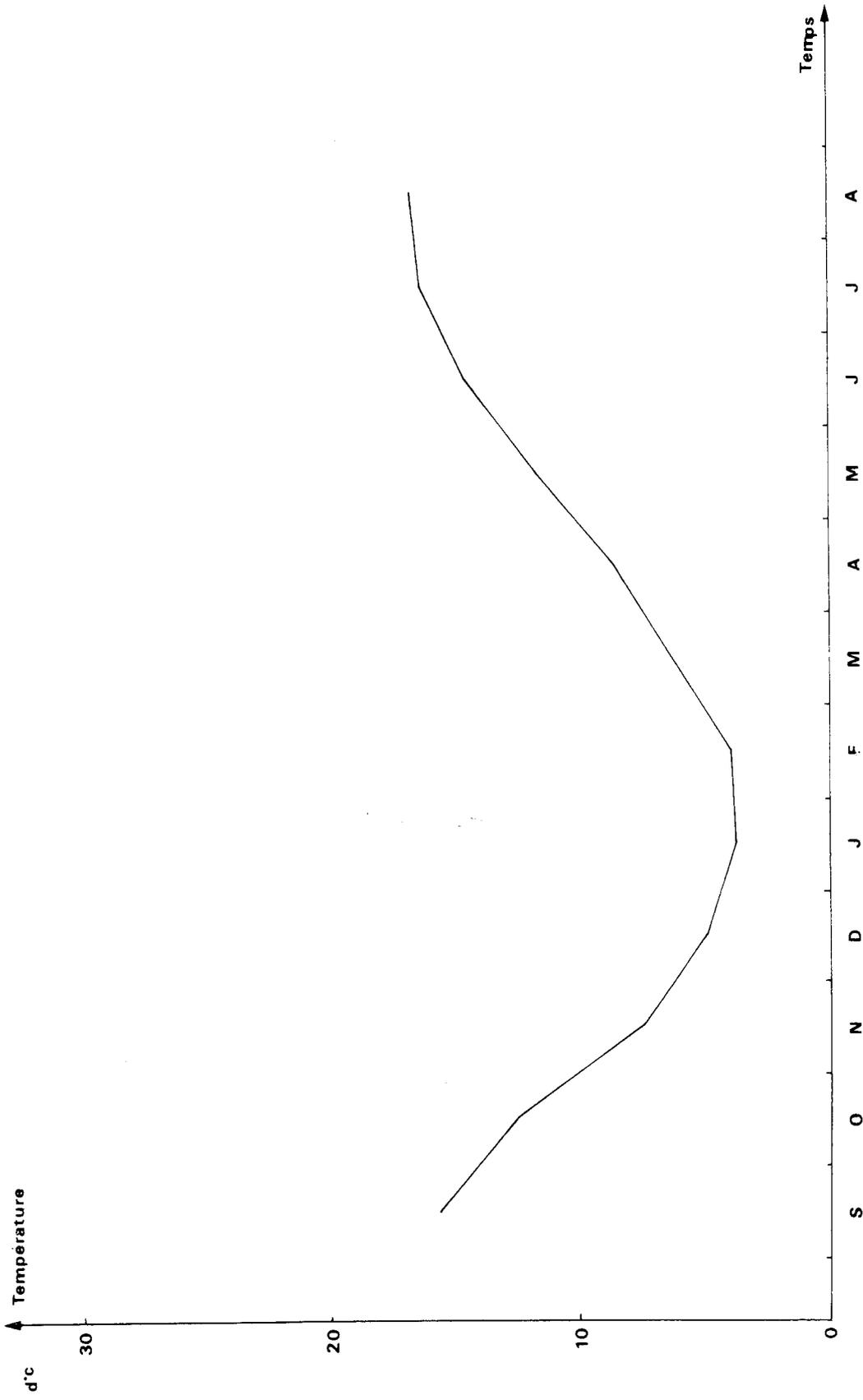


Fig. 2 VARIATIONS DE LA TEMPERATURE DE L'AIR A BOULOGNE-SUR-MER

Moyenne mensuelle des 15 dernières années (avant 1974 et 1975)

[Bulletin climatologique du Pas de Calais]

FIG.3 VARIATIONS DE LA PLUVIOSITE A BOULOGNE - SUR - MER

Moyenne mensuelle des 15 dernières années (avant 1974 et 1975)

[Bulletin climatologique du Pas - de - Calais]

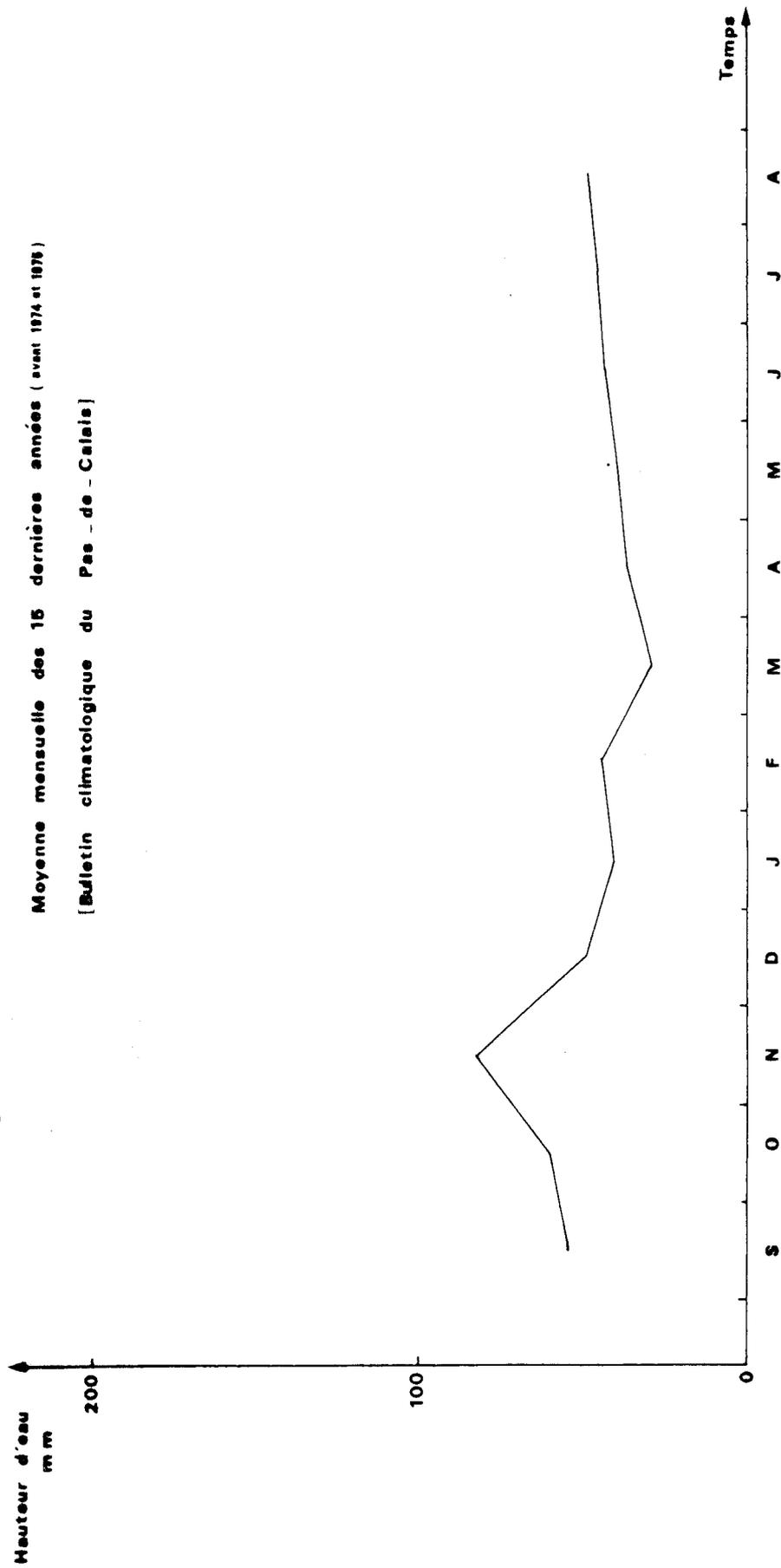
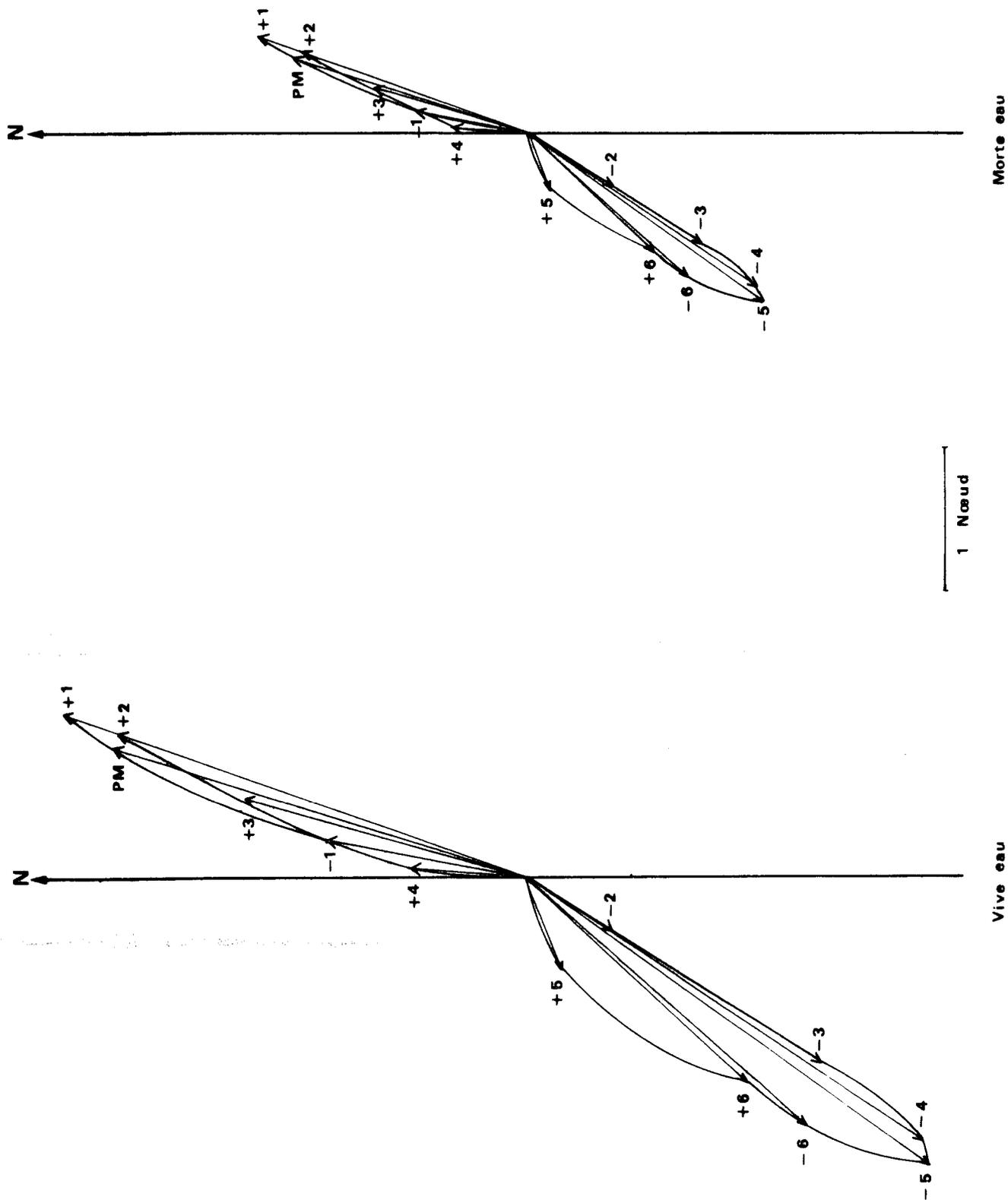


Fig 4 ROSE DES COURANTS

Point 67 du Service hydrographique de la Marine



Le courant général dans le PAS-DE-CALAIS porte au Nord-Est, il atteint environ 2,7 milles par jour. Mais les vents créent un courant portant qui, combiné avec les courants de marée, fait varier la direction du courant général.

Les ports de référence sont ceux de BOULOGNE-SUR-MER et de DOUVRES (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine). Les courants de marées côtiers sont à peu près alternatifs, mais au Nord-Ouest du GRIS-NEZ (point 67) ils portent faiblement au large à la fin du flot et à la fin du jusant. Assez loin de la côte, le flot porte au Nord, le jusant au Sud. On n'observe pas de diminution des courants au voisinage du GRIS-NEZ : ils y sont au contraire plus importants qu'au large (on a signalé jusqu'à 4,5 noeuds). Au point 67 (2,5 milles au Nord-Ouest du GRIS-NEZ), les étales ont lieu vers la pleine mer 01 h 40 et + 04 h 30 BOULOGNE ; le flot est aussi long que le jusant ; la montée des eaux est courte que la baissée. Au Sud, aux abords de BOULOGNE, à 2 milles de la côte, les renverses ont lieu vers - 02 h 00 et + 04 h 00 ; elles sont plus précoces près de la côte.

La rose des courants a été tracée à partir des données relevées au point 67 du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (φ : 50° 54' N ; G : 1° 32' E) (fig. 4).

2) Apports d'eau douce

En plus des eaux de ruissellement et des nappes phréatiques, il faut tenir compte des apports de la SLACK, du WIMEREUX et de la LIANE, qui se jettent en amont par rapport au courant de la zone étudiée.

CHAPITRE II

.....

LE DOMAINE PELAGIQUE

1) PARAMETRES PHYSICOCHEMISTIQUES

Nous n'avons pas recensé de travaux concernant le milieu marin à proximité du site d'AUDINGHEN. Etant donné la faible largeur du Déroit du PAS-DE-CALAIS, les lignes de courants se resserrent à cet endroit et l'eau présente des caractéristiques du large assez près des côtes. Nous avons retracé dans la figure 5 les variations de la température et de la salinité en face de BOULOGNE-SUR-MER, établies par BRYLINSKI, d'octobre 1974 à octobre 1975. A la station D, située à la sortie du port, les eaux sont moins salées ; l'influence de la LIANE y est très nette. Le courant portant étant dirigé vers le Nord-Est, il est probable que l'on retrouve au niveau d'AUDINGHEN l'influence de la LIANE, à laquelle viennent s'ajouter celles du WIMEREUX et de la SLACK. Les eaux sont souvent agitées au niveau du GRIS-NEZ ; le taux d'oxygène dissous doit y dépasser fréquemment la saturation.

11) PHYTOPLANCTON

Aucune étude de phytoplancton n'a été entreprise sur ce site ; peu d'ouvrages ont traité au phytoplancton du Boulonnais ; la plupart d'entre eux se limitent à un aspect systématique.

D'après les travaux de LANGLET (1962), LEBLOND (1925) et GLAÇON (1975), nous avons dressé la liste des espèces rencontrées. La classification reprise pour les Diatomées est celle de HENDEY (1964) qui a été adoptée par GLAÇON. On peut distinguer, comme le fait LANGLET, les Diatomées Centriques (*Coscinodiscineae*, *Aulacodiscineae*, *Biddulphineae* et *Rhizosoleniaceae*) et les Diatomées Pennées (*Fragilariineae*, *Achnantheae*, *Naviculineae* et *Surirellineae*) (Annexe 1).

