

263

**INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE
DES PÊCHES MARITIMES**



0
J S l
o s
← G.T.

ETUDE DE SURVEILLANCE ECOLOGIQUE
DES RESSOURCES HALIEUTIQUES

GRAVELINES
(Nord)

Rapport définitif

1er novembre 1980 - 31 octobre 1981

Volume I

ETUDE DE SURVEILLANCE ECOLOGIQUE
DES RESSOURCES HALIEUTIQUES

GRAVELINES
(Nord)

Rapport définitif
1er novembre 1980 - 31 octobre 1981
(en 2 volumes)

Etudes et rapports réalisés par :

Zooplanctologie halieutique

Daniel WOEHLING

Daniel HALGAND

Jocelyne MARTIN

Biologie de la macrofaune halieutique

Marc GIRET

Alain TETARD

avec la collaboration de

Jean-Louis BIGOT

Jean-Jacques JOFFRAUD

Catherine ROUXEL

Michèle BARDOUIL

Eric LEGAGNEUR

Bernard LIORZOU

Isabelle PERONNET

Gilles BOCQUENE

Loïc LE DEAN

Direction scientifique : André VINCENT

assisté de Marc GIRET et Nicole LACROIX

Dactylographie : Michelle DEBREYER et Sylvie GUILBERT

Avril 1982

Contrat E.D.F. - I.S.T.P.M. n° CO 1735

AVANT-PROPOS

- L'étude écologique des ressources halieutiques du site de Gravelines entreprise par l'ISTPM en 1975 est entrée depuis janvier 1978 en phase de Surveillance. Cette phase devait permettre dans un premier temps d'apprécier les fluctuations naturelles pluriannuelles des principaux paramètres hydrologiques retenus à partir de l'étude de Projet, et dans un second temps d'analyser l'incidence éventuelle de la centrale sur le milieu marin et ses ressources. -

Deux approches étroitement complémentaires ont été menées parallèlement :

étude de l'hydrologie et d'une fraction de la faune planctonique, essentiellement les oeufs et larves d'espèces exploitables (crustacés et poissons) et secondairement les principales espèces zooplanctoniques de grande taille ;

étude des peuplements constituant la macrofaune halieutique (juvéniles et adultes d'espèces exploitables).

Le présent rapport porte sur la période allant du 1er novembre 1980 au 31 octobre 1981, quatrième année de Surveillance du site et première année de fonctionnement continu de la centrale. Il est composé de deux volumes, le premier comportant l'exposé des résultats obtenus, le second réunissant les figures et tableaux en annexe.

SOMMAIRE

	Pages
Ière partie : ZOOPLANCTONOLOGIE HALIEUTIQUE	6
Introduction	7
I. - METHODOLOGIE	8
Chronologie des campagnes	8
Localisation des points de mesure	8
Mesure des paramètres hydrologiques	9
Echantillonnage du zooplancton	10
Saisie, stockage et traitement des données	11
II. - RESULTATS	12
PARAMETRES HYDROLOGIQUES	12
Température	12
Salinité	13
Oxygène dissous	14
Sels nutritifs	15
ZOOPLANCTON	15
Holoplancton	16
Cnidaires	16
Cténaires	16
Chaetognathes	17
Arthropodes-crustacés	17
Copépodes	17
Mysidacés	18
Cumacés	19
Amphipodes	19
Euphausiacés	19

Méroplancton	19
Cnidaires	20
Larves d'annélides	20
Arthropodes-crustacés	20
Décapodes natantia	20
Décapodes reptantia macroures	22
Décapodes reptantia anomoures	22
Décapodes reptantia brachyoures	24
Vertébrés	27
Poissons téléostéens	27
Poissons plats	28
IIème partie : BIOLOGIE DE LA MACROFAUNE HALIEUTIQUE	39
Introduction	40
I. - METHODOLOGIE	41
Chronologie des campagnes	41
Expression des résultats	42
II. - RESULTATS	45
A. - POISSONS	45
1.- Poissons plats	45
2.- Autres espèces	55
B. - CRUSTACES	57
CONCLUSION	63
BIBLIOGRAPHIE	68

Ière PARTIE

ZOOPLANCTONOLOGIE HALIEUTIQUE

INTRODUCTION

L'étude d'une fraction des peuplements zooplanctoniques du site de Gravelines par l'ISTPM répond au double objectif suivant.

1/ Contribuer à l'étude et au suivi des ressources halieutiques du secteur et de leur biologie par l'échantillonnage des oeufs et larves d'espèces d'intérêt économique, effectif ou potentiel.

2/ Contribuer à l'étude écologique plus générale du site en complétant l'examen du zooplancton dont les petites formes sont échantillonnées par d'autres instances participant à l'étude d'impact. On dispose ainsi d'une bonne continuité dans la connaissance des peuplements pélagiques qui intègrent plusieurs caractéristiques essentielles du milieu : tendances biogéographiques, facteurs océanologiques locaux, pontes et émissions de larves d'espèces benthiques (liées au fond) ou nectoniques (nageuses).

L'étude de la faune planctonique dans la zone d'influence du rejet doit permettre d'entrevoir l'une des formes majeures de l'incidence éventuelle de la centrale sur le milieu littoral et ses ressources. On peut considérer que l'impact de la centrale s'exercera essentiellement à travers les premiers maillons du recrutement ("pré-recrutement") du fait de leur transport passif au sein des masses d'eaux.

Cet impact peut être direct (entraînement dans le circuit de refroidissement, séjour dans le panache de rejet ou rétention sur les grilles de filtration) ou indirect (séjour dans un milieu côtier modifié par le rejet).

I. - METHODOLOGIE

Le matériel et les méthodes utilisés sur le terrain et au laboratoire sont identiques à ceux employés au cours des phases précédentes de l'étude du site de Gravelines ainsi que sur d'autres sites d'implantation de centrales nucléaires. On en trouvera une description détaillée dans les rapports d'étude afférents notamment dans le rapport de Projet du site de Gravelines (ISTPM, 1980). Nous n'en rappelons ici que les points essentiels ou particuliers concernant l'année 1981.

Chronologie des campagnes

Onze campagnes ont eu lieu entre le 1er novembre 1980 et le 31 octobre 1981, limites de cette quatrième année de Surveillance du site. Leur chronologie est donnée dans le tableau 1.

Certaines campagnes ont dû être supprimées en raison de conditions météorologiques défavorables.

Localisation des points de mesure

L'échantillonnage du zooplancton et les relevés hydrologiques ont été réalisés aux deux points habituels retenus pour l'étude de Surveillance (tabl. 2).

La position exacte des points de mesures hydrologiques et des traicts de pêche de zooplancton est indiquée dans la figure 1. Les mesures sont faites en flot autour de l'heure de la pleine mer.

Compte-tenu du fonctionnement de la centrale en 1981, le point 1, qui se trouve en flot au voisinage de la ligne diso-échauffement potentiel de 1° (pour 4 GW installés) a été pratiquement toujours à la limite de la tache thermique réelle ou hors tache.

Mesure des paramètres hydrologiques

A chaque station (correspondant à un traict de zooplancton), cinq paramètres physico-chimiques sont mesurés : température de l'eau, salinité, taux d'oxygène dissous, concentration en sels nutritifs (nitrates + nitrites, phosphates). Deux d'entre eux, température et salinité, sont l'objet de la surveillance obligatoire. Les relevés ont été faits à deux niveaux : surface et voisinage du fond.

Les échantillons d'eau sont prélevés au moyen de deux bouteilles à renversement de type NANSEN fabriquées par TSURUMI immergées simultanément, une pour chaque niveau.

Température

Le relevé est fait à l'aide de thermomètre à renversement protégés YOSHINO fixés sur les bouteilles. Celles-ci sont laissées cinq minutes dans l'eau pour la stabilisation des thermomètres ; la lecture est faite à la loupe RICHTER et WIESE.

Les valeurs lues sont corrigées au laboratoire en fonction de la température ambiante au moment de la lecture, d'après les certificats d'étalonnage fournis pour chaque thermomètre par le constructeur.

Salinité

Elle est mesurée par conductimétrie au salinomètre à thermostat AUTOSAL 8 400 et exprimée en grammes par kilogramme d'eau de mer (précision : $10^{-2} \text{ g.kg}^{-1}$).

Oxygène dissous

Son dosage est réalisé selon la méthode de WINCKLER. Les résultats sont exprimés en cm^3 d'oxygène par dm^3 d'eau de mer et en pourcentage par rapport à la saturation, d'après les tables océanographiques internationales de l'UNESCO (1973).

Sels nutritifs

Les concentrations de deux sels minéraux sont mesurées : la somme nitrates + nitrites et phosphates. Les échantillons d'eau de mer sont dosés à l'autoanalyser II Technicon. Les résultats sont exprimés en micromoles d'azote ou de phosphore par dm^3 d'eau de mer.