On a retrouvé les espèces suivantes toute l'année (LANGLET) :

- *Paralia sulcata*
- *Coscinodiscus radiatus* (tendance hivernale)
- *Actinopterychus undulatus*
- *Aulacodiscus argus* (tendance hivernale)
- *Biddulphia regia* (tendance automnale)
- *Biddulphia granulata*
- *Asterionella japonica*
- *Rhaphoneis ampiceros*
- *Pleurosigma affine*

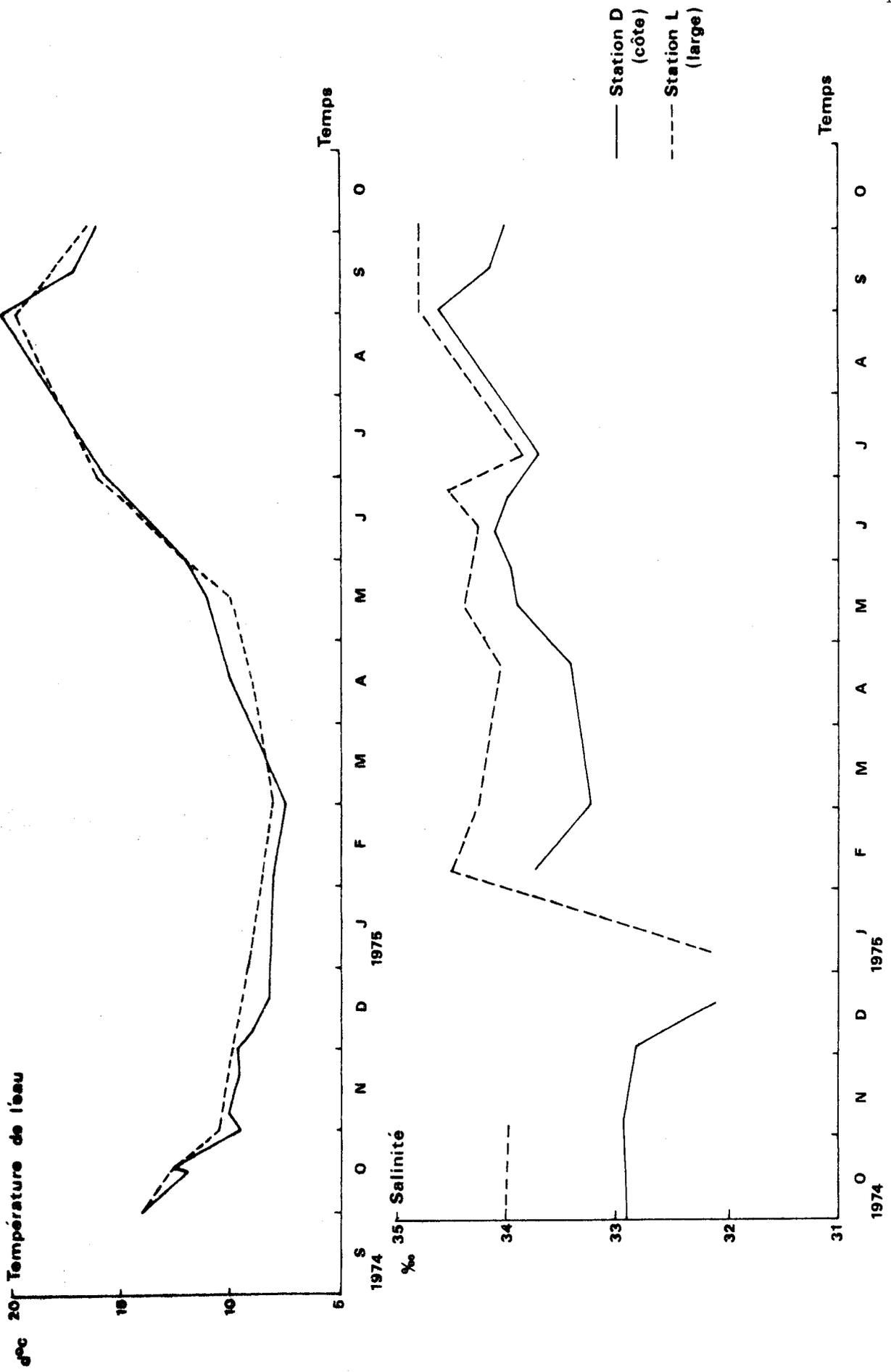


Fig. 5 VARIATIONS DE LA TEMPERATURE ET DE LA SALINITE A BOULOGNE SUR MER [D'après BRYLINSKI]

On note au printemps l'apparition de nombreuses espèces : *Navicula* spp., *Nitzschia sigma*, *Hantzschia* sp., *Thalassiosira* spp.. La période estivale est marquée par l'abondance de *Guinardia flaccida*, *Rhizosolenia stolterfothii*, *Eucampia zodiacus*, *Actinopterychus splendens*, *Cerataulina pelagica*, *Stauroneis membranacea*. En automne la population de Diatomées augmente ; elle est caractérisée par la dominance de *Rhizosolenia shrubsolei*, et la présence de *Biddulphia regia*, *Triceratium favus*, *Biddulphia rhombus*, *Aulacodiscus argus*, *Ditylum brightwellii*. En hiver la population se raréfie, on remarque surtout *Bacillaria paradoxa*, *Coscinodiscus oculus* et *Biddulphia sinensis*.

Les Dinoflagellés semblent être des espèces printanières et estivales (les descriptions de LANGLET sont complétées par des schémas et des photos).

III) ZOOPLANCTON

Les travaux qui ont été réalisés dans la zone la plus proche l'ont été en face de BOULOGNE-SUR-MER. Nous avons dressé la liste des espèces récoltées à partir des études de BRYLINSKI (1975), DUWOZ (1963), HECQ (1971), LANGLET (1962) et LENGLOS (1964). Certaines espèces (entre crochets dans la liste de l'annexe 2) ne font pas vraiment partie du plancton ; leur présence est accidentelle et traduit une grande agitation de l'eau (annexe 2).

1) Description des espèces

LANGLET donne la description des espèces microplanctoniques : Foraminifères et Tintinnides. DUWOZ a étudié les Copépodes, tandis que LENGLOS s'est limité à ce qui n'avait pas été traité par ces 2 auteurs. BRYLINSKI donne quelques indications de détermination. Ces travaux sont accompagnés de schémas et photos qui complètent la description.

Les Coelentérés ont fait l'objet de plusieurs études. GIARD (1888) décrit l'Anthoméduse *Rathkea octopunctata* trouvée à WIMEREUX ; WEILL (1934) a réalisé un ouvrage important ayant trait aux nématocytes des Cnidaires (morphologie, physiologie, développement) et aux Spirocystes ; il envisage dans un deuxième volume la valeur taxonomique du cnidome.

2) Variations globales du zooplancton

Les variations saisonnières globales du zooplancton en 1970-1971 ont été retracées par HECQ (1971-1975) (fig. 6). A la fin de l'été le nombre total d'individus atteint des valeurs très élevées ; puis on observe une diminution, en même temps que celle de la température, le minimum étant atteint à la fin de l'année. On note au début de l'hiver une reprise de la croissance, suite à l'augmentation de température et de luminosité, et aux apports d'eau plus chaude venant de l'Atlantique. Mais les conditions climatiques se dégradent et la population planctonique s'appauvrit. En mars a lieu l'émission des larves de *Polydora ciliata*, puis on enregistre fin avril le maximum printanier, brutal et de courte durée (la quantité de sels nutritifs disponibles est alors beaucoup plus importante qu'en automne).

3) Variations spécifiques du zooplancton

L'holoplancton constitue l'essentiel de la population zooplanctonique (fig. 7). Le méroplancton est principalement abondant au début du printemps et en automne ; sa composition varie au cours de l'année (fig. 8).

Cnidaires :

- Hydrozoaires : les Anthomédues caractérisent un plancton printanier, d'eaux encore froides ; les Leptomédues sont plus fréquemment rencontrées en automne ; elles sont plus abondantes au large (sauf *Eucheilota maculata*).
- Scyphozoaires : ils ont été observés en hiver et au printemps.
- Anthozoaires : cette classe est marquée par la présence de *Synarachnaectis bournei* à la fin de l'hiver et au début du printemps.

Scyphozoaires et Anthozoaires correspondraient à un plancton plus localisé dans le temps dans le Boulonnais.

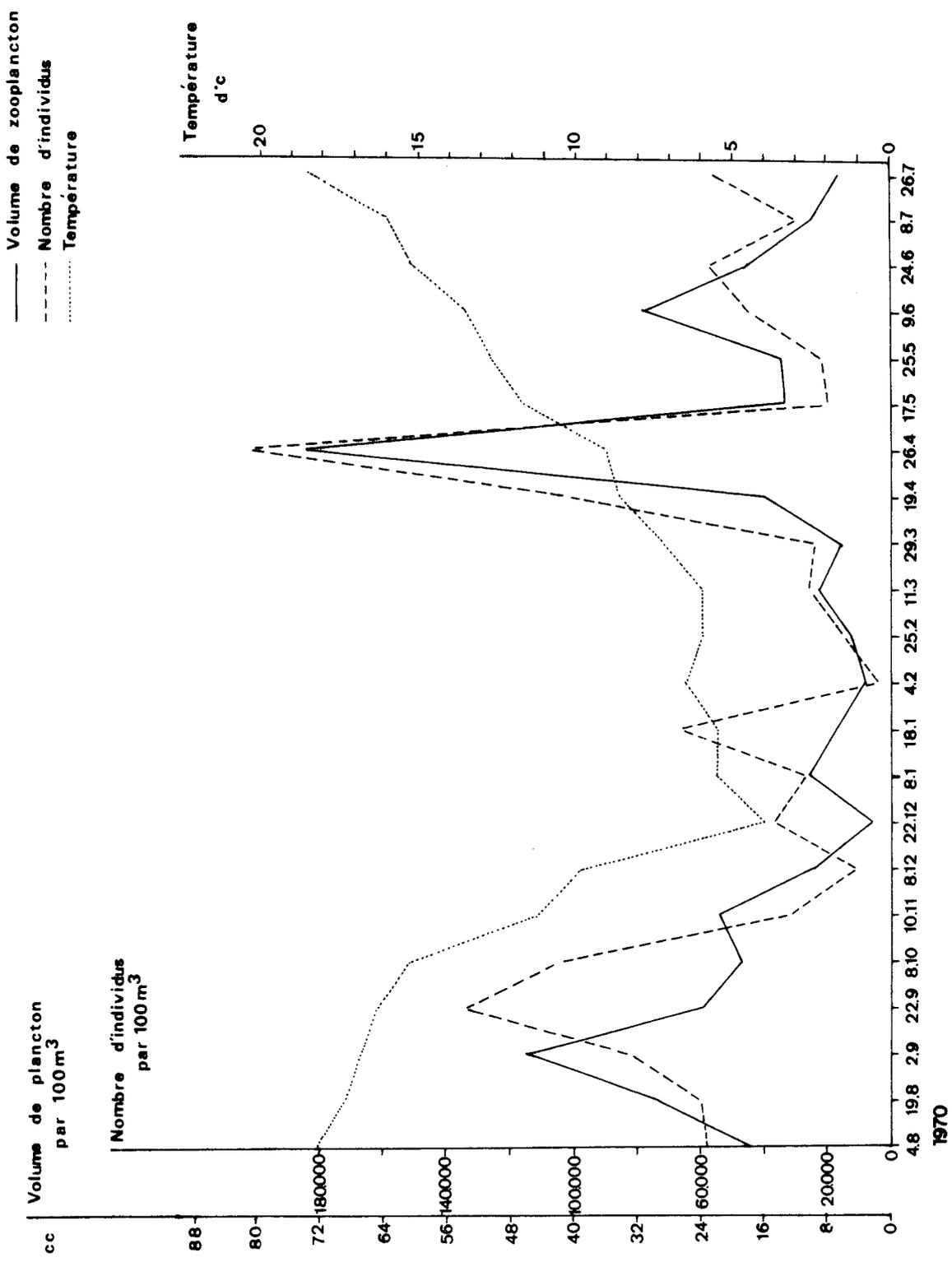


Fig. 6 VARIATION NUMERIQUE ET VOLUMETRIQUE DU PLANCTON

[D'après HECQ]

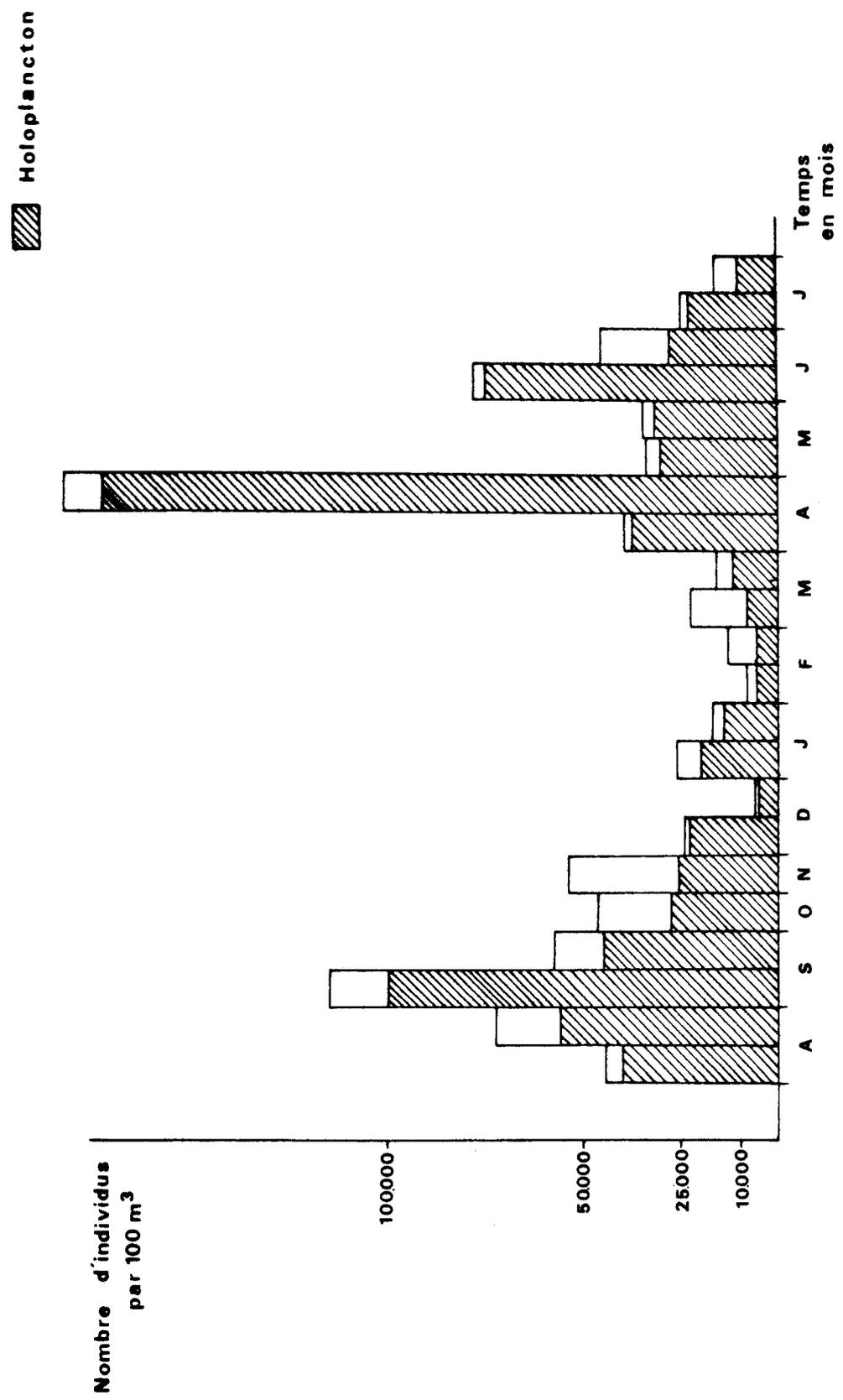


Fig.7 VARIATIONS DE LA DENSITE DU ZOOPLANCTON
[D'après HECO]

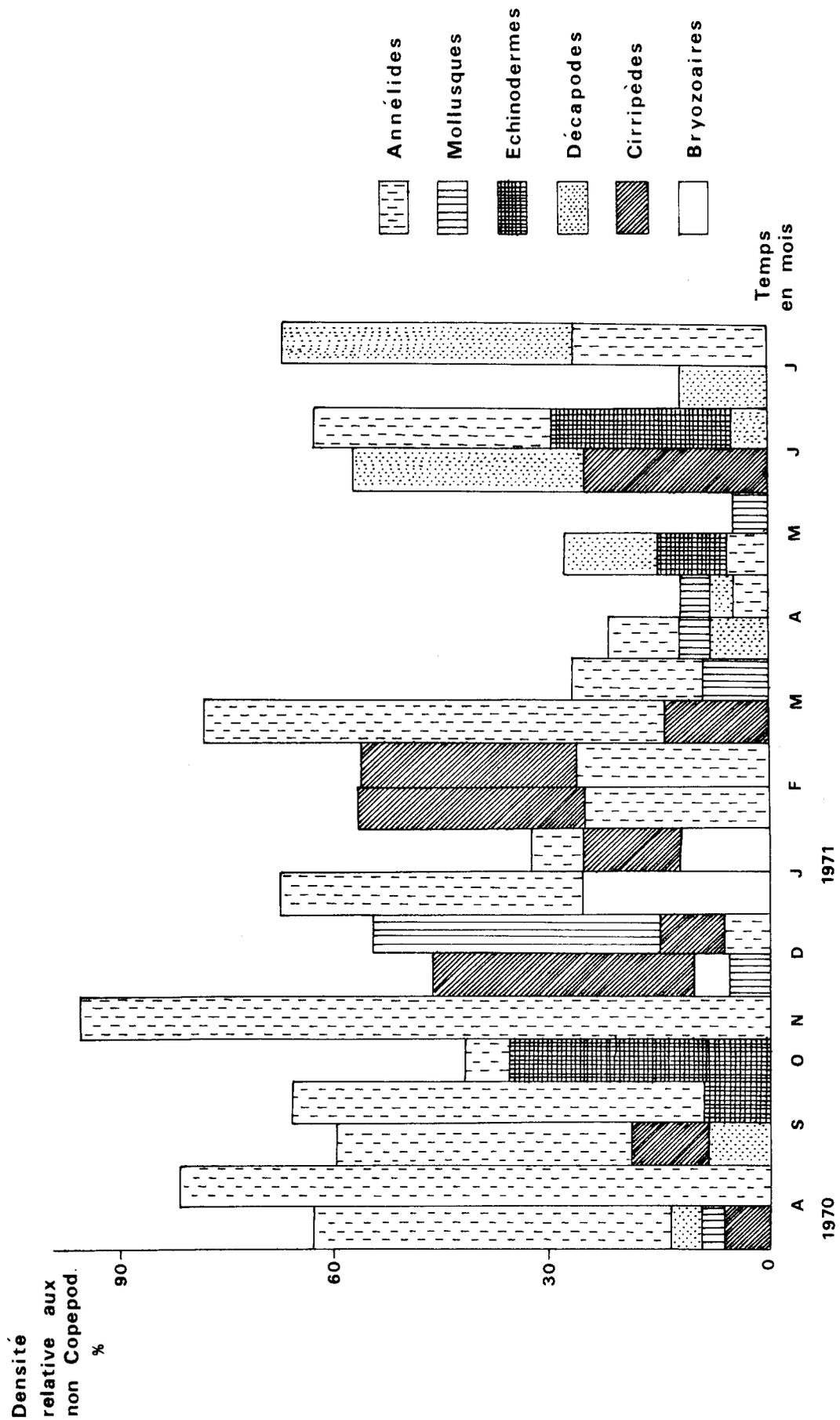


Fig. 8 DENSITES RELATIVES DES DIFFERENTS GROUPES DU MEROPLANKTON

[D'après HECQ.]