Echantillonnage du zooplancton

Méthode d'échantillonnage

Les pêches de zooplancton sont effectuées à l'échantillonneur Bongo grand modèle composé de deux filets cylindro-coniques de 3 m de long, 61 cm de diamètre d'embouchure et 500 μm de maille. Au cours des missions 66 à 77 inclus (du 10 juin au 29 juillet), l'un des filets a été remplacé par un filet de 315 μm de maille.

La pêche se fait en traict oblique par paliers (généralement 3) depuis le fond jusqu'en surface à la vitesse de 2 noeuds environ (1 m.s^{-1}) ; elle dure de 5 à 20 minutes selon le risque de colmatage des filets. Le volume filtré varie ainsi entre 100 et 400 m^3 environ par filet. Un volucompteur placé à chaque embouchure permet le calcul a posteriori de ce volume.

Après chaque traict, les filets sont rincés afin de rassembler les planctontes dans les collecteurs ; le contenu de chaque collecteur est recueilli dans des bocaux de 2 litres.

Conservation des échantillons

Les échantillons sont fixés à bord à l'aide de la solution décrite par MASTAIL et BATTAGLIA (1978) légèrement modifiée (ces modifications sont indiquées par BIGOT, 1979). Ce liquide conservateur est réalisé à base de formol (solution saturée de formaldéhyde à 36 % environ en masse) neutralisé et dilué à 3 % en volume dans de l'eau de mer additionnée d'agents antioxydants et complexants.

Dépouillement des échantillons

L'échantillon est fractionnée à la cuve MOTODA (MOTODA, 1959) qui permet d'en réaliser des bipartitions successives. Les taxons sont dénombrés selon la méthode de FRONTIER (1972) à partir des fractions aliquotes de l'échantillon initial ainsi obtenues, ces fractions étant d'autant plus petites que les organismes sont plus abondants (le niveau de fractionnement est estimé rapidement au départ suivant l'abondance des organismes à dénombrer).

Pour certains oeufs de poissons, nous avons distingué deux stades principaux dans l'embryogénèse en regroupant les stades décrits par MANSUETTY et HARDY et cités dans JOSSI et Coll., 1975 : axe embryonnaire non visible (stade 1) et embryon visible (stade 2).

Saisie, stockage et traitement des données

Les données brutes issues du comptage sont saisies sur micro-ordinateur SORD 203 au Centre de Calcul de l'ISTPM où les effectifs par groupe d'espèces, espèce ou stade de développement sont ramenés à l'unité de volume filtré (10 m^3). Les figures sont tracées sur table à dessiner BENSON. Après un transfert et un codage automatique sur support compatible (bande magnétique format IBM), les données sont archivées au Bureau National des Données Océanologiques (BNDO) du Centre Océanologique de Bretagne à Brest.

II. - RESULTATS

PARAMETRES HYDROLOGIQUES

Les résultats figurent dans les tableaux 3 à 8 ainsi que dans les figures 2 à 5.

TEMPERATURE (fig. 2)

Variations saisonnières

Le cycle thermique annuel de 1981 est voisin de celui observé en 1980 et caractérisé par des températures relativement élevées au cours du 1er semestre (intermédiaires entre elles de 1977 - année précoce - et 1978) et un début d'été frais (juillet).

Les enregistrements thermographiques en continu réalisés en 1980 par EDF font apparaître des fluctuations relativement importantes de la température en quelques jours, essentiellement de janvier à avril, période de fortes variations climatiques. Ce résultat ne surprend pas, compte-tenu de la faible inertie hydrologique de cette région de la côte plate en pente douce, généralement de faible profondeur. Cette caractéristique avait déjà été signalée dans des rapports précédents. Elle expliquait le fort écart thermique saisonnier et les fluctuations pluriannuelles d'amplitude relativement grandes.

On retrouve de telles variations à court terme en 1981 sur les enregistrements de température en continu ; il existe par ailleurs une bonne correspondance entre les valeurs moyennes relevées sur les capteurs immergés par EDF et celles mesurées périodiquement lors des sorties en mer pour l'étude de Surveillance halieutique. On note particulièrement un refroidissement d'environ 2°C en février puis un réchauffement rapide de 3° au cours de la première quinzaine de mars.

Par ailleurs, les fortes fluctuations infra-journalières observées sur les enregistrements fournis par les thermographes les plus côtiers pouvaient surprendre compte-tenu de la faible variabilité des mesures classiques réalisées au point côtier de l'étude de Surveillance : son suivi en cycle de marée au cours de projet n'a pas montré de telles fluctuations et les variations saisonnières observées en ce point depuis 1975 sont identiques à celles observées au point

du large (et non perturbés par une éventuelle variabilité à court terme). Des informations récentes permettent de penser que les valeurs journalières extrêmes relevées sur les thermographes, liées au cycle de marée et à l'ensoleillement, sont le fait de capteurs de surface qui reçoivent en flot comme en jusant, des eaux très côtières réchauffées. Cette stratification transitoire doit être limitée à une faible couche de surface puisque les écarts thermiques entre la sub-surface (environ - 1 m) et le fond mesurés aux bouteilles à renversement ont toujours été faibles comme encore en 1981 (voir tabl. 3 à 8).

Variations horizontales

Les gradients côte-large observés, bien que légèrement plus importants qu'en 1980, restent dans les limites des observations précédentes (au cours de l'étude de Projet, ils pouvaient dépasser 1°C ce qui est également l'ordre de grandeur de l'écart entre les points 1 et 2 en 1978).

Il convient encore de remarquer qu'un écart de l'ordre de 1°C entre les points 1 et 2 correspond à ce qui est généralement observé entre les thermographes 6 et 9, côtiers et soumis à l'influence du rejet, et le thermographe 8, plus au large. Il n'est pas exclu que cet écart entre les points 1 et 2 soit aussi dû en partie au rejet, les mesures étant réalisées en flot au moment où celui-ci s'étend le long de la digue de l'avant-port pétrolier. Il est particulièrement important le 10 mars à un moment où la production cumulée des trois tranches en fonctionnement atteignait 2 700 MW ; cependant au cours de deux autres campagnes réalisées dans des conditions semblables (le 2 juillet et le 15 septembre), l'écart n'était pas plus important qu'à d'autres dates où cette production était plus faible.

SALINITE (fig. 3)

On retrouve en 1981 un cycle halin classique et comportant deux périodes de dessalure, l'une en automne (décembre 1980 et octobre 1981), l'autre en avril-mai. La baisse de salinité printanière est du même ordre de grandeur qu'en 1980 bien que plus brutale et environ deux fois plus faible que les fortes dessalures observées en 1975 et 1976 à la même époque. Rappelons que ces périodes de dessalure n'étaient pas observées en 1978, 1979 et 1980.

On note un gradient positif régulier vers le large, résultat comparable à celui obtenu au cours des années antérieures. La stratification verticale reste très faible (tabl. 3 à 8).

OXYGENE DISSOUS (fig. 4)

Variations saisonnières

L'oxygène dissous présente en 1981 des valeurs comparables à celles des années antérieures ; la concentration reste comprise entre 5 et 8 cm³/dm³, les plus fortes valeurs étant relevées au cours du premier semestre, les plus faibles à la fin de l'été.

Des résultats précédents avaient montré une assez bonne corrélation entre la production primaire et les pics du taux de saturation ; en 1981, les trois pics observés (le 7 avril, le 10 juin et le 29 juillet) correspondent à une chute des nitrates (fig. 5). Cette concordance jointe à la reproductibilité des cycles annuels des sels nutritifs confirme la dominance à Gravelines de l'influence des phénomènes biologiques sur l'hydrologie du secteur malgré des apports d'origine tellurique ; il semble à présent que les rejets essentiellement variables (Aa et résurgences locales) soient négligeables devant le renouvellement des masses d'eau au droit du site et que les apports massifs (l'hypothèse d'une influence de l'Escaut responsable des fortes dessalures printanières apparaît comme de plus en plus fondée) obéissent eux aussi à un cycle annuel quasi-reproductible.

Variations spatiales

La structure spatiale observée est moins nette (les gradients observés sont faibles) et moins reproductibles d'année en année que pour d'autres paramètres. On ne retrouve pas en 1981 le gradient positif vers le large observé en 1980. Un gradient positif plus régulier et vers la côte semble se dessiner à partir de mai. En 1980, il avait été noté un gradient décroissant d'oxygène dissous entre les eaux au droit du site, celles de l'avant-port ouest de Dunkerque et celles du canal de prise de la centrale ; cette observation était basée sur quelques mesures seulement. Il semble d'après des informations récentes (1) qu'un tel gradient n'est pas permanent ou peut même être inverse.