— Station D (côte)
 - - - Total
 ····· Sans Cyclopoïde } Station L (large)

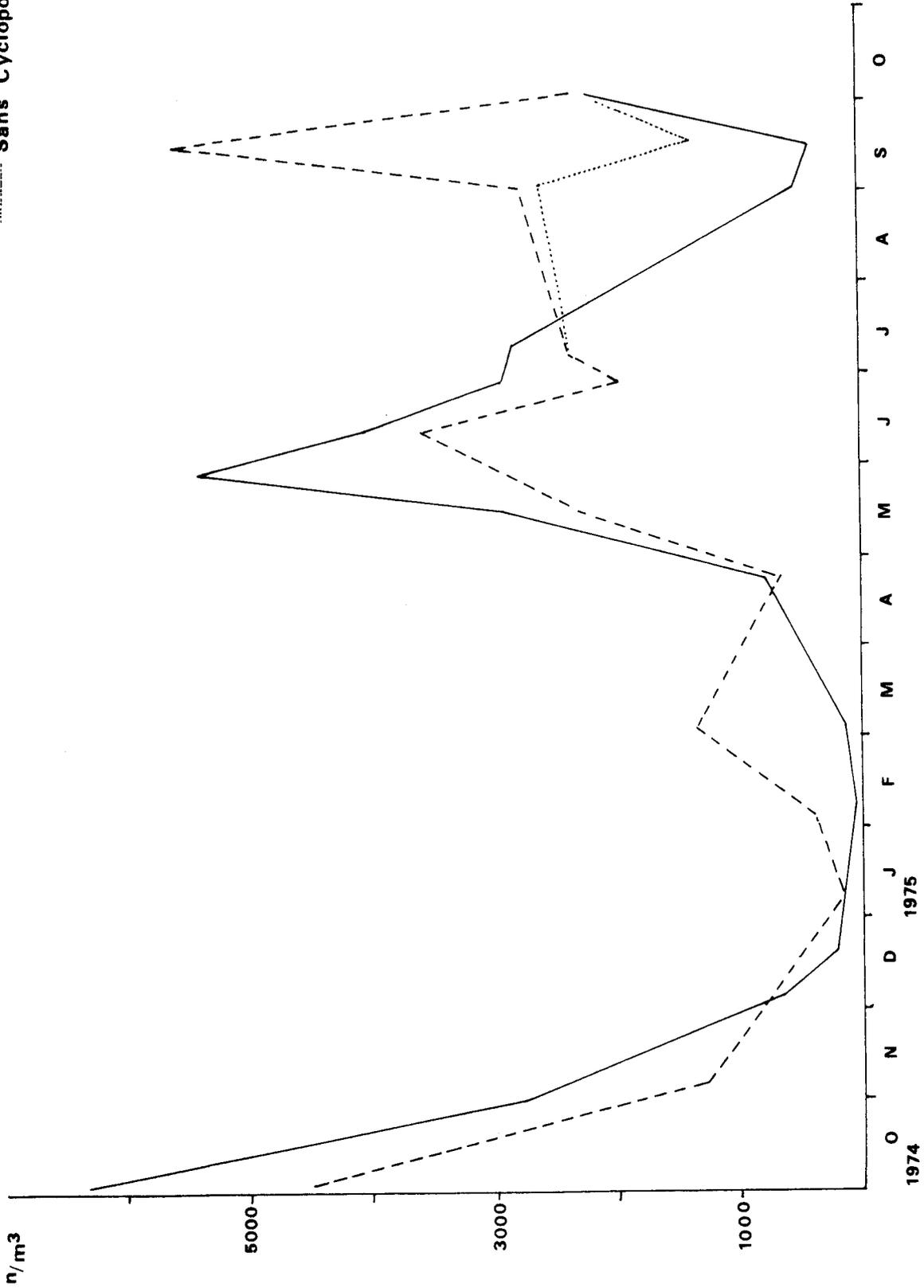


Fig.9 VARIATIONS DE LA POPULATION COPEPODIQUE A DEUX STATIONS

[D'après BRYLINSKI]

Cténaires : on les observe presque toute l'année. L'apparition de *Pleurobrachia pileus*, consommateur secondaire, succède celle des Copépodes, consommateurs primaires.

Annélides : ce sont les formes larvaires les mieux représentées dans le Boulonnais (nombre d'individus et diversité des espèces). Deux familles dominent :

- Spionidae, dans le plancton hivernal. Les larves de *Polydora ciliata* sont nombreuses en automne ; leur émission est importante en mars. Elles font partie des premières larves du plancton, apparaissant avant le phytoplancton ; ceci serait lié à la température ; leur nutrition (bactéries, matières organiques en suspension) explique leur abondance.
- Térébellidae, dans le plancton estivo-automnal. Le seul représentant est *Lanice conchilega* qui, de par son régime alimentaire, succède aux apparitions massives de Copépodes. C'est une espèce relativement constante par suite de la succession des émissions larvaires (surtout abondantes au début de l'automne, époque à laquelle se fixent les larves).

Les autres espèces sont peu représentées.

Bryozoaires : l'émission des larves "Cyphonautes" a lieu toute l'année ; on trouve essentiellement *Electra pilosa*.

Phoronidiens : une espèce a rarement été récoltée : *Phoronis hyppocrepi*.

Mollusques : on rencontre les larves véligères presque toute l'année, en nombre plus important à la côte :

- Lamellibranches, surtout au printemps et en automne. *Mytilus edulis*, qui a le même mode de nutrition que *Polydora ciliata*, apparaît avant les maximums de phytoplancton.
- Gastéropodes : ils sont peu nombreux, plus abondants à la fin de l'été et en automne.

Chaetognathes : la seule espèce est *Sagitta setosa*, dont le nombre est plus important en automne.

Crustacés : ils constituent la majeure partie du zooplancton :

- Cladocères : caractéristiques du plancton océanique, ils effectuent une migration de reproduction vers les côtes à l'approche de l'été. HECQ distingue une classe de printemps (température 7°C à 12°C), comprenant *Podon leukarti* et *Evadne nordmanni*, et une classe d'été (température d'environ 18°C) avec *Podon intermedius*.

Il y aurait compétition interspécifique entre *Podon leukarti* et *Evadne nordmanni*, cette dernière espèce ayant un potentiel reproductif plus élevé.

L'abondance spécifique est très variable selon les années.

Podon polyphemoides n'a été récoltée que par GIARD et BRYLINSKI.

- Copépodes : ils ont été étudiés par DUWOZ et BRYLINSKI :

. Espèces dominantes :

**Acartia clausi* présente un maximum en automne et à la fin du printemps.

**Temora longicornis* montre les mêmes variations.

**Centropages hamatus* est présente toute l'année quoique un peu plus abondante en été et en automne.

**Pseudocalanus elongatus* : sa période d'abondance varie selon les années (janvier en 1963, printemps en 1975). Cette espèce manque en Baie de SEINE et n'a pas été signalée à ARCACHON.

**Paracalanus parvus* a son maximum en septembre ; BRYLINSKI a relevé un maximum accessoire en avril.

**Euterpina acutifrons*, en automne et au début de l'hiver ; elle est surtout abondante à la côte et peut représenter jusqu'à 50 % des Copépodes.

. Espèces secondaires d'origine septentrionale ou occidentale :

**Centropages typicus* : on en trouve quelques exemplaires en automne ; elle remplace *C. hamatus* sur les côtes anglaises de la Manche.

**Calanus finmarchicus* est abondante dans les régions septentrionales de la Mer du Nord.

**Corycaeus anglicus* a été observée en automne ; c'est une espèce automno-hivernale.

. Espèce secondaire d'origine méridionale :

**Isias clavipes* a été rencontrée de juillet à octobre.

**Labidocera wollastoni* et *Anomalocera pattersoni*, en automne quand la température est supérieure à 14°C.

**Acartia discaudata*, au début de l'automne.

**Cyclopoïda* sp. est présente quand la température est maximale ; elle peut atteindre accidentellement 96 % de la population zooplanctonique.

**Cyclopina* sp. a été remarquée en été et en automne.

**Calanus helgolandicus* presque toute l'année.

. Espèces accidentelles :

**Eurytemora hirundoïdes* et *Stephos scotti*, plus nordiques.

**Parapontella brevicornis*.

**Petitidium bopyroïdes*, au large de la côte.

**Platycopia perplexa* ; BRYLINSKI en a observé un individu en décembre 1974.

Oithona sp., un individu remarqué en juin 1975.

Pseudanthessius sauvagei

Monstrilla grandis

- Cirripèdes : les larves ont été essentiellement récoltées à la côte pendant presque toute l'année : *Balanus* sp. au printemps, *Elminius modestus* en été.
- Cumacés : on n'en a trouvé qu'un très petit nombre d'individus.
- Mysidacés : ils sont surtout représentés par *Mesopodopsis slabberi* et *Schistomysis spiritus*, en automne et en hiver.
- Ostracodes : ils ont été observés de mars à septembre.
- Isopodes : les seules larves vraiment planctoniques sont celles d'Epicarides, récoltées au large en été.
- Amphipodes : une seule espèce est planctonique (holoplanctonique) : *Hyperia galba*, observée en octobre.
- Décapodes : les larves de Crustacés benthiques forment une part importante du méroplancton.
Les larves de *Crangon crangon* présentes toute l'année le sont en petit nombre.
On a remarqué des larves Zoé de *Porcellana*.
Macropipus, genre principal des Brachyours est abondant au printemps et en été.
Carcinus maenas, plus rarement observé par BRYLINSKI que par LENGLOS, est plus important en été.

Echinodermes : les larves sont absentes pendant l'hiver, puis les différentes espèces se succèdent dans le temps : *Asterias rubens* au printemps, *Echinocardium cordatum* un peu plus tard et *Ophiotrix fragilis* au début de l'automne. Les Ophioplutei caractérisent un plancton automnal, les Echinoplutei un plancton printano-estival.

Procordés :

- Appendiculaires : une seule espèce a été observée : *Oikopleura dioïca* dont le maximum varie.
- Urochordés : ils sont représentés par les larves d'Ascidies.
- Cephalocordés : on a trouvé exceptionnellement des larves d'*Amphioxus lanceolatus*.

Poissons : ils sont rares, compte-tenu du mode de prélèvement (WP₃ oblique) quelques larves ont été relevées en mai-juin-juillet et novembre.

4) Répartition géographique du zooplancton

La répartition géographique du zooplancton a été abordée par BRYLINSKI.

Le méroplancton est essentiellement constitué de larves émises par des adultes benthiques ; il est donc plus abondant dans la zone néritique ; ces larves ont en général une durée de vie courte. On trouve au large des individus à vie larvaire plus longue (Décapodes) ou dont l'habitat est moins côtier (*Macropipus* sp.). C'est également au large que l'on observe les Anthoméduses et les Leptoméduses dont la phase polype se trouve dans l'étage infra-littoral.

L'holoplancton est composé d'espèces côtières ou du "large". Parmi les espèces côtières on remarque les Copépodes *Euterpina acutifrons*, *Temora longicornis* et *Centropages hamatus*. *Oikopleura dioïca*, en général côtière, a été trouvée à la station du large ; un effet inhibiteur se manifesterait près des côtes. Il en serait probablement de même pour *Pleurobrachia pileus*, espèce normalement côtière et euryhaline, plus abondante au large.

On peut citer parmi les espèces holoplanctoniques du large : *Centropages typicus*, *Pseudocalanus elongatus* et *Paracalanus parvus*.

5) Influence des facteurs du milieu

L'influence des facteurs du milieu sur la population zooplanctonique a été traitée par BRYLINSKI et LENGLOS.

Température : certains Copépodes n'apparaissent que lorsque les eaux sont assez chaudes : *Isias clavipes*, *Labidocera wollastoni*, *Anomalocera patersoni*, *Euterpina acutifrons*.

Les Cladocères caractérisent le plancton estival ; la migration de *Podon intermedius*, du large vers la côte, se fait quand la température atteint 18,5°C (HECQ).

Salinité : *Acartia clausi*, euryhaline et eurytherme, colonise les estuaires ; *Acartia discaudata*, inféodée aux débouchés d'estuaires est plus résistante à la dilution qu'*Acartia clausi*.

Podon polyphemoides, *Podon intermedius*, *Evadne nordmanni* sont des espèces holoeuryhalines (2 à 35 %) qui remontent assez loin dans les estuaires. Il en est de même de *Mesopodopsis slabberi*.

Oikopleura dioica est eurytherme et euryhaline.

Eclaircissement : il conditionne les variations journalières verticales du zooplancton. Certains zooplanctontes séjournent la nuit dans les eaux de surface ; ce sont des individus qui vivent le jour dans les couches d'eau plus profondes, ou, quand la hauteur d'eau est faible, dans le sable ou la vase. C'est le cas des Cumacés qui, à l'exception de *Pseudocuma longicornis*, sont récoltés la nuit, et de *Praonius flexuosus*. Mysidacés, Amphipodes et Isopodes sont plus fréquemment capturés la nuit.

Courants marins et éloignement de la côte : les courants marins amènent des espèces telles que *Sarsia prolifera*, *Aequora forskalea* et *Lizzia blondina* ; mais

en général les courants importants passent au delà de la zone d'étude. Ils peuvent être à l'origine de la présence d'espèces exceptionnelles.

Agitation de l'eau : lorsque la mer est agitée, il arrive que l'on récolte des espèces qui vivent normalement sur le fond : *Eurydice pulchra*, *Gamarellus homaris*, *Phoxichilidium*, *Ammonothea echinata*.

A l'influence des facteurs du milieu sur la composition des populations, il faut ajouter celle de la compétition interspécifique ; c'est le cas notamment pour les 3 espèces de Copépodes : *Acartia clausi*, *Temora longicornis* et *Centropages hamatus* dont le régime alimentaire est voisin et dont les périodes d'abondance alternent.

CHAPITRE III

.....

LE DOMAINE BENTHIQUE

Le benthos de la région comprise entre AUDRESSELLES et le Cap GRIS-NEZ n'a pas fait jusqu'à ce jour l'objet d'étude systématique. Seul l'estran est un peu connu, ayant été exploré par M. GLAÇON de l'Institut de Biologie Maritime de WIMEREUX. La zone subtidale n'a jamais été prospectée, les dragages étant interdits dans la majeure partie de cette zone.

I) METHODOLOGIE

1) Sur le terrain

a) Zone intertidale

Les prélèvements ont été effectués les 14 et 15 avril et le 15 mai 1976.

Au total, quatre radiales ont été prospectées, respectivement, au Nord d'AUDRESSELLES, au lieu-dit le CRAN POULET, emplacement présumé du rejet de la future centrale, à la Pointe du RIDEN et au Cap GRIS-NEZ (fig. 10).

L'estran étant constitué, dans sa majeure partie, de rochers, nous nous sommes limités à l'étude de ces faciès rocheux.

Les prélèvements ont été réalisés en un nombre de points variable suivant les radiales, l'espacement entre les points étant approximativement constant.

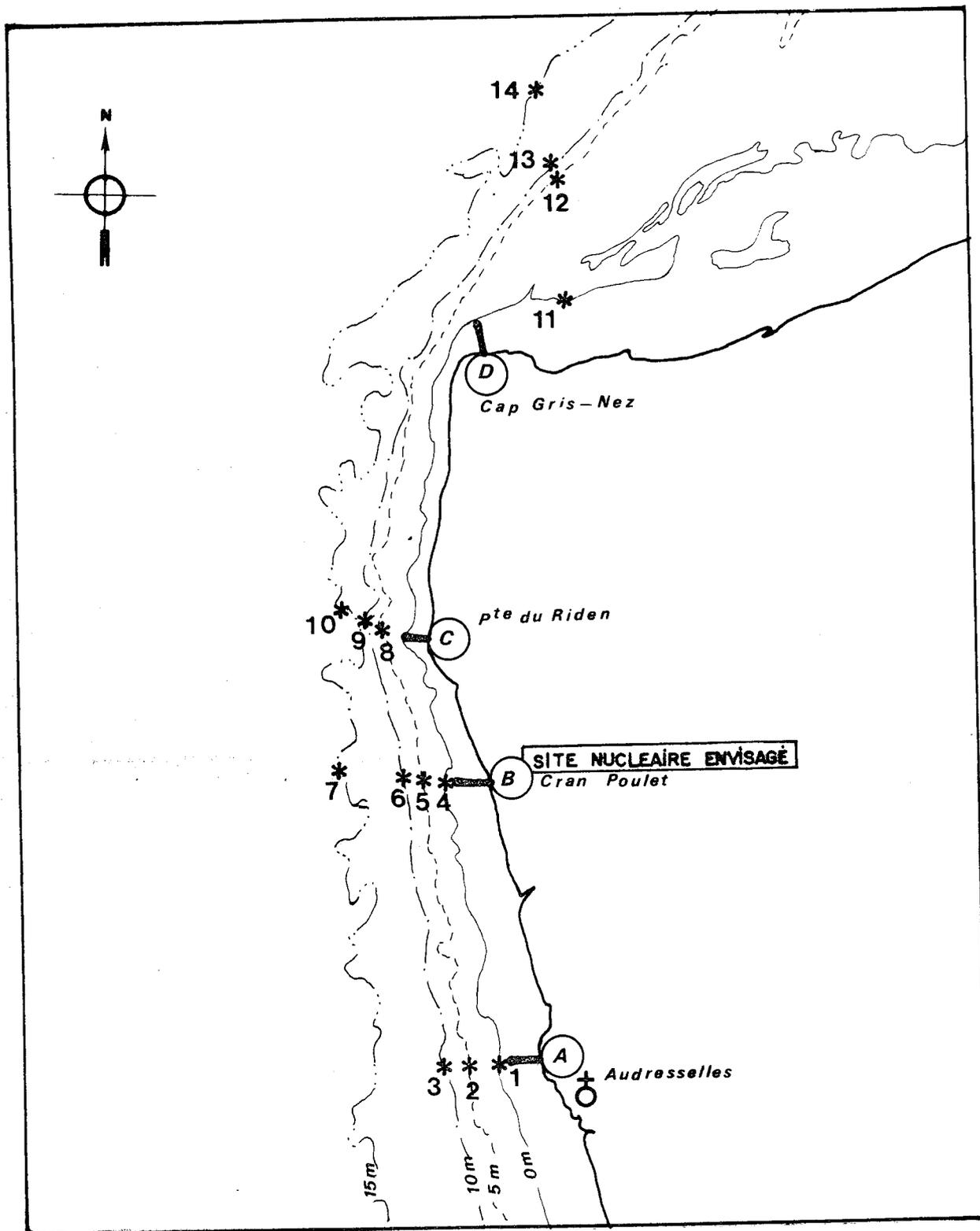
A chaque prélèvement, la couverture algale du rocher est grattée jusqu'à la roche sur une surface de $1/4 \text{ m}^2$, surface préconisée par de nombreux auteurs (HOLME, 1949 ; REES, 1939 in DAVANT et SALVAT, 1961). La faune est fixé au formol neutralisé en solution à 8 % dans l'eau de mer.

Il est à noter que l'échantillon de $1/4 \text{ m}^2$ n'a pas toujours constitué un tout, qu'il a souvent été séparé en plusieurs sous-échantillons, ceci afin de mieux rendre compte de la diversité des peuplements, tant végétaux qu'animaux.

Fig 10 : Localisation des points de prélèvements

* : Zone subtidale

— : Radiale intertidale





L'estran vu vers le Nord.



Vue générale du site vers le Nord.

b) Zone subtidale

Les campagnes à la mer ont eu lieu les 6 et 7 mai 1976, à bord du "Sepia" bateau de l'Institut de Biologie Maritime. Les prélèvements ont été effectués suivant 4 radiales prolongeant les radiales de l'estran (fig. 10). Le positionnement du bateau s'est fait par visée, au compas de relèvement, d'amers à la côte.

Deux méthodes de prélèvements ont été utilisées : la drague Rallier du BATY quand la nature du substrat le permettait et, quand le fond était constitué de roches et dans la zone de mouillage interdit, la méthode de prélèvement en plongée.

Nous avons prospecté les niveaux 0 m, 5 m, 10 m et 15 m des cartes hydrographiques françaises (les prélèvements de la radiale A - 15 m - et de la radiale C - 0 m - n'ont pu être effectués faute de temps).

Lorsque l'échantillon est remonté sur le pont du bateau, il est lavé sous un jet d'eau de mer sur des tamis de 1 cm et 1 mm de maille. Les refus de tamis sont fixés au formol à 8 %.

2) Au laboratoire

Les prélèvements sont triés au laboratoire. Pour cela, les algues et les cailloux sont lavés dans des cuvettes pleines d'eau de mer, pour en séparer la faune vagile. L'eau de lavage est ensuite filtrée sur une toile de 1/2 mm de vide de maille, ceci afin d'être sûr de capturer les animaux d'une taille de 1 mm (CABIOCH, 1968 ; GLEMAREC, 1964 et SALVAT, 1962). Les prélèvements constitués de sables ou de graviers sont triés par la méthode de flottaison : le sédiment est réparti par fraction dans une cuvette pleine d'eau de mer. Après agitation, l'eau est versée, en entraînant la faune, sur une toile de 1/2 mm de vide de maille. Après ce tri, les espèces animales et végétales sont déterminées. La faune est dénombrée par espèce et, après décalcification à l'acide chlorhydrique normal, séchée à l'étuve à 110°C pendant 18 à 24 heures, pesée par taxon, en vue de l'étude quantitative.

L'étude quantitative n'a pu être effectuée en ce qui concerne la zone subtidale. En effet, la méthode de prélèvement en plongée utilisée était essentiellement qualitative. D'autre part, les quelques dragages qui ont pu être effectués,

n'ont fourni que des quantités variables et le plus souvent réduites de galets ou de morceaux de roche. Ceci empêche de ramener les valeurs de biomasse trouvées à un volume standard et par conséquent à une surface connue. L'étude quantitative n'a été possible qu'en deux points (11 et 12) où le sédiment est sableux et où nous avons pu travailler sur un volume exact de 30 litres.

II) ETUDE QUALITATIVE - DESCRIPTION DES COMMUNAUTES

Pour chaque peuplement nous avons effectué un classement des espèces grâce à la méthode des indices biologiques* (SANDERS, 1960 ; GUILLE, 1970). Cet indice permet de classer les espèces en trois catégories : espèces préférantes (classées dans les 10 premières) accompagnatrices (classées après les 10 premières) et accessoires (non classées).

Le calcul de la fréquence F des espèces à l'intérieur d'un peuplement, permet de classer ces espèces en espèces constantes ($F \geq 50$), communes ($25 \leq F < 50$), rares ($F < 25$).

D'autre part, les espèces présentes dans un seul peuplement sont appelées caractéristiques de ce peuplement.

En ce qui concerne l'épifaune sessile dont les individus ne sont pas dénombrables, seule la fréquence a été calculée. Leur classement figurera à part.

Enfin, pour chaque peuplement, nous avons calculé l'indice de diversité de SHANNON et WEAVER de formule :

$$H = - \sum P_i \log_2 P_i$$

$$\text{avec } P_i = \frac{n_i}{N}$$

où n_i est le nombre d'individus de l'espèce i , et N est le nombre total d'individus.

* L'indice biologique d'une espèce dans un peuplement est l'addition des rangs occupés par cette espèce dans tous les prélèvements effectués dans ce peuplement.

1) Résultats

Les résultats de l'analyse des prélèvements figurent dans les tableaux 1 et 2 (annexe 3). Les nombres d'individus indiqués se rapportent, pour la zone intertidale, à une surface de $1/4 \text{ m}^2$ et, pour la zone subtidale, à l'ensemble du prélèvement.

La présence d'espèces sessiles non dénombrables est indiquée par une croix (X). On pourra voir que les déterminations n'ont pas toujours été effectuées au niveau spécifique. En effet, la diagnose était parfois rendue délicate par le fait qu'il s'agissait d'individus jeunes (*Modiolus sp.*, *Gammarellus sp.*), voire de larves (Diptères) ou appartenant à des groupes d'étude complexe (Némertes). Pour le reste, la nomenclature est celle utilisée par GLAÇON (1975).

Dans ces tableaux, aucune espèce de Cirripède n'apparaît. Cependant, il faut noter qu'en certaines zones battues de l'estran, la roche est recouverte de *Balanus balanoides* Linné, atteignant parfois une concentration de 100.000 individus/ m^2 .

D'autre part, la région d'AUDRESSELLES est caractérisée par la présence de moulières très importantes et très exploitées.

2) Interprétation

a) Délimitation des peuplements

En substrat dur, la zone intertidale peut être divisée en 3 étages (GODIN, 1974) :

- étage supralittoral à *Verrucaria maura*
- étage médiolittoral :
 - . supérieur à *Fucus spiralis* et *Pelvetia canaliculata*
 - . moyen à *Fucus vesiculosus* et *Ascophyllum nodosum*
 - . inférieur à *Fucus serratus*
- étage infralittoral à *Laminaria digitata* et *Laminaria saccharina*

Nous avons suivi cette division et avons donc distingué 5 peuplements, correspondant à ces 5 ceintures de végétation.



Pied de la falaise à la Pointe du Riden.



Estran de la Pointe du Riden :
blocs rocheux de grande taille couverts d'algues.

La subdivision de la zone subtidale prospectée a surtout été effectuée en fonction de la nature du substrat. Trois formations apparaissent. La première représentée aux prélèvements 1, 2, 4, 5, 8 et 9 est constituée de dalles rocheuses sur lesquelles croissent *Laminaria digitata* et *Laminaria saccharina*. La deuxième (points 3, 6, 7, 10, 13 et 14) est caractérisée par des fonds de galets et de cailloux. Le substrat de la troisième est constitué de sable fin légèrement graveleux et il est présent aux points 11 et 12.

b) Description des peuplements

Zone intertidale : l'étage supralittoral, marqué par la présence du lichen *Verrucacia maura* est caractérisé par deux espèces animales : l'Isopode *Lygia oceanica* dans les fissures et l'Insecte Aptérygote *Petrobius maritimus*.

La couverture végétale de l'étage médiolittoral supérieur est constitué surtout par *Fucus spiralis*, *Enteromorpha* sp. et *Porphyra umbilicalis*.

Du point de vue faunistique, ce peuplement est caractérisé (tableau 3, annexe 4) par le Gastéropode *Littorina saxatilis* comme sur toutes les côtes de la Manche (DAGUZAN, 1975 ; UNDERWOOD, 1972). Pour le reste, la composition faunistique de ce peuplement est typique de cet étage (LEWIS, 1964 ; STEPHENSON et STEPHENSON, 1972). L'étage médiolittoral moyen est le moins bien défini. Il représente, plutôt qu'un étage bien individualisé, une zone de transition avec l'étage médiolittoral inférieur (tableau 4, annexe 4). Le peuplement suivant est surtout caractérisé par sa couverture végétale constituée de *Fucus serratus*. Nous y trouvons, comme espèce animale caractéristique : *Lacuna pallidula* qui relaie *Littorina obtusata* dans les bas niveaux de l'estran (LEWIS). On peut d'ailleurs constater que cette dernière espèce n'est plus classée que comme espèce accompagnatrice dans ce peuplement (tableau 5, annexe 4). Nous voyons d'autre part apparaître des espèces de bas niveaux : *Corophium insidiosum* et *Polydora ciliata* par exemple. On note une importance grandissante de l'épifaune sessile, surtout des Spongiaires et des Tuniciers.



Estran du CRAN AUX OEUFS vu
de la falaise vers le Nord.



Cuvette et blocs rocheux dans
la zone des Laminaires.

Le quatrième peuplement appartient déjà à l'étage infralittoral. Sa particularité majeure est le grand développement des Laminaires *Laminaria digitata* et *Laminaria saccharina*. L'espèce animale caractéristique est *Amphipholis squamata* (tableau 6), annexe 4), petite Ophiure qui trouve abri dans les crampons des Laminaires. Cependant ce qui caractérise ce peuplement sur le terrain, c'est l'abondance de certaines espèces, comme : *Mytilus edulis*, *Polydora ciliata*, *Jassa falcata* ou *Corophium insidiosum*.

Nous rencontrons à ce niveau des espèces d'eau plus profonde telles *Pisidia longicornis* et *Corophium sextoni*. Il faut signaler que les prélèvements ont été effectués lors de grandes marées et que leur niveau marégraphique est compris entre 0,5 m et 1 m.

Zone subtidale : le premier peuplement étudié est situé en deçà de l'isobathe - 10 m, et au Sud du Cap GRIS-NEZ. Le substrat est absolument identique à celui du quatrième peuplement intertidal, formé de gros blocs gréseux.

On peut noter une grande similitude entre les compositions faunistiques de ces deux peuplements voisins (tableaux 6 et 7 ; annexe 4). En fait, il est presque certain que des méthodes de prélèvements absolument comparables auraient montré des compositions faunistiques identiques. Ces deux peuplements, séparés arbitrairement au niveau de la limite des basses mers, ne doivent donc en former qu'un seul, dont la limite supérieure correspondrait à la limite supérieure des Laminaires et dont la limite inférieure coïnciderait avec la limite de l'extension des blocs rocheux, ici l'isobathe - 10 m.

Dans la composition faunistique de ce peuplement, nous voyons la présence de quelques espèces de faciès sableux (*Bathyporeia elegans*, *Pontocrates arenarius*). Ceci est dû à la présence de petites zones de sable fin à l'abri des rochers.

Le peuplement qui s'étend au delà de l'isobathe - 10 m se développe sur un substrat de cailloutis. On le rencontre dans une zone de fort courant. Les espèces caractéristiques en sont : *Ophiothrix fragilis* et un Sagartiidae. Nous observons