(1) Remarques de M. GROSSEL de l'Institut de Biologie Marine et Régionale de Wimereux, Université de Lille.

SELS NUTRITIFS (fig. 5)

Variations saisonnières

On note en 1981, comme déjà en 1980, des valeurs maximales de nitrates plus faibles qu'au cours des années antérieures. Le cycle observé, bien que classique (valeurs élevées au cours des premiers mois de l'année puis chute correspondant à la poussée phytoplanctonique et valeurs faibles en été) montre les fluctuations notables d'avril à août. Cette variabilité se retrouve au niveau des phosphates pour lesquels on ne peut plus, en 1981, reconnaître de cycle comme précédemment. On ne peut s'interroger sur la quasi absence de diminution des phosphates alors que les nitrates accusent une chute printanière. Les chutes du 7 avril, 10 juin et 29 juillet corrélatives de pics d'oxygène dissous sont à relier à la production primaire phytoplanctonique.

Variations spatiales

On note en 1981 un gradient de concentration vers la côte plus constant pour les nitrates que pour les phosphates, à l'instar de ce qui était observé en 1980.

En résumé, et en ce qui concerne les paramètres hydrologiques et compte tenu de la trame spatiale de prélèvements, il n'a été observé en 1981 aucun phénomène qui ne s'inscrive dans le cadre des variations naturelles précédemment observées ; tout au moins pourrait-on noter un faible réchauffement au point côtier au cours de certaines périodes de fonctionnement plus intense de la centrale.

ZOOPLANCTON

Dans le cadre de cette étude de Surveillance tous les taxons (espèces ou groupes d'espèces) zooplanctoniques dont l'échantillonnage au filet Bongo est significatif, sont comptés. Cependant l'interprétation qui suit ne porte que sur les groupes les plus représentatifs du site retenus à partir de l'ensemble des observations effectuées dans le cadre de l'ensemble des observations effectuées dans le cadre de l'établissement de l'état de référence écologique et halieutique. Ce choix a été fait principalement en raison de leur abondance, de leur fréquence ou de leur rôle (espèces nourricières, espèces prédatrices, oeufs et larves d'espèces exploitables).

HOLOPLANCTON (OU PLANCTON PERMANENT)

Les espèces holoplanctoniques accomplissent l'ensemble de leur cycle biologique (de l'oeuf à l'oeuf) au sein du plancton.

CNIDAIRES

Compte tenu de leur taille souvent importante, les grandes méduses pélagiques (Scyphozoaires) ne peuvent être valablement échantillonnées au filet à plancton. Les principales espèces présentes à Gravelines ont été mentionnées dans le rapport précédent portant sur l'année 1980 ; il s'agit de *Aurelia aurita*, *Chrysaora hysoscella* et *Cyanea lamarkii*. Qualitativement, aucune prolifération anormale n'est à signaler en 1981.

CTENAIRES

. *Pleurobrachia pileus* ("groseilles" de mer) (fig. 6)

On constate en 1981 une chute des effectifs par rapport à 1980. Un phénomène semblable a eu lieu à Paluel en Manche-est. On note une plus grande abondance de ces organismes au point côtier lors du pic de fin avril et au large en mai. Une telle inversion du gradient d'abondance au cours de la saison avait déjà été constatée en 1980 ; en revanche, en 1979, c'est le point côtier qui montrait presque constamment les plus forts effectifs. Il se confirme que d'une manière générale cette espèce présente des abondances plus élevées à la côte en période de prolifération (même observation à Paluel).

On observe une légère avance dans le cycle d'abondance de *Pleurobrachia* en 1981 par rapport à 1980.

Enfin, le deuxième pic d'abondance automnal qui était très important en 1979 et esquissé en 1980 n'est pas observé en 1981.

. *Beroe cucumis* (tabl. 10)

Cette espèce n'est observée qu'au cours de deux campagnes (29 avril et 12 mai). Des observations antérieures semblaient montrer que la période de présence de *Beroe* était restreinte et que notamment le pic des effectifs se produisait dans un court laps de temps ce qui le rend difficile à saisir. Il convient donc d'être

prudents quant à la comparaison des "cycles" annuels successifs et des effectifs observés (qui diminuent en apparence d'un facteur 10 entre 1980 et 1981). En 1981 cette période de présence coïncide avec le pic de *Pleurobrachia* alors qu'en 1980 elle était plus tardive.

On note un gradient d'abondance positif très net vers la côte en 1981 (comme en 1980).

CHAETOGNATHES

Principaux prédateurs holoplanctoniques d'automne et d'hiver, les chaetognathes sont rencontrés dans la totalité de nos prélèvements (fig. 7).

Alors que les densités maximales observées en 1979 et 1980 (de 300 à 320 ind./10 m³) étaient comparables, on retrouve en 1981 des densités semblables à celles rencontrées de 1975 à 1978 (100 à 180 ind./10 m³).

Il est à noter qu'au cours du maximum de septembre, les densités sont supérieures au point du large.

ARTHROPODES, CRUSTACES

Les crustacés holoplanctoniques comportent les espèces les plus abondantes numériquement. Seules seront examinées les espèces de grande taille : certains copépodes, mysidacés, cumacés, amphipodes et euphausiacés.

Copépodes

. *Calanus* sp. (constitué en majeure partie de *C. helgolandicus*)

Le cycle d'abondance observé en 1981 (fig. 8) est classique avec deux périodes principales, au printemps d'une part, en été et en automne d'autre part, séparées par une chute, des effectifs au début de l'été.

En 1981, on retrouve des abondances comparables à celles des années antérieures, les effectifs exceptionnels observés au printemps 1980 (à Paluel également) ne se reproduisent pas. D'une manière générale, les fluctuations d'abondance pour cette espèce sont relativement importantes d'année en année.

On observe en 1981 la plupart du temps un gradient d'abondance positif vers le large comme lors des années antérieures.

. *Labidocera wollastoni* (fig. 9)

On observe depuis 1978 une bonne reproductibilité des cycles d'abondance de cette espèce estivale.

En 1981, contrairement à 1980, l'espèce est plus abondante au point du large.

Mysidacés

En raison de leur grande taille, les mysidacés peuvent constituer une source de nourriture importante pour les poissons démersaux (gadidés) benthiques (plies, turbots) et pélagiques (harengs).

On retrouve en 1981, les trois principaux taxons représentés par l'espèce *Gastrosaccus spinifer*, le genre *Schistomysis* sp (en grande partie *S. spiritus*) ainsi que l'espèce *Mesopodopsis slabberi*.

. *Gastrosaccus spinifer*

Observée au printemps et en automne au point du large (fig. 10), cette espèce présente en 1981 des effectifs nettement inférieurs à ceux rencontrés en 1980 (70/10 m³).

. *Schistomysis spiritus*

A Gravelines, *Schistomysis spiritus* est l'espèce la plus abondante et présente des effectifs maximums en hiver et en début de printemps (fig. 11). Les densités maximales, observées au point côtier en hiver et au point du large en automne sont légèrement inférieures à celles rencontrées en 1980.

. *Mesopodopsis slabberi*

De large répartition géographique, cette espèce présente sur le site en 1981 des effectifs de l'ordre de 4 ind./10 m³ lors du maximum (fig. 12), ils sont nettement inférieurs à ceux observés les années précédentes. On remarque souvent un net gradient vers le point côtier.

Cumacés

Ces planctontes benthopélagiques des fonds sableux et vaseux sont comme à l'accoutumée bien représentés dans le plancton de Gravelines.

Les densités maximales sont observées en avril au point côtier et en septembre au point du large (fig. 13).

Leurs effectifs de l'ordre de 25 à 40 par 10 m³ sont légèrement supérieurs à ceux des années précédentes.

Amphipodes

Présents également dans la presque totalité des échantillons planctoniques (fig. 14), ces crustacés, de par leur éthologie et leur biomasse, constituent avec les cumacés une source importante de nourriture pour les poissons benthiques.

En 1981, les densités observées sont à peu près identiques à celles de 1980 et supérieures à celles des années précédentes.

Euphausiacés

Pour des raisons de sélection de maille, les premiers stades larvaires ne sont pas capturés dans nos prélèvements tandis que les "calyptopis", "Furcilia" et post-larves sont représentés dans quelques échantillons (tabl. 10).

Les densités larvaires sont inférieures à celles notées en 1980.

MEROPLANCTON (OU PLANCTON TEMPORAIRE)

Les oeufs et larves d'espèces benthiques (liées au fond) ou nectoniques (nageuses) ainsi que les phases sexuées libres (méduses) des cnidaires fixés forment une fraction temporaire du zooplancton.