Fig 11 : Répartition des peuplements subtidaux

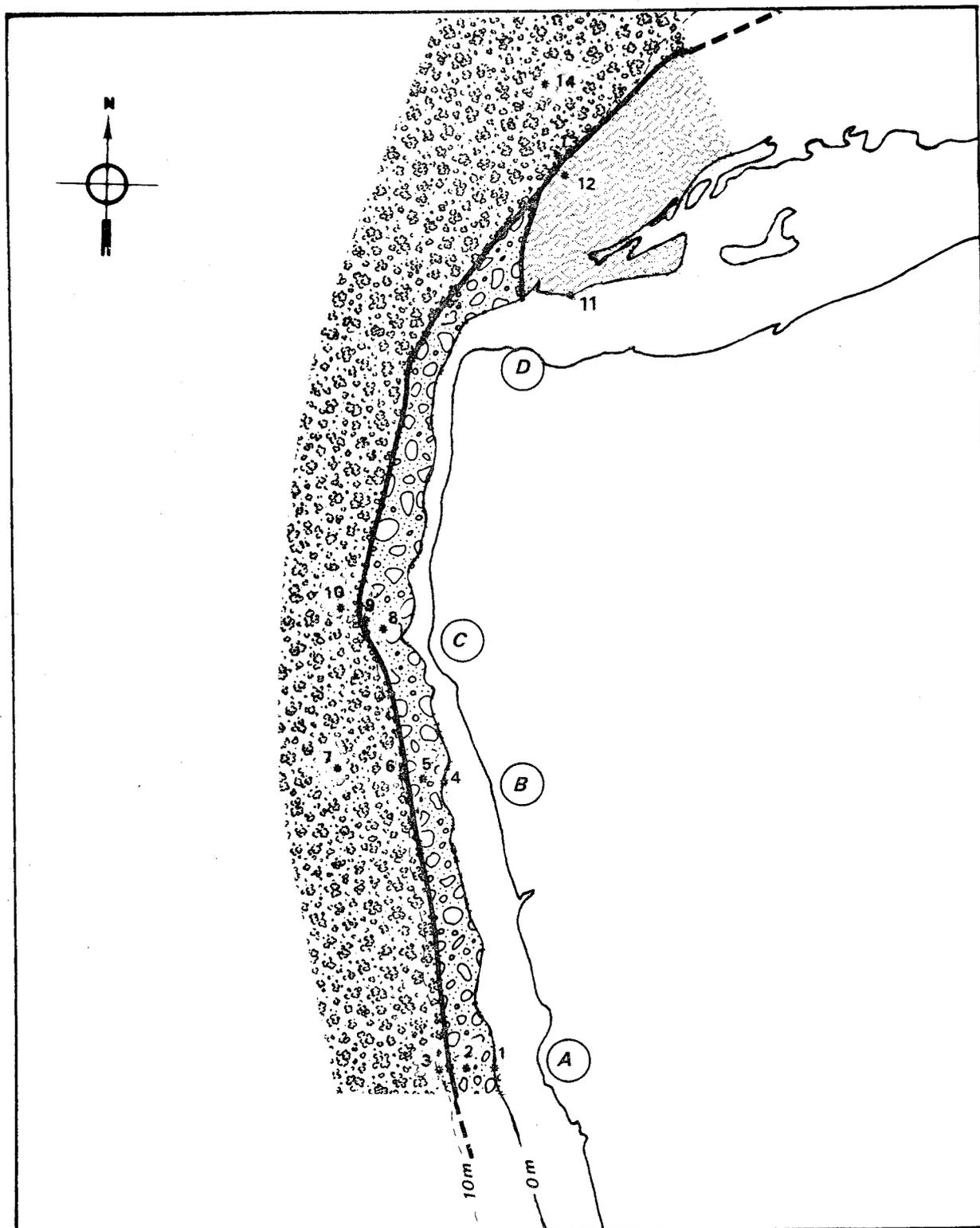
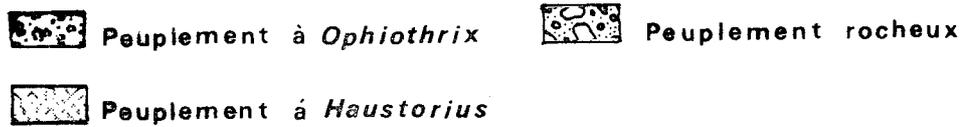
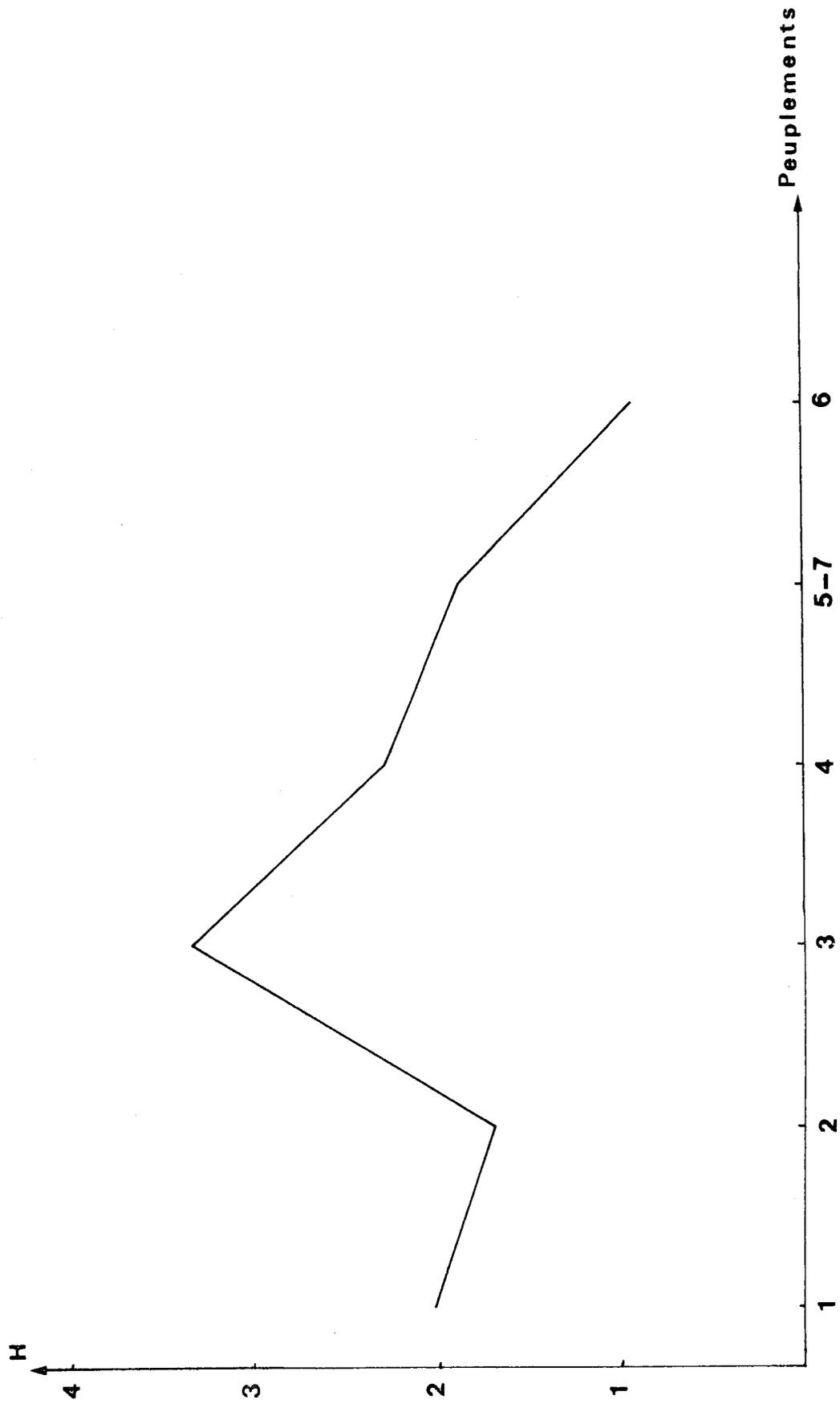


Fig 12: Variations de l'indice de diversité selon les peuplements



d'autre part l'importance de la faune sessile sur les cailloux. Ce peuplement ressemble au "peuplement des cailloutis et graviers à épibiose sessile-faciès à *Ophiothrix fragilis*" de CABIOCH et GLAÇON (1975) (tableau 8 ; annexe 4).

Il se poursuit bien au delà de la zone que nous avons prospectée et se retrouve en plusieurs endroits de la Manche.

Le dernier peuplement que nous avons rencontré est celui qui s'est installé sur le sable fin de la zone côtière au Nord du Cap GRIS-NEZ. Cette zone sableuse représente l'extrémité Ouest du grand ensemble sableux de la Baie de WISSANT. Elle est caractérisée par des espèces typiques du sable : *Haustorius arenarius*, *Urothoe brevicornis* et *Nephtys cirrosa*

La figure 11 résume ces données et montre la répartition des trois peuplements subtidaux.

c) Diversité

La figure 12 indique les variations de l'indice de diversité suivant les peuplements. Nous y voyons la confirmation de la similitude des peuplements 4 (intertidal) et 5 (subtidal). D'autre part, nous voyons que l'indice moyen décroît régulièrement depuis le peuplement 3 (*Fucus serratus*) jusqu'au peuplement 6 (cailloux à *Ophiothrix*). Cette zone, soumise à un fort courant dans l'étrangement que constitue le PAS-DE-CALAIS, est en effet peuplée par un relativement petit nombre d'espèces représentées par un grand nombre d'individus.

II) ETUDE QUANTITATIVE

1) Biomasse animale

Le tableau 10 indique la biomasse, en gramme de poids sec décalcifié par m² de chaque groupe zoologique dans chaque peuplement de l'estran. Nous constatons la divi-

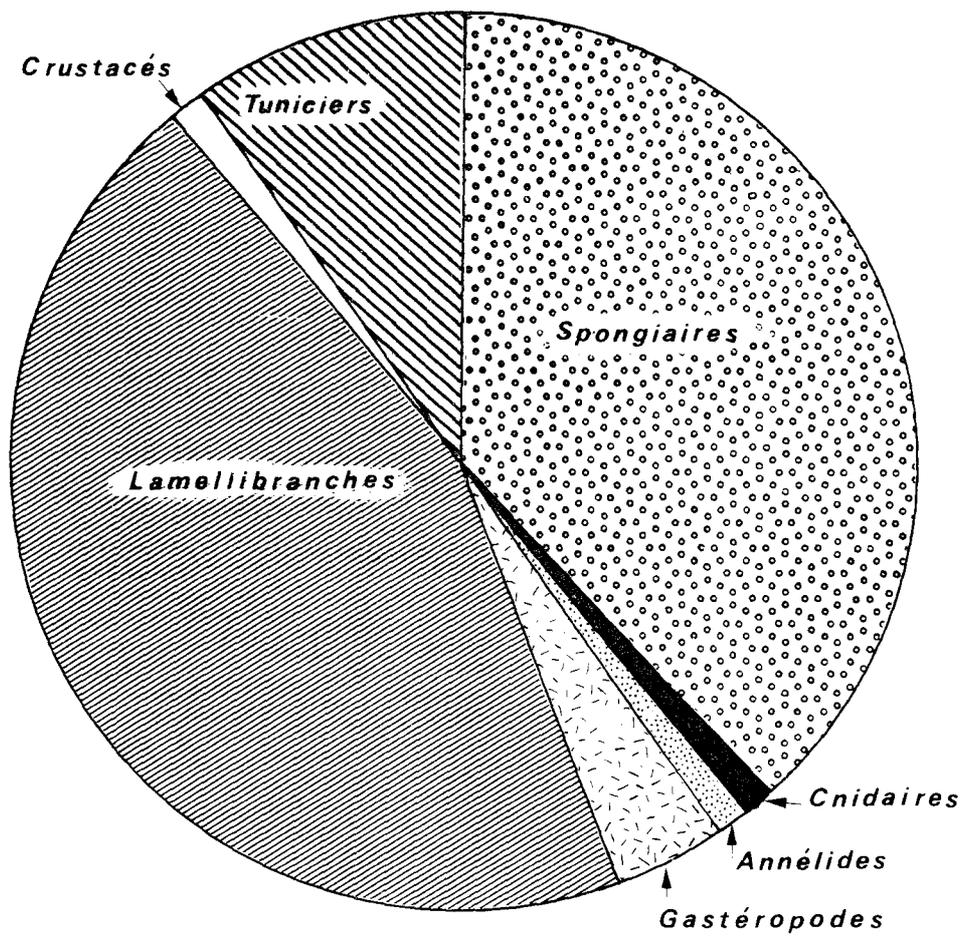
T A B L E A U 10

ZONE INTERTIDALE - ETUDE QUANTITATIVE

Biomasse (en grammes de poids sec décalcifié par m²)
des différents groupes zoologiques par peuplement

Peuplement Groupe	1		2		3		4	
	Masse	%	Masse	%	Masse	%	Masse	%
Spongiaires					18,3068	24,97	407,4468	41,25
Cnidaires	2,1376	12,04			7,0088	9,56	1,3180	0,13
Nemertes							0,5644	0,06
Annélides					0,8176	1,12	11,6024	1,17
Amphineures	2,3652	13,38						
Gastéropodes	7,2280	40,87	14,4176	93,03	10,8568	14,81	10,9976	1,11
Lamellibranches	4,7612	26,92	0,0140	0,09	32,7484	44,67	461,9620	46,76
Tanaidacés					0,0252	0,03		
Isopodes	0,1340	0,76	0,2996	1,93	0,2844	0,39	1,0160	0,10
Amphipodes	1,0572	5,98	0,6052	3,91	1,4692	2,00	1,6184	0,16
Décapodes			0,1612	1,04	1,7908	2,44	5,4032	0,55
Tuniciers							86,0204	8,71
TOTAL	17,6832		15,4976		73,3080		987,9492	

Fig 13 : Répartition de la biomasse totale entre les différents groupes zoologiques



sion très nette de l'estran en deux parties. Les peuplements 1 et 2 sont dominés par les Gastéropodes représentant respectivement 41 et 93 % de la biomasse du peuplement. Par contre, dans les peuplements 3 et 4, la part la plus importante de la biomasse revient aux Spongiaires (25 et 41 %) et aux Lamellibranches (45 et 47 %) (fig. 13).

D'autre part, la biomasse atteint dans le peuplement 4 le chiffre énorme de 988 g/m^2 , soit 9,88 tonnes/ha, alors que les peuplements 1, 2 et 3 ont des biomasses respectives de 177 kg/ha, 155 kg/ha et 733 kg/ha. La biomasse animale moyenne de l'estran est donc de 2,7 tonnes/ha.

Ces valeurs élevées de biomasses sont le fait des Lamellibranches, en particulier des moules qui sont très abondantes dans les bas niveaux, et des Spongiaires. Parmi ces Spongiaires, les éponges siliceuses sont responsables d'une surévaluation des biomasses. Ces éponges possèdent en effet un squelette formé de spicules siliceux qui ne sont pas détruits par le traitement à l'acide chlorhydrique, si bien que le poids de ces spicules est intégré au poids sec de matière organique décalcifiée.

Si l'on compare avec la biomasse moyenne globale observée à PALUEL : 116 kg/ha (rapport final CNEXO - juin 1976) les peuplements intertidaux d'AUDINGHEN apparaissent très riches, ceci indépendamment de l'effet des moules et des éponges puisque même dans les hauts niveaux où moules et éponges sont beaucoup moins abondantes, on observe des biomasses de l'ordre de 160 kg/ha.

2) Biomasse végétale

Le tableau 11 donne les biomasses des espèces principales, en gramme de poids sec par m^2 , par peuplement. D'autre part, pour chaque espèce, le pourcentage de leur biomasse par rapport au total du peuplement est indiqué.

Du point de vue de la répartition des espèces, nous constatons la succession verticale typique des *Fucus* sur l'estran. En haut niveau *Fucus spiralis* domine, ensuite nous trouvons *Fucus vesiculosus* puis *Fucus serratus*.

ZONE INTERTIDALE - ETUDE QUANTITATIVE

BIOMASSE VEGETALE (grammes poids sec/m²)

Espèces	Biomasse	%
PEUPLEMENT 1		
- <i>Fucus spiralis</i>	220,18	78,50
- <i>Fucus serratus</i>	34,80	12,41
- <i>Porphyra umbilicalis</i>	15,38	5,48
- <i>Enteromorpha</i>	9,97	3,55
- Divers	0,16	0,06
TOTAL.....	280,49	
PEUPLEMENT 2		
- <i>Fucus vesiculosus</i>	70,54	26,63
- <i>Fucus serratus</i>	14,29	5,39
- <i>Fucus spiralis</i>	8,11	3,06
- <i>Ascophyllum nodosum</i>	165,92	62,23
- <i>Cladophora rupestris</i>	5,84	2,20
- Divers	0,23	0,09
TOTAL.....	264,93	
PEUPLEMENT 3		
- <i>Fucus serratus</i>	192,42	82,83
- <i>Cladophora rupestris</i>	10,17	4,38
- <i>Rhodymenia palmata</i>	6,80	2,93
- <i>Chondrus crispus</i>	5,32	2,29
- <i>Ceramium rubrum</i>	5,09	2,19
- <i>Ulva lactuca</i>	3,86	1,66
- Divers	8,64	3,72
TOTAL.....	232,30	
PEUPLEMENT 4		
- <i>Laminaria digitata</i>	268,05	65,27
- <i>Laminaria saccharina</i>	103,05	25,09
- <i>Chondrus crispus</i>	10,11	2,46
- <i>Rhodothammiella floridula</i>	8,45	2,06
- <i>Ceramium rubrum</i>	7,29	1,78
- <i>Plocamium coccineum</i>	6,06	1,48
- <i>Rhodymenia palmata</i>	4,74	1,15
- Divers	2,92	0,71
TOTAL.....	410,67	

Le niveau inférieur (peuplement 4) est caractérisé par la grande abondance des *Laminaria*. Il faut noter la présence presque constante de *Fucus serratus* et celle de *Fucus spiralis* dans deux peuplements. En fait, sur les radiales C et D, l'estran est constitué de chaos de blocs de grès. Par conséquent un même rocher peut porter deux populations différentes suivant le niveau. D'autre part, selon que l'on s'intéresse à la face exposée aux vagues du rocher ou à sa face abritée, nous rencontrerons des végétations de mode battu ou de mode abrité. Les rochers se protégeant mutuellement on peut même rencontrer les deux associations végétales sur la même face du rocher, à quelques décimètres l'une de l'autre. Ceci est surtout très net dans les deux premiers peuplements. Dans le premier on rencontre souvent des touffes de *Pelvetia canaliculata*, témoins d'un mode très abrité à la base des rochers. De même dans le peuplement à *Fucus vesiculosus*, on peut trouver sur la même face du rocher : *Fucus vesiculosus*, variété *evesiculosus*, forme sans vésicules, typique d'un mode très battu ; en dessous se trouve *Fucus vesiculosus* type, avec des vésicules ; et enfin, le pied du rocher est colonisé par de grosses quantités d'*Ascophyllum nodosum*, algue de mode très abrité.

Les valeurs de la biomasse végétale pour les trois premiers peuplements sont pratiquement identiques, respectivement 280, 265 et 232 g/m². Par contre, le peuplement 4 est caractérisé par une forte biomasse (410 g/m²) due aux Laminaires.

La biomasse végétale moyenne de l'estran est donc de 297 g/m² soit 2,97 t/ha, valeur comparable à celle estimée sur le site de PALUEL où la biomasse végétale moyenne est de 3,236 t/ha (rapport final - étude écologique du site de PALUEL - juin 1976).

CONCLUSION

CONCLUSIONS

La position géographique du site d'AUDINGHEN lui confère les caractéristiques suivantes :

- situé à 3 km au sud du Cap Gris Nez, les masses d'eau qui passent devant le site sont soumises à "l'effet de Cap", c'est-à-dire que les courants de flot et de jusant n'empruntent pas les mêmes chemins.
- par suite du rétrécissement de la Manche au niveau du Pas-de-Calais et de la remontée des fonds, la vitesse des courants de marée augmente très sensiblement dans la zone du Cap Gris Nez (des courants de 4,5 noeuds ont été enregistrés) puis décroît au Nord de celui-ci sous l'effet de l'élargissement du passage.
- la température moyenne mensuelle des eaux peut varier entre 4°C en décembre et 18,5°C en août (HECQ, 1975).
- les fonds ne dépassent pas 40 m. et l'isobathe - 10 m. se trouve à 500 m du littoral au niveau du Cap Gris Nez. Ils sont constitués de sables et graviers mais des éboulis de blocs gréseux et des affleurements rocheux existent dans la frange littorale. Au Nord du GRIS-NEZ se développent les ridens, longues formations dunaires de nature sableuse, et il faut aller à plus de 3 km de la côte pour trouver les fonds de - 10 m.
- l'estran est de type "pied de falaise" c'est-à-dire constitué d'un platier plus ou moins rocheux encombré d'éboulis provenant de l'érosion de la falaise.
- c'est donc une zone néritique soumise à un climat océanique tempéré par l'influence des masses continentales qui se rapprochent au niveau du PAS-DE-CALAIS.

Du point de vue pélagos, il n'existe pas de références ayant trait aux populations phyto et zooplanctoniques du site lui-même. Les quelques données disponibles sont essentiellement des études de systématique. Cependant, le

zooplancton a fait l'objet récemment de travaux de caractère plus écologique. Dans l'ensemble, il s'agit d'un plancton néritique c'est-à-dire caractéristique des eaux côtières. L'étude des variations saisonnières globales du zooplancton montre l'existence d'un pic printanier de grande amplitude mais de faible durée (\pm 1 mois), et un pic automnal de faible amplitude et de plus longue durée (\pm 3 mois). Il se compose d'une manière générale de 50% de Copépodes, 40% d'espèces méroplanctoniques et 10% d'espèces holoplanctoniques de moindre importance.

Il faut considérer l'étude in situ comme une photographie instantanée des peuplements benthiques sur et à proximité du site. Sept peuplements ont ainsi été identifiés et cartographiés : quatre sur l'estran et trois dans les fonds côtiers proches. L'estran de nature rocheuse présente la zonation typique des côtes à substrat dur et de mode battu. Les bas niveaux, ceux des Laminaires, se révèlent être les plus riches (peuplement 4) sinon en diversité spécifique du moins en biomasse tant animale (9,88 tonnes/ha) que végétale (4,11 tonnes/ha). La valeur très élevée de la biomasse animale est la résultante de deux phénomènes : la présence en grandes quantités de moules dans les prélèvements d'une part, et la surévaluation de la biomasse par les éponges siliceuses d'autre part (cf. p.36). Les biomasses animales et végétales moyennes sont respectivement de 2,7 et 2,97 tonnes/ha.

Les moulières, bien que surexploitées par la population locale, présentent un développement particulier sur les côtes du Boulonnais : 24 gisements naturels ont été recensés soit une surface de 35 ha environ qui a produit 523 t. en 1975. Tous les gisements entre AUDRESSELLES et le GRIS-NEZ ont été déclassés par suite de leur dépeuplement. La cueillette est donc libre toute l'année sur ces gisements, mais les professionnels ont demandé qu'il leur soit concédé des parcs afin de remettre cette zone en valeur. Dans le Boulonnais, la période de reproduction des moules se situe de février à mai, la densité maximale des larves véligères dans le plancton est observée à la fin du mois d'avril.

Le peuplement des Laminaires se poursuit jusqu'à l'isobathe - 10 m. sur des fonds constitués de gros blocs gréseux. Au-delà, se développe sur des fonds grossiers, caillouteux, un peuplement à *Ophiothrix fragilis* rappelant celui des cailloutis et graviers à épibiose sessile et faciès à *Ophiothrix fragilis* observé par CABIOCH et GLAÇON en Manche Orientale. Au Nord du GRIS-NEZ débudent les grands sillons sableux de la Mer du Nord (ridens) et avec eux apparaît un peuplement constitué de crustacés (*Haustorius arenarius*, *Urothoe brevicornis*) et d'Annélides (*Nephtys cirrosa*).

Au terme de cette étude d'avant-projet et tout en gardant à l'esprit les limites d'une telle étude, nous pouvons admettre que le site d'AUDINGHEN se caractérise essentiellement par l'importance de sa frange côtière, c'est-à-dire la zone qui s'étend depuis le bas de l'estran jusqu'à l'isobathe - 10 m. Ce sont les peuplements de Laminaires et les moulières qui confèrent à cette zone sa richesse. Les Laminaires forment en effet dans ces bas niveaux de véritables "forêts" sous-marines dans lesquelles une faune dense et variée prospère. Sans toutefois atteindre la densité et la variété des côtes bretonnes, les peuplements benthiques animaux d'AUDINGHEN s'avèrent plus riches que ceux des côtes normandes et en particulier que ceux de PALUEL. Les peuplements végétaux des deux sites sont comparables seulement pour l'étage médiolittoral. En ce qui concerne les bas-niveaux (proche infralittoral) le peuplement des Laminaires présent à AUDINGHEN fait défaut à PALUEL, il est remplacé par un peuplement à Rhodophycées.

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

BIBLIOGRAPHIE

- Anonyme, 1968. Courants de marée dans la Manche et sur les côtes françaises de l'Atlantique. Service hydrographique et océanographique de la Marine. Paris : pp. 287, cartes 39.
- Anonyme, 1973. Annuaire des Marées 1975. Tome I. Service hydrographique et océanographique de la Marine. Paris : pp. 157.
- Anonyme, 1974-1975. Bulletin climatologique. Département du Pas-de-Calais, n° 69 à 80 (sept. 1974 à août 1975).
- BONNET, H., 1963. Contribution à l'étude des larves planctoniques dans la région de Boulogne-Sur-Mer. DES, Faculté des Sciences de Lille.
- BOUVIER, E.L., 1940. Faune de France n° 37. Décapodes Marcheurs. P. Lechevalier édit., Paris : pp. 399.
- BRYLINSKI, 1975. Etude du zooplancton marin de la région de Boulogne-Sur-Mer. DEA (Sciences Naturelles), Université des Sciences et Techniques de Lille, Institut de Biologie Maritime et Régionale de Wimereux : pp. 70, fig. 20.
- CABIOCH, L; et R. GLAÇON, 1975. Distribution des peuplements benthiques en Manche occidentale de la Baie de Somme au Pas-de-Calais. CR Acad. Sc. Paris 280 : pp. 491-494.
- CANU, E., 1892. Les Copépodes du Boulonnais. Thèse de la Faculté des Sciences de Paris (A. 754) : pp. 292, pl. 30 (Impr. Danel - Lille).
- CHEVREUX, E. et L. FAGE, 1925. Faune de France n° 9 : Amphipodes. Librairie de la Faculté des Sciences - Paris : pp. 496.
- CNEXO/LCHF. Synthèse documentaire du littoral entre le Havre et Dunkerque : Ecologie, Hydrodynamisme, Géomorphologie, avril 1976.

- CUENOT, L., 1922. Faune de France n° 4. Sipunculien, Echiuriens, Priapulien.
P. Lechevalier édit. Paris : pp. 29.
- DAGUZAN, J., 1975. Recherches sur les Littorinidae. Th. Doc. Etat Rennes :
pp. 400.
- DAVANT, P. et B. SALVAT, 1961. Recherches écologiques sur la macrofaune inter-
cotidale du bassin d'Arcachon - I : Le milieu physique. Vie et Milieu XII (3)
pp. 405-471.
- DEBRAY, F., 1883. Les algues marines du Nord de la France. Mem. Soc. Sc. Agr.
Arts. Lille - série 4.t.XI.
- DEBRAY, F., 1887. Catalogue des algues marines du Nord de la France. Soc.
Linéenne Nord-Amiens.
- DEBRAY, F., 1899. Florule des algues marines du Nord de la France. Bull. Sc.
t. XXXII : pp. 1-171.
- DUWOOZ, G., 1963. Etude des Copépodes planctoniques de la région de Boulogne-
Sur-Mer. DES Faculté des Sciences de Lille : pp. 36.
- FAUVEL, P., 1923. Faune de France n° 16 : Polychètes sédentaires. P. Lechevalier
édit. Paris : pp. 489.
- FAUVEL, P., 1923. Faune de France n° 16 : Polychètes sédentaires. P. Lechevalier
édit. Paris : pp. 494.
- GAYRAL, P., 1966. Les algues des côtes françaises (Manche et Atlantique). Doin
édit. Paris : pp. 632.
- GIARD, A., 1888. Le laboratoire de Wimereux en 1888. Recherches faunistiques.
Bull. Sc. Fr. Belg. (3) 19 : pp. 506-513.
- GLAÇON, R., 1975. Faune et flore du littoral du Pas-de-Calais et de la Manche
Orientale. Ed. Inst. Biol. Mar. Régio. Wimereux : pp. 46.

- GLEMAREC, M., 1964. Bionomie benthique de la partie orientale du Golfe du Morbihan. Cah. Biol. Mar. 5 (I) : pp. 33-96.
- GODIN, J., 1974. La répartition des algues dans la région du Cap Gris-Nez. Laboratoire d'algologie - Université des Sciences et Techniques de Lille : 1-6, 7 planches.
- GRAHAM, A., 1971. British prosobranches. Academic Press, London and New-York : pp. 112.
- GUILLE, A., 1970. Bionomie benthique du plateau continental de la côte catalane française II : les communautés de la macrofaune. Vie et Milieu 21 B (I) : pp. 149-280.
- HECQ, J.H., 1971. Recherches sur le cycle annuel du zooplancton à Boulogne-sur-Mer. Mémoire de licence en Sciences Zoologiques. Université de Liège : pp. 71.
- HECQ, J.H., 1975. Cycle annuel du zooplancton à Boulogne-sur-Mer (Pas-de-Calais) 1970-1971 - I : le méroplancton, ses variations saisonnières. Bull. Soc. Roy. Sc. Liège 44 (5-6) : pp. 477-485.
- KING, P.E., 1974. British Sea Spiders. Academic Press, London and New-York : pp. 68.
- KOHLER, R., 1921. Faune de France n° 1, Echinodermes. Librairie Faculté des Sciences Paris : pp. 210.
- LANGLET, J., 1962. Contribution à l'étude du microplancton (Protistes, Diatomées) dans la région de Boulogne-sur-Mer. DES (Sciences Naturelles) - Faculté des Sciences de Lille.
- LEBLOND, E., 1925. Contribution à la flore algologique du Boulonnais. Travaux de la Station Biologique de Wimereux. t. IX : pp. 116-125 (Lab. évol. êtres org. - PUF Paris).
- LENGLOS, G., 1964. Contribution à l'étude du méroplancton littoral de Wimereux. DES Faculté des Sciences de Lille : pp. 56, pl. 42, fig. 6, photos 65.

- LEWIS, J.R., 1964. The ecology of Rocky shores, English Universities, Press Ltd, London : pp. 323.
- MONIEZ, B., 1879. Algues marines observées à Wimereux. Bulletin Sc. t XI : pp. 197-206.
- PRENANT, M. et G. BODIN, 1956. Faune de France n° 60 : Bryozoaires. P. Lechevalier éd. Paris : pp. 398.
- REES, C.B., 1939. Notes of the ecology of the sandy beaches of North Donegal, Proc. Roy. Irish Acad. 45 (B 9) : pp. 215-229.
- SALVAT, B., 1962. Faune des sédiments meubles intertidaux du Bassin d'Arcachon. Cah. Biol. Mar. 3 (3) : pp. 219-244.
- SANDERS, H.L., 1960. Benthic studies in Buzzards bay. III. The structure of the soft bottom community. Limnol. Oceanogr. 5 (2) : pp. 138-153.
- STEPHENSON, T.A. and A. STEPHENSON, 1972. Life between tide marks on rocky shores. W.H. Freeman and C° - San Francisco : pp. 425.
- TEBBLE, N., 1966. British bivalve sea shells. Trustees of the British Museum Oxford : pp. 212.
- UNDERWOOD, A.J., 1972. Tide model analysis of the zonation of intertidal Prosobranches. I Four species of *Littorina* (Gastéropodes, Prosobranches). J. exp. mar. Biol. Ecol. 9 (3) : pp. 239-255.
- WEILL, R., 1934. Contribution à l'étude des Cnidaires et de leur nematocystes. Travaux de la Station Zoologique de Wimereux. I - recherches sur les nematocystes - t.x - pp. 347, fig. 208. II - valeur taxonomique du cnidome : pp. 352, fig. 224.

A N N E X E S

A N N E X E S

	Pages
ANNEXE 1 - Liste des espèces phytoplanctoniques du littoral du Pas-de-Calais et de la Manche orientale	46
ANNEXE 2 - Liste des espèces zooplanctoniques récoltées dans la région de Boulogne-sur-Mer	50
ANNEXE 3 - Etude qualitative du benthos	56
Tableau 1 : zone intertidale	
Tableau 2 : zone subtidale	
ANNEXE 4 - Description des peuplements benthiques	62
Tableaux 3 à 6 : zone intertidale peuplements 1 à 4	
Tableaux 7 à 9 : zone subtidale peuplements 5 à 7	

A N N E X E 1

LISTE DES ESPECES PHYTOPLANCTONIQUES
DU LITTORAL DU PAS DE CALAIS ET
DE LA MANCHE ORIENTALE

Embr. CHRYSOPHYTES

:Printemps: Eté :Automne:Hiver

C1. BACILLARIOPHYCEES (= Diatomées planctoniques et benthiques)O. BACILLARIALESS/O. CoscinodiscineaeF. Coscinodiscaceae

<i>Melosira arenaria</i> Moore	:	:	:	:	:
<i>Melosira borreri</i> Greville	:	:	:	:	:
<i>Melosira distans</i> (Ehrenberg)	:	:	:	:	:
<i>Melosira roeseana</i> Rabenhorst	:	:	:	:	:
<i>Melosira westii</i> Smith	:	:	:	:	:
<i>Paralia sulcata</i> (Ehrenberg) Cleve	+	+	+	+	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i> Kützing	:	:	:	:	:
<i>Coscinodiscus excentricus</i> Ehrenberg	:	:	:	:	:
<i>Coscinodiscus granii</i> Gough	:	:	:	:	:
<i>Coscinodiscus lineatus</i> Ehrenberg	:	:	:	:	:
<i>Coscinodiscus nitidus</i> Gregory	:	:	:	:	:
<i>Coscinodiscus oculus iridis</i> Ehrenberg	++	:	:	:	++
<i>Coscinodiscus radiatus major</i> Ehrenberg	:	:	:	:	:
<i>Coscinodiscus radiatus minor</i> Ehrenberg	+	+	++	++	++
<i>Actinocyclus octonarius</i> Ehrenberg	:	:	:	:	:
<i>Actinocyclus subtilis</i> Gregory	:	:	:	:	:
<i>Roperia tessellata</i> Grunow	:	:	:	:	:
<i>Thalassiosira bioculata</i> Grunow	:	:	:	:	:
<i>Thalassiosira gravida</i> Cleve	:	:	:	:	:
<i>Thalassiosira hyalina</i> Gran	:	:	:	:	:
<i>Thalassiosira nana</i> Lohmann	:	:	:	:	:
<i>Thalassiosira norrenskioldii</i> Cleve	:	:	:	:	:
<i>Thalassiosira rotula</i> Meunier	:	:	:	:	:
<i>Thalassiosira condensata</i> Cleve	:	:	:	:	:
<i>Thalassiosira decipiens</i> (Grunow ex Van Heurck) Jørgensen	:	:	:	:	:
<i>Podosira stelliger</i> Mann	++	+	:	:	:
<i>Skeletonema costatum</i> Cleve	:	:	:	:	:

F. Actinodiscaceae

<i>Actinoptychus senarius</i> Ehrenberg	+	+	+	++	++
<i>Actinoptychus splendens</i> Ralfs	:	++	+	:	:

S/O. AulacodiscineaeF. Eupodiscaceae

<i>Aulacodiscus argus</i> Ehrenberg	+	+	++	+++	+++
-------------------------------------	---	---	----	-----	-----

S/O. BiddulphineaeF. Biddulphiaceae

<i>Biddulphia alternans</i> Van Heurck	:	:	:	:	:
<i>Biddulphia antediluviana</i> Van Heurck	:	:	:	:	:
<i>Biddulphia aurita</i> Brebisson	:	:	:	:	++
<i>Biddulphia granulata</i> Roper	+	+	+	+	+
<i>Biddulphia laevis</i> Ehrenberg	:	:	:	:	:
<i>Biddulphia mobiliensis</i> Grunow	:	:	:	:	:
<i>Biddulphia regia</i> Ostenfeld	+	+	++++	+	+
<i>Biddulphia rhombus</i> Smith	:	:	:	:	:
<i>Biddulphia sinensis</i> Greville	:	:	:	:	++
<i>Cerataulus smithii</i> Ralfs	:	:	:	:	:
<i>Eucampia zodiacus</i> Ehrenberg	:	++	++	:	:
<i>Triceratium favus</i> Ehrenberg	+	+	++	+	+