Le méroplancton de Gravelines comporte principalement des larves de vers annélides, de crustacés (cirripèdes et décapodes) ainsi que des oeufs et larves de poissons (éléments relativement bien représentés), et enfin des hydroméduses et des larves de mollusques. Dans l'ensemble, la diversité spécifique est moins grande que celle observée sur les sites de Manche, en raison de la latitude et de l'uniformité des substrats.

Les larves de cirripèdes et de mollusques, en raison de leur petite taille, ne sont pas traitées par l'ISTPM.

CNIDAIRES

Les méduses d'hydrozoaires, généralement de petite taille (de l'ordre du cm) présentent en 1981 deux périodes d'abondance (fig. 15) : au printemps (maximum de 40 ind./10 m³ au point 1, le 29 avril) et en automne (maximum de 80 ind./10 m³ au point 1, le 6 octobre). Ces densités sont nettement plus élevées qu'en 1980 où l'on observait un maximum d'environ 15 ind./10 m³ en octobre et 5 ind./10 m³ en mai. Si les périodes d'abondance semblent ainsi reproductibles, les maximums en revanche sont très variables.

En 1981, on note un gradient d'abondance positif quasi constant vers la côte, particulièrement important lors du pic printanier (40 ind./10 m³ au point 1 contre 0,6 au point 2 en avril) ; un tel gradient, moins fort cependant, est noté en automne. La même observation a été faite en 1980.

LARVES D'ANNELIDES

Les larves d'annélides constituent une partie intéressante du méroplancton puisqu'elles contribuent d'une façon non négligeable au régime alimentaire de nombreux poissons (WHEELER, 1975).

Sous-échantillonnées dans nos pêches du fait de leur petite taille, les larves de l'espèce *Lanice conchilega* ne sont plus dénombrées dans nos prélèvements.

Présentées dans de très nombreuses pêches (fig. 16), les larves d'annélides ont en 1981 des densités supérieures à celles des autres années.

ARTHROPODES CRUSTACES

Décapodes Natantia

A côté des larves de crevette grise *Crangon crangon*, toujours abondantes à Gravelines, le groupe des natantia comporte cette année des larves de *Philocheras trispinosus* et d'*Hippolyte prideauxiana* dont l'abondance n'atteint pas celle observée en 1978 et/ou 1979 ; les effectifs des larves appartenant

au genre *Eualus*, très peu capturées en 1980, sont en 1981 de l'ordre de ceux notés en 1978 et 1979 ; enfin, parmi les espèces rencontrées sporadiquement sur le site depuis le début des études, on note cette année la présence des Palaemonidés.

Le lecteur se reportera aux figures 22 à 24 et au tableau 11 en annexe pour avoir des précisions concernant la période de présence et les densités trouvées.

On remarque que, comme les autres années, les larves ont été capturées essentiellement au point 2 excepté les larves de Palaemonidés un peu plus abondantes au point 1 (comme en 1978).

. *Crangon crangon* (L.), la crevette grise

La figure 17 regroupant pour le point 1 les résultats des quatre années de Surveillance, fait apparaître une fluctuation assez importante dans les densités maximales des larves et des dates où celles-ci se produisent. On a représenté seulement les densités au point côtier car c'est en ce point que l'on a trouvé un nombre important de larves et post-larves en 1980 ; les autres années les résultats concernant les deux points de prélèvement sont peu différents, comme l'indique la figure 18 pour l'année 1981.

Les densités des stades 1 sont relativement faibles de 1978 à 1980 (fig. 19 et 20 et résultats 1979 à paraître), le nombre maximum observé étant de 9,5 larves/10 m³.

En revanche, en 1981, un effectif de 41 larves/10 m³ au stade 1 est trouvé au point 2 début avril (fig. 21) représentant une densité de 4 à 10 fois plus importante que les densités maximales observées les trois années précédentes.

Les variations saisonnières des post-larves (fig. 18) montrent un pic d'abondance début avril au point 1, plus précoce que les trois années antérieures (fig. 17 b) ce qui correspond à un recrutement également précoce des juvéniles cette année (ISTPM, 1982 à paraître).

Décapodes Reptantia macroures

Les larves d'*Upogebia* sp. ainsi que celles appartenant à l'espèce non encore identifiée de Thalassinidé, ont été très peu récoltées cette année, probablement en raison de l'absence de prélèvement en août, mais au cours duquel elles présentent généralement leur pic d'abondance.

Comme les années précédentes, c'est toujours le point du large qui est le plus productif.

A côté de ces deux taxons pour lesquels on a pu observer certaines années (1978 surtout) des densités importantes (supérieures à 100 larves/10 m³), on note la présence d'*Axius stirhynchus* en septembre, espèce assez sporadique dans le secteur de Gravelines.

Le lecteur se reportera à la figure 25 et au tableau 11 pour avoir plus de précisions sur les densités et les dates auxquelles elles ont été trouvées.

Décapodes Reptantia anomoures

. Porcellanidés

(2 stades "larve", 1 stade "glaucothoé")

Comme les années précédentes, la plupart des larves récoltées en 1981 doivent appartenir à l'espèce *Pisidia longicornis*, seule espèce trouvée au stade glaucothoé cette année (les glaucothoés de *Porcellana ptycheles* sont absentes dans les prélèvements effectués depuis 1979).

L'observation de la figure 26 a suggère une faible abondance des larves de Porcellanidés sur le site en 1981 par rapport aux années précédentes, mais la figure 26 b montre une variation des effectifs de glaucothoés de *Pisidia longicornis* identique à celle de 1979, ce qui nous laisserait penser que les dates de prélèvement (29 juillet et 15 septembre) se situent de part et d'autre du pic d'abondance réel des larves.

On remarque d'après les mêmes figures, que la densité maximale des larves et glaucothoés, observée très tôt en 1980 (fin juin) ne se reproduit pas en 1981.

Comme les années précédentes, c'est au point 2 que les effectifs maximums de larves et glaucothoés ont été trouvés en 1981 (fig. 26) ; c'est pourquoi nous avons choisi de représenter les variations pluriannuelles des densités trouvées en ce point (fig. 27).

. Paguridés

(4 stades "larve", 1 stade "glaucothoé")

C'est toujours l'espèce *Pagurus bernhardus* qui représente la presque totalité des récoltes de larves de paguridés à Gravelines (fig. 28). Les larves de *P. cuanensis* et *P. prideauxi*, sporadiquement présentes sur le site, n'ont pas été trouvées cette année. La densité des larves de *Anapagurus hynemannii* et *Diogenes pugilator* n'atteint pas 1 ind./10 m³ en 1981.

Pour toutes les espèces, la plupart des larves ont été récoltées au point 2, en 1981 comme les années précédentes.

La figure 29 a qui représente les variations pluriannuelles des larves de *Pagurus bernhardus* en ce point 2, montre que les résultats de 1981 reproduisent ceux de 1979 avec un effectif maximum de l'ordre de 20 larves/10 m³ début avril ; les glaucothoés (fig. 29 b) sont toujours aussi peu échantillonnées, ce qui s'expliquerait par leur habitat (voir ISTPM 1982 b, à paraître).

. *Galathea* sp.

(4 ou 5 stades "larve", 1 stade "glaucothoé")

Peu abondantes à Gravelines, les densités de larves de Galatées sont en 1981 nettement inférieures à 1/10 m³ (comme en 1980), alors qu'en 1978 et 1979 leur effectif maximum atteint environ 5/10 m³ en juillet et septembre respectivement. Aucune glaucothoé n'a été trouvée en 1981.

Récoltées uniquement au point 2, toutes les larves capturées appartiennent cette année à l'espèce *Galathea intermedia* (fig. 30).

Décapodes Reptantia brachyours

Espèces d'intérêt commercial

- . *Macropipus puber* (L.), l'étrille
(5 stades "zoés", 1 stade "mégalope")

La figure 31 qui représente les variations pluriannuelles des densités de zoés (a) et mégaloopes (b) d'étrille au point 2 (ce point étant toujours un peu plus riche) montre que les zoés capturées sont aussi peu abondantes en 1981 qu'en 1979 (effectifs maximums de 6 et 7 zoés/10 m³ respectivement). Les mégaloopes, généralement mal échantillonnées, présentent des maximums peu différents d'une année à l'autre.

L'abondance des zoés notée en 1978 (224/10 m³ en août) due à des stades 2, 3 et 4 ayant éclos dans des secteurs voisins, n'a pas été observée depuis.

Les densités de zoés au stade 1 varient relativement peu d'une année à l'autre (fig. 33 à 35), leurs effectifs maximums étant compris entre 0,5 (en 1979) et 22 (en 1980). En 1981, comme en 1980, les densités maximales (respectivement 22 et 3/10 m³) sont observées aux mêmes dates et montrent que la plupart des éclosions se produisent dans le secteur fin juin début juillet.