	:Printemps:	Eté	:Automne:	Hiver
<i>Isthmia enervis</i> Ehrenberg	:	:	:	:
<i>Isthmia nervosa</i> Kützing	:	:	:	:
<i>Lithodesmium undulatum</i> Ehrenberg	:	:	:	:
<i>Ditylum brightwellii</i> Grünow	:	:	++	+
<i>Bellerochea nalleus</i> Van Heurck	:	:	:	:
<i>Strephotheca thamesis</i> Shrubsole	:	:	:	:
<i>Cerataulina pelagica</i>	:	++	+	:
<u>F. Chaetocerales</u>				
<i>Chaetoceros anastomosans</i> Grünow	:	:	:	:
<i>Chaetoceros atlanticum</i> Cleve	:	:	:	:
<i>Chaetoceros breve</i> Schütt	:	:	:	:
<i>Chaetoceros compressum</i>	+	+	+	:
<i>Chaetoceros contortum</i> Schütt	:	:	:	:
<i>Chaetoceros curvisetum</i> Cleve	:	:	:	:
<i>Chaetoceros danicum</i> Cleve	:	:	:	:
<i>Chaetoceros debile</i> Cleve	:	:	:	:
<i>Chaetoceros decipiens</i> Cleve	:	:	:	:
<i>Chaetoceros densum</i> Cleve	:	:	:	:
<i>Chaetoceros didymum</i> Ehrenberg	:	:	:	:
<i>Chaetoceros janischianum</i> Castracave	:	:	:	:
<i>Chaetoceros messanense</i> Castracave	:	:	:	:
<i>Chaetoceros sociale</i> Lauf	:	:	:	:
<i>Chaetoceros wighamii</i> Brightwell	:	:	:	:
<u>S/O. Rhizosoleniales</u>				
<u>F. Leptocylindraceae</u>				
<i>Leptocylindrus danicus</i> Cleve	:	:	:	:
<i>Guinardia flaccida</i> Peragallo	:	+++	:	:
<i>Schroederella Schroederi</i> Pavillard	:	:	:	:
<i>Lauacria borealis</i> Gran	:	:	+	++
<u>F. Rhizosoleniaceae</u>				
<i>Rhizosolenia acuminata</i> Gran	:	:	:	:
<i>Rhizosolenia delicatula</i> Cleve	+	:	+++	:
<i>Rhizosolenia fragilissima</i> Berg	:	++	+	:
<i>Rhizosolenia helvetata</i> Bailey	:	:	:	:
<i>Rhizosolenia longiseta</i> Zaccharias	:	:	:	:
<i>Rhizosolenia setigera</i> Brightwell	:	:	:	:
<i>Rhizosolenia shrubsolei</i> Cleve	:	:	:	:
<i>Rhizosolenia stouterfothii</i> Peragallo	:	:	:	:
<i>Rhizosolenia styliiformis</i> Brightwell	:	:	:	:
<u>S/O. Fragilariinae</u>				
<u>F. Fragilariaceae</u>				
<i>Fragilaria striatula</i> Lyngbye	:	:	:	:
<i>Rhaphoneis amphicerus</i> Ehrenberg	+	+	+	+
<i>Rhaphoneis surirella</i> Grünow	:	:	:	:
<i>Asterionella japonica</i> Cleve	++	+	+	+
<i>Asterionella kariana</i> Grünow	:	:	:	:
<i>Synedra undulata</i> Gregory	:	:	:	:
<i>Thalassionema nitaschioides</i> Hustedt	:	:	:	++
<i>Plagiogramma vanheurckii</i> Grünow	:	:	:	:
<i>Liemophora abbreviata</i> Agardh	:	:	:	:
<i>Grammatophora marina</i> Kützing	:	:	:	:
<i>Grammatophora oceanica</i> Ehrenberg	:	:	:	:
<i>Grammatophora serpentina</i> Ehrenberg	:	:	:	:
<i>Rhabdonema arcuatum</i> Kützing	:	:	:	:

	Printemps:	Eté	Automne:	Hiver	
S/O. <u>Achnanthineae</u>	:	:	:	:	
F. <u>Achnanthaceae</u>	:	:	:	:	
<i>Achnanthes longipes</i> Agardh	:	:	:	:	
S/O. <u>Naviculineae</u>	:	:	:	:	
F. <u>Naviculaceae</u>	:	:	:	:	
<i>Navicula crucifera</i> Grunow	:	:	:	:	
<i>Navicula distans</i> Schmidt	:	:	:	:	
<i>Navicula ergadensis</i> Ralfs	:	:	:	:	
<i>Navicula forcipata</i> Greville	:	:	:	:	
<i>Navicula johnsonii</i> Smith	:	:	:	:	
<i>Navicula lyra</i> Ehrenberg	:	:	:	:	
<i>Navicula palpebralis</i> de Brebisson	:	:	:	:	
<i>Navicula radiosa</i> Kützing	:	:	:	:	
<i>Navicula tuscula</i> Ehrenberg	:	:	:	:	
<i>Stauroneis membranacea</i> (Cleve) Hustedt	:	++	+	:	
<i>Diploneis crabo</i> Ehrenberg	:	:	:	:	
<i>Diploneis didyma</i> Ehrenberg	:	+	:	+	
<i>Diploneis lineata</i> Cleve	:	:	:	:	
<i>Diploneis weissflogii</i> Cleve	:	:	:	:	
<i>Pinnularia ambigua</i> Cleve	:	:	:	:	
<i>Trachyneis aspera</i> Cleve	:	:	:	:	
<i>Pleurosigma affine</i> Grunow	:	+	+	+	
<i>Pleurosigma marinum</i> Donkin	:	:	:	:	
<i>Toxonidea gregōriana</i> Donkin	:	:	:	:	
F. <u>Cymbellaceae</u>	:	:	:	:	
<i>Amphora commutata</i>	:	:	:	:	
<i>Amphora ocellata</i> Donkin	:	:	:	:	
<i>Amphora ovalis</i> Kützing	:	:	:	:	
<i>Encyonema lineatum</i> Smith	:	:	:	:	
F. <u>Bacillariaceae</u>	:	:	:	:	
<i>Bacillaria paradoxa</i> Gmelin	:	+	:	+++	
<i>Nitzschia closterium</i> Smith	:	:	:	:	
<i>Nitzschia constricta</i> Ralfs	:	:	:	:	
<i>Nitzschia longissima</i> Ralfs	:	+	:	++	
<i>Nitzschia seriata</i> Cleve	:	:	:	:	
<i>Nitzschia sigma</i> Kützing	:	:	:	:	
<i>Hantzschia virgata</i> Grunow	:	:	:	:	
S/O. <u>Surirellineae</u>	:	:	:	:	
<u>Surirellaceae</u>	:	:	:	:	
<i>Surirella ovalis</i> de Brebisson	:	:	:	:	
S/Emb. <u>FLAGELLES</u>	Julil.:	Sept.:	Nov.:	Févr.:	Avr.
Sup. Cl. <u>PHYTOFLAGELLES</u>	:	:	:	:	:
Cl. <u>SILICOFLAGELLES</u>	:	:	:	:	:
<i>Dictyocha fibula</i> Ehrenberg	:	:	:	:	:
<i>Dictyocha speculum</i> (Ehrenberg)	:	+	+	+	+
Cl. <u>DINOFLAGELLES</u>	:	:	:	:	:
F. <u>Prorocentridae</u>	:	:	:	:	:
<i>Prorocentrum micans</i> (Ehrenberg)	:	+++	+	+	:
F. <u>Dinophysiceae</u>	:	:	:	:	:
<i>Dinophysis rotundata</i> Claparède	:	+	:	:	+

	: Juil. :	Sept. :	Nov. :	Févr. :	Avr. :
<u>F. Gymnodiniaceae</u>	:	:	:	:	:
<u>Amphidinium operculatum</u>	:	:	:	:	:
Claparède et Lachmann	:	:	:	:	:
	:	:	:	:	:
<u>F. Peridiniaceae</u>	:	:	:	:	:
<u>Noctiluca miliaris</u> Sur.	:	:	:	:	:
<u>Peridinium conicum</u> Gran	:	+	:	:	+
<u>Peridinium conicoides</u> Paulsen	:	+	:	:	+
<u>Peridinium oceanicum</u> Vanhoffen	:	+	:	:	+
<u>Peridinium granii</u> Ostenfeld	:	:	:	:	+
<u>Peridinium ovatum</u> Pouchet	:	+	+	:	+
	:	:	:	:	:
<u>F. Ceratideae</u>	:	:	:	:	:
<u>Ceratium furca</u> Ehrenberg	:	+	:	:	:
<u>Ceratium fusus</u> Ehrenberg	:	+	:	:	+
<u>Ceratium tripos</u> Müller	:	+	:	:	:
<u>Ceratium batavum</u> Paulsen	:	+	:	:	:
	:	:	:	:	:
<u>F. Glenodinideae</u>	:	:	:	:	:
<u>Diplosalis Penticula</u> Bergh	:	+	+	:	+
<u>Glenodinium bipes</u> Paulsen	:	:	:	:	+
	:	:	:	:	:
<u>F. Dinococceae</u>	:	:	:	:	:
<u>Pyrocystis lunula</u> Schütt	:	+	:	:	+

A N N E X E 2

LISTE DES ESPÈCES ZOOPLANCTONIQUES
RÉCOLTÉES DANS LA RÉGION DE BOULOGNE-SUR-MER

LISTES DES ESPECES ZOOPLANCTONIQUES
 RECOLTEES DANS LA REGION DE BOULOGNE-SUR-MER

Embranchement PROTOZOAIREs

Sous-embranchement FLAGELLES

Super classe RHIZOPODES

Classe FORAMINIFERES

Allogromia oviformis (Dujardin)
Elphidium crispum (Linné)
Spirillina sp.
Bolivina sp.

Sous-embranchement CILIES

Ordre HOLOTRICHES

Foettingeria actinarum (Claparède, 1863)

Ordre SPIROTRICHES

Famille TINNIDAE

Tintinnopsis parva (Merkle)
Tintinnopsis strigosa (Jorgensen)
Tintinnopsis rara (Kofoid et Campbell)
Tintinnopsis ventricosa (Daday)
Tintinnopsis acuminata (Daday)
Tintinnopsis minuta (Wailes)
Tintinnopsis lata (Meunier)
Tintinnopsis libiancoi (Daday)
Tintinnopsis nucula (Fol)
Leptotintinnus bottnicus (Jorgensen)

Ordre PERITRICHES

Urceolaria patellae (Cuénot, 1891)

Embranchement COELENTERESSous-embranchement CNIDAIRESSuper classe HYDROZOAIREs

Classe HYDRAIRES

Ordre LEPTOLIDES

Sous-ordre GYMNBLASTIDES

Larves de *Tubularia indivisa*Ordre CRASPOMEDUSES

Sous-ordre ANTHOMEDUSES

Sarsia prolifera (Forbes, 1848)
Sarsia tubulosa (M. Sars, 1835)
Sarsia gemmifera (Forbes, 1848)
Hybocodon prolifer (Agassiz, 1848)
Steenstrupia nutans (M. Sars)
Zanclaea costata (Gegenbaur)
Turritopsis nutriculata (Mc Grady)
Podocoryne carnea (M. Sars, 1846)
Rathkea octopunctata (M. Sars, 1835)
Lizzia blondina (Forbes, 1848)
Bougainvillia britanica (Forbes)

Sous-ordre LEPTOMEDUSES

Eutima gegenbauri (Kramp, 1935)
Tiaropsis multicirrata (M. Sars, 1835)
Pialidium hemisphericum (Leuckart, 1856)
Obelia spp.
Eucheilota maculata (Hartlaub, 1894)
Phialella quadrata (Forbes, 1848)
Eirene viridula (Peron et Lesueur, 1809)
Aequora forskalea (Peron et Lesueur, 1809)

Classe SCYPHOZOAIREs

Pelagica perla (Slabber, 1781)
Aurelia aurita (Linné, 1746)
Cyanea lamarcki (Linné, 1746)
Rhizostoma octopus (Linné, 1788)

Sous-classe ANTHOZOAIREsLarves de *Synarachnactis bournei* (Fowler, 1897)Sous-embranchement CTENAIRES

Classe TENTACULES (MICROPHARYNGIENS)

Pleurobrachia pileus (Müller, 1776)

Classe ATTENTACULES (MACROPHARYNGIENS)

Beroë cucumis (Fabricius, 1780)Embranchement NEMERTES (Larves)Embranchement ANNELIDES (Larves)

Classe POLYCHAETA

Sous-classe ERRANTIA

Ordre PHYLLODOCEMORPHA

*Harmothoë imbricata**Phyllodoce* sp.*Autolytus prolifer* (O.F. Müller, 1788)Sous-classe SEDENTARIA

Ordre SPIOMORPHIA

Nerine cirratulus (Delle Chiaje, 1828)*Nerine foliosa* (Audouin et Edwards, 1834)*Polydora ciliata* (Johnston, 1838)*Magelona papillicornis* (O.F. Müller, 1858)*Polychaetus serpens* (Allen, 1904)

Ordre TEREBELLOMORPHA

Lanice conchilega (Pallas, 1766)*Lagis koreni* (Malmgren, 1866)

Ordre OWENIIMORPHA

Owenia fusiformis (Delle Chiaje, 1844)Embranchement MOLLUSQUES

Classe GASTEROPODES (Larves)

Littorina littorea (Linné, 1758)

Classe LAMELLIBRANCHES (Larves)

Mytilus edulis (Linné, 1758)

Embranchement CHAETOGNATHES*Sagitta setosa* (J. Müller)Embranchement BRYOZOAIRES (Larves)*Electra pilosa* (Linné, 1767)Embranchement PHORONIDIENS (Larves)*Phoronis hippocrepia* (Wright, 1856)*Phoronis milleri* (Longchamp, 1903)Embranchement ARTHROPODESSous-embranchement CHELICERATESClasse PANTOPODES (= PYCNOGONIDES)*Phoxichilidium femoratum* (Rathke)*Ammothea echinata* (Hodge)Sous-embranchement MANDIBULATESClasse CRUSTACES

Sous-classe BRANCHIOPODES

Sous-ordre CLADOCERES

Evadne nordmanni (Loven, 1836)*Podon intermedius* (Lilljeborg, 1853)*Podon leuckarti* (Sars, 1862)*Podon polyphemoides* (Leuckart, 1859)

Sous-classe COPEPODES

Ordre CALANOÏDAE

Calanus helgolandicus (Claus, 1863)*Paracalanus parvus* (Claus, 1863)*Pseudocalanus elongatus* (Boeck, 1972)*Stephos scotti* (G.O. Sars, 1903)*Temora longicornis* (O.F. Müller, 1792)*Eurytemora hirundooides* (Nordquist, 1888)*Centropages hamatus* (Lilljeborg, 1853)*Centropages typicus* (Kroyer, 1849)*Isias clavipes* (Boeck, 1864)

Parapontella brevicornis (Lubbock, 1857)
Platycopia perplexa (G.O. Sars)
Anomalocera patersoni (Templeton, 1837)
Labidocera wollastoni (Lubbock, 1857)
Acartia clausi (Lubbock, 1889)
Acartia discaudata (Giesbrecht, 1881-

Ordre HARFACTICOÏDAE

Euterpina acutifrons (Dana, 1848)
Peltidium bopyroides

Ordre CYCLOPOÏDAE

Oithona sp.
Pseudanthessius sauvagei (Canu, 1891)
Cyclopina litoralis (Brady)
Cyclopina dilatata (G.O. Sars)
Cyclopoïda sp.
Corycaeus anglicus (Lubbock, 1855)

Ordre MONSTRILLOÏDAE

Monstrilla grandis (Giesbrecht, 1892)
Monstrilla helgolandica (Claus, 1863)

Sous-classe des CIRRIPEDES (larves)

Balanus sp.
Elminius modestus

Sous-classe MALASCOTRACES

Ordre MYSIDACEA

Gastrosaccus normani (G.O. Sars, 1877)
Gastrosaccus spinifer (Goes, 1864)
Paramysis arenosa (G.O. Sars, 1877)
Paramysis helleri (G.O. Sars, 1877)
Schistomysis spiritus (Norman, 1860)
Praunus flexuosus (Müller, 1776)
Mesopodopsis slabberi (Van Beneden, 1861)
Mysidopsis gibbosa (Sars, 1864)
Leptomysis sp.
Anchialus agilis (Sars, G.O., 1877)

Ordre CUMACEA

Cumopsis longipes (Dohrn, 1869)
Bodotria scorpioïdes (Montagu, 1804)
Pseudocuma gilsoni (Bacescu, 1950)

Pseudocuma longicornis (Bate, 1858)
Diastylis bradyi (Norman, 1879)
Leptostylis ampullacea (Lilljeborg, 1855)
Lampros fasciata (G.O. Sars, 1862)

Ordre ISOPODES

Idothea baltica (Pallas, 1772)
Idothea linearis (Linné, 1763)
Eurydice pulchra (Leach, 1815)

Ordre Amphipodes

Calliopus crenulatus (Chevreux et Fage, 1925)
Gammarellus homari (Fabricius, 1779)
Gammarus duebeni (Lilljeborg, 1851)
Hyperia galba (Montagu, 1813)

Ordre DECAPODES (Larves)

Pandalus montagui (Leach, 1814)
Hippolyte varians (Leach, 1814)
Palaemon serratus (Pennant, 1777)
Crangon crangon (Linné, 1758)
Upogebia deltaura (Leach, 1815)
Pagurus bernhardus (Linné, 1758)
Galathea intermedia (Lilljeborg, 1851)
Porcellana platycheles (Pennant, 1777)
Pisidia longicornis (Linné, 1767)
Ebalia sp.
Corystes cassivelaunus (Pennant, 1777)
Macropipus sp.
Carcinus maenas (Linné, 1758)
Pilumnus hirtellus (Linné, 1761)
Inachus sp.
Eurynome sp.