En ce qui concerne les autres espèces d'intérêt commercial, seule une mégalope de tourteau *Cancer pagurus* a été trouvée en 1981 (fig. 36). On peut rappeler la présence de zoés et mégaloopes de tourteau en 1978 et de mégaloopes d'araignée en 1979.

Espèces d'intérêt non commercial

Les larves d'espèces ne présentant pas d'intérêt commercial mais pouvant présenter, de par leur abondance dans le secteur un intérêt trophique appartiennent à l'espèce *Carcinus maenas* et au genre *Macropipus* sp.

- . *Carcinus maenas* (L.), le crabe vert
(4 stades "zoé", 1 stade "mégalope")

La figure 37 présentant les variations de la densité des larves de crabe vert en 1981, montre que, comme les années précédentes, les zoés et mégaloopes de cette espèce sont plus abondantes au point côtier, ce qui est également le cas dans d'autres secteurs comme celui de Paluel.

La figure 38 représentant les variations pluriannuelles au point 1 indique que les résultats obtenus en 1981 sont assez proches de ceux de 1978 avec toutefois une densité maximale de zoés plus forte (65 au lieu de 25/10 m³) mais une densité de mégalopes plus faible (12 au lieu de 45/10 m³).

Cette densité maximale de zoés, la plus élevée observée depuis le début de l'étude de Surveillance, est faible comparée à celle de 1977 (261/10 m³).

Depuis le début des études effectuées sur le site de Gravelines (et de Paluel) on note dans les densités de zoés de crabe vert des fluctuations assez importantes, résumées dans le tableau suivant qui précise les densités maximales obtenues chaque année. De 1975 à 1978, il semble que les variations de densités soient identiques sur les deux sites, ce qui était indiqué dans le rapport concernant l'étude de projet (ISTPM, 1981 a). En revanche, les résultats des trois dernières années sont assez dissemblables ; cependant la densité très faible obtenue à Gravelines en 1980 pourrait s'expliquer par une absence de prélèvement entre le 2 avril et le 20 mai.

L'époque de plus forte abondance observée à Gravelines semble suivre de près celle de Paluel, avec au maximum un mois d'écart entre les deux.

Années	Paluel		Gravelines	
1975	11	début juillet	9,5	début juillet
1976	69	début juin	72	début juillet
1977	167	début mai	261	fin mai
1978	32	fin mai	25	fin mai
1979	67	début juin	17	fin mai
1980	451	début mai	21	fin juin
1981	25	fin avril	65	mai

- . *Macropipus* sp. Prestandrea, autres que *M. puber*
(5 stades "zoé", 1 stade "mégalope")

Les densités de larves (zoés surtout) de *Macropipus* sp. présentent chaque année comme la plupart des espèces un gradient côte-large positif à Gravelines (fig. 39 et rapports précédents) ; c'est pourquoi nous avons choisi le point du large pour établir la figure 40 relative aux variations pluriannuelles.

Cette figure montre qu'en 1981 on retrouve un effectif maximum important comme en 1980 (134 et 186 zoés/10 m³ respectivement).

Ces résultats présentent des analogies avec ceux obtenus en 1977, tant au point de vue de l'abondance que de la précocité ; une influence éventuelle du fonctionnement de la centrale n'est donc pas encore à envisager.

Pour les autres espèces de reptantia brachyours, peu abondants, le lecteur se reportera au tableau 12 et aux figures 41 à 45 en annexe. Ces figures présentent les espèces par ordre d'abondance décroissante en prenant comme critère d'abondance la densité maximale obtenue depuis le début des études sur le site, sans tenir compte toutefois des résultats concernant l'année 1979, non disponibles lors du montage des figures.

L'examen des résultats de l'année 1981 nous permet de dégager quelques caractéristiques nouvelles du site, comme la présence de mégalopes d'*Eurynome aspera* (seule une zoé avait été identifiée mais avec incertitude, dans un prélèvement d'octobre 1976) ; on peut signaler en revanche l'absence de larves (zoés et mégalopes) d'*Ebalia cranchii* malgré l'abondance relative des zoés en 1980 comparée aux années précédentes.

Malgré des prélèvements assez rapprochés au début de l'été 1981, le pic d'abondance des zoés de *Pirimela denticulata* de l'année 1980 (9/10 m³ fin juin) n'a pas été retrouvé.

Enfin le pic d'abondance des zoés de *Thia polita* atteignant une densité de 24/10 m³ en 1978 est très faible en 1981, comme en 1979, probablement en raison de l'absence de prélèvement en août.

VERTEBRES

Poissons téléostéens

Poissons d'intérêt commercial à Gravelines

A Gravelines, les espèces les plus fréquentes dans le secteur sont la morue et le merlan ; elles sont l'objet d'une pêche importante en automne et en hiver.

. *Merlangius merlangus* (L.), le merlan

Cette espèce démersale, très commune sur le site, se reproduit en Manche de la mi-janvier dans le sud à juillet au nord, le maximum se produisant vers avril-mai pour des températures supérieures à 9°C (RUSSEL, 1976). Des oeufs de merlan sont récoltés dans les prélèvements d'avril pour des températures comprises entre 8°C et 9°C. Le maximum de 2,4 oeufs/10 m³ est observé au point du large (fig. 46 a).

Les larves présentes dans les prélèvements de mai et juin (fig. 46 b) montrent des effectifs inférieurs à ceux de 1977 et 1978; en revanche, il sont supérieurs à ceux de 1980.

. *Gadus morhua* (L.), la morue (ou cabillaud)

Presqu'essentiellement benthique, la morue se rencontre le plus souvent dans des eaux peu profondes (de 20 à 100 m) dont la température est généralement comprise entre 0 et 10°C.

Des frayères de morue existent, entre autres, dans le sud de la Mer du Nord, ainsi qu'au milieu de la Manche orientale (ORAY, 1965 ; DICKSON et Coll., 1974). La période de ponte s'étend de décembre à mai suivant les régions.

En 1981, on a noté la présence de quelques oeufs de morue le 10 mars au point côtier (température de l'eau de 7°C, salinité de 33,4.10⁻³). Le temps d'incubation étant assez long (environ 16 jours à 6°C), ces oeufs sont sans doute apportés sur le site par les courants.

Aucune larve n'a été observée depuis le début des études.

. *Scomber scombrus* (L.), le maquereau

Les géniteurs du stock dit de l'"ouest" qui alimentent le site en oeufs et larves de manière variable d'année en année, se reproduisent suivant les secteurs de février à août, pour des températures comprises entre 9° et 17°C (LOCKWOOD et all. 1977).

Les densités en oeufs (1,4/10 m³ en mai 1981) sont supérieures à celles rencontrées au cours des années de Surveillance (0,05 en 1978, 0,5 en 1979, 0,3 en 1980) mais nettement inférieures à celles observées en 1975 (58/10 m³).

Aucune larve n'a été récoltée dans nos pêches planctoniques de 1981.

Poissons plats

. *Scophthalmus rhombus* (L.), la barbue

En 1981, les oeufs de barbue sont trouvés de début avril à début juillet (fig. 47) à peu près à la même période qu'en 1980 et toujours en faible densité (maximum 0,4/10 m³).

Depuis 1980, ils sont rencontrés plus fréquemment qu'au cours des années antérieures et principalement au point côtier : en 1981, sur 5 campagnes, les oeufs de barbue ont été trouvés à la côte au cours de 4 d'entre elles.

On note cette année encore, l'absence totale de larves dans les prélèvements.

. *Psetta maxima* (L.), le turbot

Les oeufs de turbot sont rencontrés au cours des deux campagnes de juillet (tabl. 15 et 16). Cette période de présence coïncide avec les observations précédentes.

Comme pour la barbue, aucune larve n'a été pêchée en 1981.

La rareté des oeufs de la barbué et du turbot provient essentiellement de la présence clairsemée des adultes dans le secteur. Une assez bonne reproductibilité des cycles annuels indique par ailleurs que les faibles densités d'oeufs ne sont pas dues au décalage des dates d'échantillonnage par rapport aux pics de reproduction. L'absence totale de larve est vraisemblablement due à leur localisation très côtière.

. *Limanda limanda* (L.), la limande

Les résultats obtenus en 1981 (fig. 48) montrent une augmentation notable du nombre d'oeufs et de larves de limande par rapport à 1980 : aux alentours de $0,5/10\text{ m}^3$ contre 0,05 en 1980. Comme en 1980, les oeufs sont rencontrés au cours d'une seule campagne ; le maximum se trouve au large. Le gradient est inversé pour les larves.

. *Solea vulgaris* Quensel, la sole commune

La reproduction de la sole en 1981 est relativement précoce puisque des oeufs sont observés dès le 10 mars (tabl. 16) et que le maximum est atteint début avril (fig. 49 et 50). La précocité des pontes et l'importance du pic (plus de 45 oeufs par 10 m^3 au point côtier) rappelle les observations faites en 1977 où, comme en 1981, les premières pontes avaient lieu environ à la même époque par des températures comprises entre 6 et 7° ; durant ces 2 années, on n'observe par ailleurs jamais de températures très basses au cours de l'hiver précédent, (ce qui correspond à la phase de maturation des géniteurs), cette clémence des températures pourrait expliquer à la fois la précocité des pontes et le fait que le maximum soit important et atteint peu après le début de la période de frai. Cette comparaison suggère encore qu'un refroidissement fin février 1981 (les enregistrements thermographiques indiquent une chute d'environ 2°C entre début et fin février), est responsable du décalage mineur observé entre ces deux années dans la date du début des pontes et celle du maximum : respectivement fin février et fin mars en 1977, début mars et début avril en 1981.

En 1980, malgré des températures voisines au printemps de celles de 1981, les pontes étaient dans l'ensemble plus tardives (maximum entre début avril et fin mai) : ce résultat concorde avec l'observation de températures relativement basses en janvier 1980 (jusqu'à 3°5) et d'une chute au cours de la deuxième quinzaine de mars.

Ces observations confirment ainsi les relations assez étroites entrevues précédemment entre l'allure des cycles thermiques annuels (du moins au cours des mois d'hiver et de printemps) et celle des courbes de variations saisonnières de densité des oeufs de sole à Gravelines.

On remarque notamment que pour peu que les températures hivernales ne soient pas trop basses, la ponte débute dès fin février, lorsque les eaux dépassent 6° et atteint son maximum vers fin mars à 8° environ.

*variété
bon
sur la*

Dans cette perspective, il n'est pas exclu que les eaux chaudes de rejet n'induisent une ponte précoce chez quelques géniteurs séjournant dans le panache. Cependant, leur contribution au total des oeufs échantillonnés, compte tenu de la faible étendue de l'aire concernée (surtout en 1981 où la centrale a fonctionné à l'équivalent de 3 fois 900 MW seulement et au cours de périodes limitées) n'est pas de nature à modifier les courbes de densité dans le milieu.

Des densités moyennes sont encore notées en mai 1981 et les pontes s'achèvent courant juillet, comme toutes les années à début d'été frais (chaque année depuis 1975, 1976 excepté) ainsi que sur les sites de Manche ouest. L'ensemble de la ponte s'étend ainsi sur plus de quatre mois.

Le gradient de densité positif des oeufs vers le point côtier est très net en 1981, comme chaque année, surtout en début de saison de ponte (lors de l'étude de Projet, c'était ce point également qui présentait les plus forts effectifs et non un point encore plus côtier qui était échantillonné à cette époque). Ce résultat est probablement dû à la localisation préférentielle des géniteurs à quelque distance de la côte. Si cette localisation n'est pas perturbée par la centrale (ou d'autres facteurs naturels ou non), cela devrait limiter un éventuel impact sur le déplacement de la période de ponte puisque la frayère présumée est située hors-zone d'influence du rejet.

La période de présence des larves est plus tardive que celle des oeufs (fig. 50 b). Leurs densités sont d'un ordre de grandeur normal, inférieures à celles de 1977 ou 1980. Un léger décalage par rapport à 1980 (maximum en mai alors qu'il avait eu lieu en juin 1980) confirme l'avance de la période de ponte en 1981. Les gradients côte-large, contrairement à ce qui est observé pour les oeufs, ne

sont pas reproductibles pour les larves : le maximum se trouve au point 2, alors qu'il se trouvait au point 1 en 1980 ; cette variabilité de la répartition côtière large avait déjà été notée à propos d'observations antérieures.

Enfin, les relations entrevues entre cycles thermiques annuels, ponte et recrutement des larves se confirment de plus en plus : il semble que les années à ponte précoce (1977, 1980, 1981) donnent lieu à un mauvais recrutement de juvéniles en automne alors que lorsque la ponte est tardive (en 1978 et 1979), le recrutement est meilleur comme cela se dégage des résultats obtenus par l'équipe responsable de la deuxième partie de cette étude (intitulée : "Biologie halieutique").

Des fluctuations de recrutement allant dans le même sens sont également enregistrées dans d'autres zones de la Mer du Nord. Il s'agit donc de variations pluriannuelles affectant un ensemble de secteurs : les observations très localisées réalisées à Gravelines n'en sont que le reflet.

Ces variations importantes dans le recrutement des juvéniles sont dues aux taux de mortalité variables d'année en année, affectant principalement les oeufs et larves. Un certain nombre de données permettent de penser qu'une ponte précoce se solde non seulement par une mortalité importante des oeufs (en raison de températures encore basses), mais encore des larves par la rareté de la nourriture disponible et l'absence d'une température minimale requise pour leur nutrition.

Remarquons également qu'au cours de l'année 1977, le CNEOX enregistrait une baisse de productivité secondaire planctonique et que 1981 est marquée par des taux en sels nutritifs inférieurs à ceux enregistrés au cours des années antérieures, une baisse globale de nourriture planctonique disponible pourrait donc également expliquer les baisses du recrutement.

Ces considérations suggèrent qu'une avance de la période de maturation éventuellement induite par la centrale peut se traduire par un déficit de recrutement de juvéniles dans une proportion qui devrait rester faible compte tenu du nombre de géniteurs qui pourraient être concernés ; l'essentiel de l'impact de la centrale sur la population de sole proviendrait surtout d'un éventuel déficit

des oeufs et larves affectés par le transit dans les circuits de refroidissement. L'importance potentielle de ce déficit, ainsi que ses répercussions sont actuellement à l'étude (étude de survie et modélisation de la population locale).

Poissons d'intérêt commercial réduit ou nul à Gravelines

Parmi les espèces qui vont suivre, certaines ne sont actuellement pas l'objet d'une exploitation commerciale à Gravelines, soit en raison de leur faible abondance malgré leur qualité (hareng, sardine, sole perdrix), soit en raison d'une qualité jugée moindre ou d'une exploitation difficile (sprat, anchois, tacaud, chinchard, lançons et équilles, petite vive, solenette) ; elles représentent cependant une potentialité halieutique à Gravelines puisqu'elles sont exploitées dans d'autres secteurs. D'autres espèces, en revanche, n'ont aucun intérêt commercial (motelles, gobiidés, callionymidés).

. *Clupea harengus* (L.), le hareng

On retrouve cette année quelques larves de hareng dans nos prélèvements de mars à avril. Un maximum de 0,5 larves/10 m³ est observé au point côtier début avril (tabl. 14) ; d'après leur taille, elles sont issues de pontes de fin décembre début janvier. Les effectifs larvaires sont légèrement supérieurs à ceux observés en 1980.

. *Sardina pilchardus* Walbaum, la sardine

En 1981, les oeufs de sardine (tabl. 13 et 14) ne sont rencontrés qu'au cours d'une seule campagne (le 12 mai) et en un point seulement (point 2).

Aucune larve n'a été pêchée ; cependant, il est possible que comme lors des années précédentes, quelques larves de sardine figurent parmi les jeunes larves de clupéidés non identifiées (fig. 53). Leur proportion est certainement faible ou nulle, compte tenu de la rareté des larves de sardine parmi les grandes larves de clupéidés qui seules, peuvent être identifiées à l'espèce.

. *Sprattus sprattus* (L.), le sprat

Le secteur de Gravelines constitue une partie des frayères et nourrices se rapportant aux populations locales littorales relativement sédentaires qui se succèdent le long des côtes orientales de la Mer du Nord. Le sprat n'y

est cependant pas l'objet d'une exploitation commerciale bien que l'abondance de cette espèce au moment de la reproduction est vraisemblablement loin d'être négligeable (d'après les observations portant sur les oeufs et larves).

Le phénomène dominant observé en 1981 reste la précocité inhabituelle du maximum de ponte par rapport aux années précédentes, celui-ci en effet est observé le 7 avril (fig. 52 a) plus d'un mois et demi avant celui de 1977, année comparable du point de vue de son cycle thermique comme il a été souligné plus haut.

Ce résultat inhabituel est cependant à nuancer ; en effet, des effectifs importants d'oeufs avaient été observés en 1975 dès février. Ceci confirme que des températures relativement élevées au cours de la période de maturation peuvent induire des pontes très précoces. L'excellente reproductibilité des cycles d'abondance des oeufs (dans le temps et quantitativement) de 1976 à 1979 doit être considérée plutôt comme une coïncidence due à la succession d'hivers relativement froids (1976, 1979), d'hivers doux suivis de refroidissements printaniers (1977) ou des températures intermédiaires pendant les mois de l'année (1977) ou des températures intermédiaires pendant les premiers mois de l'année (1978) ; le maximum de reproduction était ainsi repoussé chaque fois en fin de printemps et se produisait chaque année dans un intervalle de temps restreint (mi-mai à mi-juin), selon un mécanisme bien connu dans les zones septentrionales. Une telle reproductibilité est également observée de 1978 à 1981 à Paluel.