Embranchement ECHINODERMES

Classe ASTEROIDEA

Asterias rubens (Linné, 1758)

Classe OPHIUROIDEA

Ophiotrix fragilis (Abilgaard)

Classe ECHINOIDEA

Echinocardium cordatum (Pennant, 1777)
Psammechinus miliaris (Gmelin)

ANNEXE 3

ÉTUDE QUALITATIVE DU BENTHOS

- TABLEAU 1 : ZONE INTERTIDALE
- TABLEAU 2 : ZONE SUBTIDALE

TABLEAU 1 : ZONE INTERTIDALE : ETUDE QUALITATIVE : NOMBRE D'INDIVIDUS PAR 1/4 m²

Espèces	Radiale A				Radiale B				Radiale C				Radiale D			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Niveaux	32															
<i>Sycon ciliatum</i>				2												2
<i>Grantia compressa</i>	20		72		7											2
<i>Halichondria panicea</i>	X		X	X		X						X	X			
<i>Hymeniacidon sanguinea</i>	X											X	X			
<i>Tubularia ceratogyne</i>							17						4			1
<i>Obelia geniculata</i>			X													
<i>Dynamena pumila</i>	X		X			X						X				
<i>Sertularia argentea</i>												X				
<i>Kinchenpaueria pinnata</i>			X	X											X	
<i>Actinia equina</i>	16			3	4										1	
<i>Tealia felina</i>			1	6		1		3								5
<i>Actinothoe sphyrodeta</i>												1				
<i>Lineus</i> sp.																
<i>Cerebratulus</i> sp.																1
<i>Nemerte</i> sp.	3		13	5		2		2				4				3
<i>Lepidonotus squamatus</i>	14		3	15		1		3								8
<i>Lagisca extenuata</i>	1															
<i>Pholoe minuta</i>				1												
<i>Phylloboce mucosa</i>				1			1	7				1				1
<i>Eulalia viridis</i>	2			3		1						3				2
<i>Eteone picta</i>	27	7	1	2		1						3				10
<i>Kefersteina cirrata</i>																1
<i>Syllis gracilis</i>	5		4	7		1		6								2
<i>Grubea pusilla</i>	1															18
<i>Procerastea hallexiana</i>																
<i>Nereis pelagica</i>	1		1	6				15								10
<i>Polydora ciliata</i>	14	331		27		7	1	13				4				13
<i>Cirri-formia tentaculata</i>						4						1				3
<i>Heterocirrus alatus</i>																
<i>Sabellaria spinulosa</i>																2
<i>Micromaldane ornithochaeta</i>				1												
<i>Lanice conchilega</i>																
<i>Fabricia sabella</i>	4		1													4
<i>Pomatoceros triquetter</i>	2											2				5
<i>Oligochete</i> sp.		6														

TABLEAU 1 : (SUITE)

Espèces	Radiale A					Radiale B					Radiale C					Radiale D				
	1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4		1	2	3	4	
Niveaux																				
<i>Golfingia minuta</i>	2		2	2			5	1												
<i>Electra pilosa</i>	X			X			X	X	X											
<i>Ceulepora pumilosa</i>																				
<i>Lepidochiton cinereus</i>						2														
<i>Patella vulgata</i>		25				1	3					4	1							2
<i>Patina pellucida</i>				1									1							
<i>Lacuna pallidula</i>	21												1							
<i>Littorina littorea</i>	1					4	5	1				1	35				34			1
<i>Littorina obtusata</i>						3											51			
<i>Littorina saxatilis</i>	1					3					1									
<i>Cingula semicostata</i>	3													6						
<i>Hissoa parva</i>				1				1												
<i>Mucella lapillus</i>						2														
<i>Goniodoris nodosa</i>	1																			
<i>Obisthobranchie sp.</i>																				
<i>Mytilus edulis</i>	16		8	134		4	4	66	174							324				1164
<i>Modiolus sp.</i>	18					2	4	33	57			3	41	39						8
<i>Musculus discor</i>	1			1												9				1
<i>Venerupis pullastra</i>																				
<i>Hiatella gallicana</i>				1				1												
<i>Hiatella arctica</i>	2																			
<i>Phorichilidium femoratum</i>	1																			
<i>Phorichilidium tubulariae</i>							3													
<i>Phorichilidium virescens</i>																				
<i>Tanais cavolinii</i>	7	121	1									1	12	3	20					5
<i>Sphaeroma serratum</i>																				
<i>Idotea granulosa</i>	9			1		5	5	109	61			4	44	10	51		2			26
<i>Idotea neglecta</i>								1						5	8					11
<i>Janira maculosa</i>															1					
<i>Ligia oceanica</i>																				
<i>Stenothoe monoculoides</i>																				
<i>Apherusa jurinei</i>																				
<i>Calliopius crenatulus</i>						7			5											
<i>Nototropis swammerdami</i>	25		10	22				30	7					5	37					

Espèces	Radiale A				Radiale B				Radiale C					Radiale D			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4
Niveaux																	
<i>Gammarellus</i> sp.																	
<i>Martnogammarus stoeerenis</i>																	
<i>Orchestia</i> sp.																	
<i>Hyale nilssonii</i>																	
<i>Amphitoe rubricata</i>	15		2	4		1											
<i>Jassa falcata</i>	3		26	13		1											
<i>Corophium insidiosum</i>	86		11	12		4											
<i>Corophium sextoni</i>																	
<i>Caprella linearis</i>			1	2													
<i>Forcellana platycheles</i>																	
<i>Pisidia longicornis</i>				9													
<i>Pirimela denticulata</i>																	
<i>Carcinus maenas</i>	3			15		1											
<i>Pilumnus hirtellus</i>	3			7													
<i>Pinnotheres pisum</i>																	
Diptères sp. (larves)		35															
<i>Petrobius maritimus</i>																	
<i>Amphipholis squamata</i>				15													
<i>Morchelium argus</i>	4			2													
<i>Dendrodoa grossularia</i>	26		427	1		69											
<i>Botrylloides leachi</i>	X																
<i>Cyclopterus lumpus</i> (larve)				1													

TABLEAU 2 : ZONE SUBTILDALE : ETUDE QUALITATIVE

Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
<i>Terpios fugax</i>	X	X							X	X				
<i>Halichondria panicea</i>								21						
<i>Tubularia ceratogyne</i>			17						27	98			X	
<i>Tubularia larynx</i>														
<i>Halecium halecinum</i>	X									X			X	
<i>Obelia geniculata</i>	X											X	X	
<i>Sertularia falcata</i>	X	X	X											
<i>Sertularia cupressina</i>														
<i>Alcyonium digitatum</i>									2	1				
<i>Actinia equina</i>	4													
<i>Tealia felina</i>	3			3					1				2	
<i>Metridium senile</i>										16				
<i>Sagartiidae sp.</i>			20							46			29	5
<i>Nemerte sp.</i>			39	4		27	1	25	35			1	274	101
<i>Lineus sp.</i>								2						
<i>Lepidonotus squamatus</i>	27			9	7	2	1	6	11	4			8	7
<i>Sthenelais boa</i>			5	1		1				1			1	7
<i>Pholoe minuta</i>			1	2		28				6			6	
<i>Phyllococe mucosa</i>	32		25	2		8	3		12				1	1
<i>Eulalia viridis</i>	15		4	2	19								1	
<i>Eteone picta</i>	43		1	13		57							4	
<i>Kefersteinia cirrata</i>				1										1
<i>Syllis gracilis</i>				3		3	2		40	2			1	1
<i>Syllis armillaris</i>														
<i>Procerastea halleziana</i>														
<i>Nereis pelagica</i>	1								17				4	1
<i>Nereis longissima</i>									11				2	
<i>Nephtys cirrosa</i>														
<i>Polydora ciliata</i>														
<i>Cirriformia tentaculata</i>	930	2695	322000	36	2575	424	20600						187000	2
<i>Sabellaria spinulosa</i>	9		15	2	8	8				1				2
<i>Capitella capitata</i>	2			1			1						1	
<i>Lanice conchilega</i>														
<i>Fabricia sabella</i>	1													4
<i>Sabella pavonina</i>														
<i>Pomatoceros triqueter</i>	1	17	3	1						3				

A N N E X E 4

DESCRIPTION DES PEUPEMENTS BENTHIQUES

- TABLEAUX 3 À 6 : ZONE INTERTIDALE
PEUPEMENTS 1 À 4

- TABLEAUX 7 À 9 : ZONE SUBTIDALE
PEUPEMENTS 5 À 7

TABLEAU 3

SUPPLEMENT 1

Espèces caractéristiquespremier ordre

-constantes:

*Littorina saxatilis*deuxième ordre

-communes:

*Lepidochiton cinereus*Espèces préférantes

-constantes:

*Idotea granulosa**Littorina obtusata**Hyale nilssoni**Modiolus sp.*

-communes:

*Mytilus edulis**Littorina littorea**Actinia equina**Jassa falcata**Lygia oceanica*Espèces accompagnatrices

-communes:

Nucella lapillus

TABLEAU 4

PEUPLEMENT 2

Espèces préférantes

-communes:

Hyale nilssoni
Idotea granulosa
Patella vulgata
Littorina obtusata
Modiolus sp.
Carcinus maenas
Oligochètes sp.
Littorina littorea
Tanais cavolini

TABLEAU 5

EUPLÉMENT 3

Espèces caractéristiques

deuxième ordre

-constantes: *Lacuna pallidula*

-rares: *Opisthobranches sp.*

troisième ordre

-communes: *Actinothoe sphyrodeta*
Grubea pusilla
Lagisca extenuata
Cingula semicostata
Goniodoris nodosa
Sphaeroma serratum
Marinogammarus stoerensis
Orchestia sp.

Espèces préférantes

-constantes: *Idotea granulosa*
Modiolus sp.
Dendrodoa grossularia
Corophium insidiosum
Amphitoe rubricata
Polydora ciliata
Nototropis swammerdami
Grantia compressa
Jassa falcata
Tanais cavolini

Espèces accompagnatrices

-constantes: *Eteone picta*
Fabricia sabella
Littorina obtusata
Golfingia minuta
Lacuna pallidula
Mytilus edulis
Cirriformia tentaculata
Idotea neglecta
Rissoa parva
Actinia equina

TABLEAU 5 (suite)

-communes : *Sycon ciliatum*
Tubularia ceratogyne
Opisthobranchies sp.
Gammarellus sp.

Espèces accessoires

-constantes : *Nemertes* sp;
Lepidonotus squamatus
Eulalia viridis
Syllis gracilis
Patella vulgata
Carcinus maenas
Morchelium argus

-communes : *Tealia felina*
Phyllodoce mucosa
Nereis pelagica
Pomatoceros triqueter
Patina pellucida
Musculus discor
Venerupis pullastra
Hiatella arctica
Phoxichilidium femoratum
Phoxichilidium tubulariae
Pirimella denticulata
Pilumnus hirtellus
Pinnotheres pisum

Epifaune sessile

-constantes : *Hymeniacion sanguinea*
Halichondria panicea
Dynamena pumilla
Electra pilosa

-communes : *Cettepóra pumicosa*
Sertularia argentea
Botrylloides leachi

TABLEAU 6

PEUPLEMENT 4

Espèces caractéristiques

deuxième ordre

-rares: *Amphipholis squamata*

troisième ordre

-rares: *Heterocirrus alatus*
Micromaldane ornithochaeta
Calliopius crenulatus

Espèces préférantes

-constantes: *Mytilus edulis*
Jassa falcata
Polydora ciliata
Idotea granulosa
Corophium insidiosum
Nototropis swammerdami
Amphitoe rubricata
Nemertes sp.

-communes: *Modiolus sp;*
Dendrodoa grossularia

Espèces accompagnatrices

-constantes: *Tanaïs cavolini*
Eteone picta
Nereis pelagica
Syllis gracilis
Lepidonotus squamatus
Phyllodoce mucosa
Golfingia minuta

-communes: *Grantia compressa*
Fabricia sabella
Pilumnus hirtellus
Patella vulgata
Morchelium argus
Apherusa jurinei
Tubularia ceratogyne
Idotea neglecta

TABLEAU 6 (suite)

Sycon ciliatum
Pinnotheres pisum

-rares: *Corophium sextoni*
 Oligochètes sp.
Pisidia longicornis

Espèces accessoires

-constantes: *Tealia felina*

-communes: *Eulalia viridis*
Sabellaria spinulosa
Rissoa parva
Musculus discor
Gammarellus sp.
Caprella linearis
Porcellana platycheles

-rares: *Actinia equina*
Lineus sp.
Cerebratulus sp.
Pholoe minuta
Kefersteinia cirrata
Procerastea halleziana
Cirriformia tentaculata
Lanice conchilega
Patina pellucida
Littorina obtusata
Venerupis pullastra
Hiatella gallicana
Hiatella arctica
Phoxichilidium virescens
Janira maculosa
Stenothoe monoculoides
Carcinus maenas
Cyclopterus lumpus

TABLEAU 6 (suite)

Epifaune sessile

- constantes: *Halichondria panicea*

- communes: *Kirchenpaueria pinnata*
Electra pilosa

- rares: *Obelia geniculata*
Dynamena pumilla

TABLEAU 7

PEUPLEMENT 5

Espèces caractéristiques

troisième ordre

- rares :

Metridium senile
Capitella capitata
Munna kröyeri
Bathyporeia elegans
Pontocrates arenarius
Cancer pagurus
Macropipus puber

Espèces préférantes

- constantes :

Jassa falcata
Corophium sextoni
Nototropis swammerdami
Polydora ciliata
Corophium insidiosum
Caprella linearis
Eteone picta
Nemertes sp.
Mytilus edulis

- communes :

Morchelium argus

Espèces accompagnatrices

- constantes :

Janira maculosa
Lepidonotus squamatus
Stenothoe monoculoides
Eulalia viridis
Pomatoceros triqueter
Phyllodoce mucosa

- communes :

Porcellana platycheles
Modiolus sp.
Tubularia larynx
Syllis gracilis
Metopa alderi
Sabellaria spinulosa

TABLEAU 7 (suite)

- rares : *Tubularia ceratogyne*
Idotea granulosa
Bathyporeia pelagica
Stenothoides latipes
Apherusa jurinei
Procerastea halleziana

Espèces accessoires

- communes : *Tealia felina*
Nereis pelagica
Pilumnus hirtellus

- rares : *Alcyonium digitatum*
Actinia equina
Lineus sp.
Pholoe minuta
Kefersteinia cirrata
Nereis longissima
Cirriformia tentaculata
Fabricia sabella
Gibbula cineraria
Nucella lapillus
Musculus discor
Lasea rubra
Venerupis pullastra
Hiatella arctica
Nymphon brevirostris
Gastrosaccus spinifer
Gammarellus sp.
Melita obtusata
Amphitoe rubricata
Pisidia longicornis
Cyclopterus lumpus

Epifaune sessile

- constantes : *Halichondria panicea*
- communes : *Sertularia cupressina*
Didemnum sp.
- rares : *Obelia geniculata*

TABLEAU 8

PEUPLEMENT 6

Espèces caractéristiquesPremier ordre

- constantes *Sagartiidae* sp.
Ophiotrix fragilis
- communes *Asterias rubens*

Deuxième ordre

- communes *Sthenelais boa*
- rares *Alcyonidium gelatinosum*
Ascidia conchilega

Troisième ordre

- rares *Syllis armillaris*
Sabella pavonina
Acanthodoris pilosa
Mysella bidentata
Abra alba
Callipalene brevirostris
Endeis spinosa
Pycnogonum littorale
Phtisica marina
Macropipus holsatus
Amphiura securigera
Callionymus lyra

Espèces préférées

- constantes *Jassa falcata*
Nemertes spp.
Polydora ciliata
Corophium sextoni
Phyllodoce mucosa
Caprella linearis
Eteone picta
- communes *Corophium insidiosum*

Espèces accompagnatrices

- constantes *Pholoe minuta*
Caprella linearis
Lepidonotus squamatus
Pisidia longicornis
Syllis gracilis
Modiolus sp.
Cirriformia tentaculata
Lanice conchilega
Nymphon brevirostris
Phoxichilidium femoratum
- communes *Stenothoides latipes*
Stenothoe monoculoides
- rares *Tubularia larynx*
Alcyonidium gelatinosum

Espèces accessoires

- constantes *Eulalia viridis*
- communes *Nereis pelagica*
- rares *Alcyonium digitatum*
Tealia felina
Kefersteinia cirrata
Nereis longissima
Sabellaria spinulosa
Pomatoceros triqueter
Gibbula cineraria
Lasea rubra
Hiatella gallicana
Hiatella arctica
Phoxichilidium tubulariae
Gastrosaccus spinifer
Bathyporeia pelagica
Metopa alderi
Nototropis swammerdami
Melita obtusata
Fagurus bernhardus
Pirimella denticulata

Epifaune sessile

- constantes *Electra pilosa*

- communes *Hydralmania falcata*
Sertularia cupressina

- rares *Terpios fugax*
Halichondria panicea
Halecium halecinum

TABLEAU 9

PEUPLEMENT 7

Espèces caractéristiquesPremier ordre

- Constantes *Haustorius arenarius*
Urothoe brevicornis
Nephtys cirrosa

Espèces préférantes

- constantes *Bathyporeia pelagica*
Jassa falcata
Modiolus sp.
Nototropis swammerdami
Nemertes spp.

Epifaune sessile

- constantes *Sertularia cupressina*