En revanche, des pontes précoces (1975 et 1981) se traduisent par une plus grande variabilité des densités d'oeufs, par un phénomène naturel dû à l'étalement des pontes.

Enfin, la précocité de la reproduction du sprat en 1981 est également observée en Manche-est (à Paluel) où des densités égales à 20 % de celles du maximum sont notées dès février et où le pic est atteint également en avril.

En définitive, on peut considérer que les résultats relatifs à la ponte du sprat en 1981 à Gravelines sont le fait de variations naturelles. Le déplacement éventuel de la période de ponte chez les géniteurs séjournant dans le panache, hypothèse plausible, ne saurait avoir d'incidence sur l'allure de la courbe de variation d'abondance, compte tenu probablement de leur faible

contribution au total des oeufs échantillonnés. Les modalités de fonctionnement de la centrale en 1981 ont que, par ailleurs, l'aire concernée par un échauffement notable (supérieur à 1°C) est relativement restreinte (d'après les enregistrements thermographiques disponibles et une information EDF sur l'allure de la tache thermique réelle).

Les densités de larves (fig. 52 et 53) sont d'un ordre de grandeur normal (voisines de celles observées en 1976, 1977, 1979 et 1980, bien qu'environ deux fois supérieur à celles de 1975 et 1978) ; leur maximum en avril-mai confirme la précocité des pontes.

. *Engraulis encrasicolus* (L.), l'anchois

En 1981, on observe une recrudescence de la ponte de l'anchois à Gravelines (fig. 54). Cette espèce représentée dans la région par une petite population locale établie le long des côtes belges et hollandaises était pratiquement absente du plancton de Gravelines en 1979 et 1980 alors que les densités maximales d'oeufs atteintes de 1976 à 1978 dépassaient 100/10 m³. En 1981, on retrouve des densités proches de celles de 1975 (environ 40/10 m³). En revanche, on note un gradient d'abondance des oeufs vers la côte contrairement à ce qui était observé précédemment.

Aucune larve n'est rencontrée en 1981. L'examen des résultats de 1979 (où les oeufs d'anchois étaient rares) montre que la quasi-absence des oeufs d'anchois en 1980 doit être attribuée à un phénomène naturel tout comme leur réapparition en 1981 ; il n'est pas exclu cependant que la reprise des pontes aux alentours du site ne soit due à l'attraction exercée par le rejet sur cette espèce très thermophile dans les zones septentrionales de son aire de répartition. Rappelons que la population du secteur dérive de celle qui occupait le Zuydersee avant sa fermeture définitive et dont la ponte s'effectuait dans un intervalle de temps très restreint lors du réchauffement intense des eaux au début de l'été.

. *Trisopterus luscus* (L.), le tacaud

En Manche, la reproduction aurait lieu principalement au-dessus des fonds d'une soixantaine de mètres (WHEELER) ; les pontes s'échelonnent de janvier à août avec un maximum d'intensité au début du printemps, en mars-avril (SCHMIDT,

1902-1907). En 1981 des oeufs sont récoltés dans les prélèvements de mars et avril. Le maximum (6 oeufs/10 m³) est observé en avril au point du large (fig. 55 a).

Les effectifs de larves, présentes également au point du large, sont faibles : maximum de 0,2/10 m³ (fig. 55 b).

. *Trisopterus minutus* (L.), le capelan

Cette petite espèce, plus commune en Manche qu'au sud de la Mer du Nord, se reproduit de février à juin à des profondeurs de 50 à 100 m.

Quelques larves sont récoltées dans nos pêches planctoniques d'avril (tabl. 14). Leurs effectifs sont plus faibles que ceux de 1980.

. *Onos sp* (L.), les motelles ou loches

Les oeufs de ces espèces côtières sont rencontrés de mars à juillet 1981 avec un maximum en avril (fig. 56) au point côtier. Cette année, les effectifs sont nettement supérieurs à ceux observés au cours des années antérieures. De plus, pour la première fois, quelques larves sont récoltées dans les prélèvements de début avril au point du large (tabl. 14).

. *Trachurus trachurus* (L.), le chinchard

Cette espèce néritique pélagique qui possède une vaste aire de répartition géographique, effectue pendant la saison de nutrition-frai, au printemps et en été, des migrations en bancs clairsemés vers le nord-est.

Le frai a lieu d'avril à septembre suivant la latitude.

En 1981, des oeufs sont rencontrés à Gravelines vers la fin du printemps et en été (fig. 57), principalement vers le large, conformément à la répartition générale des pontes.

Les densités maximales d'oeufs (environ 15/10 m³ en juillet) sont encore plus faibles que celles relevées les autres années (de 30 à 100/10 m³).

Par contre les densités larvaires (2 larves/10 m³) sont supérieures à celles observées les années antérieures.

. Ammodytidés

Parmi les ammodytidés, les espèces les plus communes sont "l'équille" et le lançon qui vivent dans des eaux relativement peu profondes jusqu'à l'isobathe des 40 m (W EELER) sur des fonds de sables et de graviers fins.

Présentes dans de nombreux prélèvements, les larves sont surtout observées au point du large (fig. 50) et montrent des densités maximales inférieures à celles rencontrées en 1980 (10/10 m³) mais supérieures à celles observées les autres années (1 à 3/10 m³).

. *Trachinus vipera* (L.), la petite vive

La petite vive est relativement commune dans le secteur de Gravelines (côtes de faible profondeur et fonds sableux à crevettes qui constituent sa nourriture principale).

Jusqu'en 1980 compris, les oeufs de cette espèce étaient considérés comme rares et on ne récoltait le plus souvent que des stades âgés. Il apparaît à l'examen des prélèvements de 1981, qu'une grande partie des oeufs de *Trachinus vipera* avaient été attribués précédemment au soléidé *Microchirus variegatus* (sole panachée) en raison de leur grande similitude morphologique aux premiers stades de développement.

La courbe de densité des oeufs (fig. 59 et 60) obtenue en 1981 est donc plus conforme à la réalité bien que les difficultés d'identification subsistent. On voit que la période de ponte couvre les mois d'été ce qui concorde avec la biologie de l'espèce *T. vipera* plus qu'avec celle de *M. variegatus*. Les larves apparaissent au même moment.

. Gobiidés

Cette vaste famille comprend de nombreuses espèces (RUSSELL a recensé 19 espèces le long des côtes anglaises) souvent côtières et, sauf exception, peu grégaires et vivant en association étroite avec le fond.

Seules les larves sont le témoin du frai, les oeufs étant benthiques. Présentes dans la presque totalité des échantillons de 1981 (fig. 61) les densités maximales (17/10 m³ au point côtier) sont comparables à celles de 1980 et nettement inférieures à celles rencontrées les autres années.

. Callionymidés

Les espèces de cette famille qui vivent dans des eaux peu profondes jusqu'à 200 m (*Callionymus lyra*, *C. maculatus*, *C. reticulatus*) ont une période de reproduction assez longue, de janvier à novembre, suivant les espèces et les secteurs.

Les oeufs récoltés de mars à juillet présentent souvent des densités maximales vers le large (fig. 62 a). Leur effectifs sont supérieurs à ceux de 1980. Par contre, les larves, dont les maximums se situent en mai et juillet (fig. 62 b) ont des effectifs inférieurs.

Poissons plats

. *Platichthys flesus* (L.), le flet

Le flet est bien représenté dans les pêches locales.

Le frai a lieu dans le secteur de Gravelines comme généralement dans l'ensemble de l'habitat de l'espèce avec une préférence pour les zones de moyenne profondeur.

En 1981, les densités d'oeufs sont environ 10 fois plus élevées qu'au cours des années antérieures mais restent cependant faibles ($6/10 \text{ m}^3$ au point du large) (fig. 63). Le maximum est atteint en avril.

. *Buglossidium luteum* Risso, la solenette ou petite sole jaune

Les oeufs de cette espèce à ponte précoce avaient été observés à Gravelines de 1975 à 1979 avec une certaine régularité au cours des premiers mois de l'année. Les densités avaient augmenté jusqu'à $2,5/10 \text{ m}^3$ de 1975 à 1977. En 1978 et 1979, elles étaient revenues à des valeurs d'environ $0,5/10 \text{ m}^3$. Enfin en 1980, les oeufs de *Buglossidium* étaient rencontrés qu'une seule fois (début juin) et les densités observées étaient très basses.

En 1981, on observe à nouveau une augmentation des effectifs d'oeufs de cette espèce (fig. 64). Le maximum atteint ($0,7/10 \text{ m}^3$) reste cependant encore inférieur aux valeurs habituelles. Il faut noter enfin que la période de présence est tardive (maximum fin avril).

. *Solea lascaris* Risso, la sole perdrix

Cette espèce moins commune à Gravelines a toujours été représentée de manière sporadique dans l'ichthyoplancton du site. En 1981, les oeufs sont rencontrés en avril et en juillet et aucune larve n'a été pêchée (tabl. 15 et 16).

. *Microchirus variegatus* Donavan, la sole panachée

Comme il a été indiqué plus haut (voir *Trachinus vipera*) la majeure partie des oeufs aux premiers stades de développement avaient précédemment été attribués par erreur à *M. variegatus*. Il n'en reste pas moins qu'en 1981, les oeufs de cette espèce sont plus abondants qu'au cours des années antérieures. Le maximum est atteint en juin au point côtier (fig. 58) ; il s'agit alors principalement de stades âgés pour lesquels aucune ambiguïté n'est possible.

II^{ème} PARTIE

BIOLOGIE DE LA MACROFAUNE HALIEUTIQUE

INTRODUCTION

L'inventaire des ressources halieutiques du secteur de Gravelines, réalisé au cours de l'étude de Projet, a permis de mettre en évidence la part importante que représentent poissons plats, gadidés et crevette grise dans les captures et de confirmer le rôle de cette région comme nourricerie de poissons plats.

Pour l'étude de Surveillance, il est apparu préférable de mettre l'accent sur l'estimation quantitative des juvéniles de poissons et ceci pour deux raisons :

biologique : les juvéniles de poissons, en particulier ceux de poissons plats, devant passer les deux ou trois premières années de leur vie dans les eaux côtières, seront probablement plus sensibles à l'influence de la tache thermique que les adultes doués d'une plus grande mobilité ;

halieutique : cette nourricerie est à la base du recrutement sur des zones de pêche situées plus au large ; l'influence positive, nulle ou négative que pourra avoir l'échauffement des eaux sur les juvéniles se répercutera donc au niveau de la pêche.

Associée à ces observations sur les poissons, une étude quantitative de la crevette grise est également assurée.

I. - METHODOLOGIE

En 1981, l'échantillonnage dans le domaine halieutique (autre que zooplanctonique) a été réalisé sous deux formes complémentaires, dont les modalités ont été établies lors de l'étude de Projet de site (1977) et de l'étude de Surveillance première phase (1978-1979).

Prélèvements à bord d'un chalutier

Les chalutages d'une durée de 15 minutes (vitesse de traîne : 3 à 4 noeuds) sont parallèles à la côte et répartis sur un secteur limité à l'est par le nouvel avant-port de Dunkerque, à l'ouest par Calais et vers le large par le chenal d'accès au port de Dunkerque. L'engin utilisé est un chalut-perche de 3 m (CP3) (annexe 1).

Des observations hydrologiques : température de l'eau et salinité à proximité du fond, sont faites au cours de ces chalutages.

Prélèvements à pied

La trame de chalutage est complétée à la côte par des prélèvements à pied au chalut-perche à pousser (MC) (annexe 1). Les prélèvements sont effectués au cours du cycle de la marée, sur une distance de 100 m, parallèlement à la côte et à une vitesse de 1 à 1,5 noeuds.

En 1980, les observations ont porté sur trois radiales :

- . une radiale au droit de la centrale, subdivisée en deux zones situées de part et d'autre du canal de rejet ;
- . une radiale située au droit de Oyes-Plage ;
- . une radiale située au droit des Hemmes de Marck.

Chronologie des campagnes

Comme en 1980, les prélèvements sur le terrain en 1981 ont été effectués à la fin du printemps et au début de l'automne, les conditions hydrobiologiques actuelles ne rendant pas nécessaire l'exécution de cinq campagnes. Ce principe

de cinq campagnes doit néanmoins être conservé pour les périodes ultérieures durant lesquelles pourront éventuellement apparaître des modifications importantes du milieu.

Campagne de printemps 1981

- 2 juillet : prélèvements à pied à l'ouest (10 traicts) et à l'est du canal de rejet (5 traicts) ;
- 3 juillet : prélèvement à pied à Oyes-Plage (10 traicts) ;
- 4 juillet : prélèvements à pied aux Hemmes de Marck (9 traicts) ;
- 5 juillet : chalutages (18 traicts).

Campagne d'automne 1981

- 14 septembre : prélèvements à pied à l'est du canal de rejet (5 traicts) ;
- 15 septembre : prélèvements à pied à l'ouest du canal de rejet (10 traicts) ;
- 16 septembre : prélèvements à pied à Oyes-Plage (10 traicts) ;
- 17 septembre : prélèvements à pied aux Hemmes de Marck (9 traicts) ;
- 18 septembre : chalutages (18 traicts).

Les positions de ces prélèvements sont présentés en annexe 1.

Expression des résultats

Pour chaque traict de chalut toutes les espèces de poissons, céphalopodes et crustacés ont été déterminées et ont donné lieu aux opérations suivantes :

- . dénombrement des individus pour toutes les espèces rencontrées, soit sur l'ensemble des captures (poissons) soit à partir d'un échantillon (crevette grise) ;
- . mensurations pour les espèces principales, soit sur l'ensemble des captures, soit sur un échantillon ;
- . pesées globales pour chaque espèce ;
- . pesées individuelles après détermination du sexe pour les principales espèces, en vue de l'établissement ultérieur de relation taille-poids.

Des prélèvements d'otolithes ont été effectués pour la détermination de l'âge des poissons plats (plie, sole, limande) et de certains gadidés (merlan, tacaud). Un bref rappel de la terminologie que nous utiliserons dans les résultats pour la notion d'âge paraît indispensable. Des anneaux de ralentissement hivernal de croissance sont en principe lisible sur les pièces calcaires et en particulier sur les otolithes, pour les espèces auxquelles nous nous intéressons. Entre la naissance et le premier ralentissement de croissance le poisson appartient au *groupe 0*. Dépassé ce ralentissement de croissance, le poisson entre dans le *groupe 1* et passe au *groupe d'âge supérieur* à l'occasion de chaque saison hivernale.

Les deux types suivants d'analyses ont été retenus pour l'exploitation des données.

a) *Calcul des densités par traict*

Ce type d'exploitation des données permet une visualisation de la répartition et de l'abondance des différentes espèces sur le secteur d'étude.

Pour chaque espèce rencontrée dans un chalutage et pour chacun des groupes d'âge lorsque ceux-ci ont pu être déterminés, une densité en nombre d'individus par 1 000 m² a été calculée.

Les densités par traict obtenues, pour chaque espèce, au cours des différentes campagnes sont répertoriées dans l'annexe C 1.

b) *Calcul des densités moyennes par zone*

Les densités par traicts, en raison de la variabilité des valeurs obtenues, ne fournissent pas des indices d'abondance permettant de comparer sur le plan quantitatif les différentes campagnes ou les différentes années entre elles.

Pour résoudre ce problème de comparaison mais également pour différencier les secteurs soumis à l'influence de la tache thermique due au rejet de la centrale nous avons eu recours au découpage de l'aire de chalutage en plusieurs zones. Trois zones ont été retenues en tenant compte à la fois de la tache thermique et de l'écologie des juvéniles de poissons plats dont les répartitions spatiales sont en relation avec la bathymétrie (annexe 1).

La surface de chaque zone a été estimée par planimétrie.

La méthode de calcul à laquelle nous avons recouru est employée en échantillonnage stratifié (CHEVALIER, MESNIL, de l'I.S.T.P.M., communication personnelle) et consiste en particulier à estimer les paramètres suivants :

. densité moyenne par 1 000 m² :
$$d = \frac{\sum P_i \cdot 1\,000}{\sum s_i}$$

P_i = nombre d'individus observés dans chaque traict,

s_i = surface balayée par chaque traict (m²) ;

. nombre d'individus présents sur la zone n =
$$\frac{S \cdot \sum P_i}{\sum s_i}$$

S = surface de la zone (m²) ;

. variance sur l'estimation du nombre d'individus $V(n) = \frac{S^2 \cdot x \cdot V(\bar{p})}{(\sum s_i)^2}$

x = nombre de traicts effectués sur la zone

$V(\bar{p})$ = variance de la prise moyenne par traict ;

. indice de précision
$$i = \frac{\sqrt{V(n)} \cdot 100}{n}$$

Les traicts de chalut retenus par zone sont délimités sur les figures des chalutages de chaque campagne (annexe 1).

Pour les prélèvements à pied les mêmes types de calcul sont effectués en assimilant chaque radiale à une zone de prospection ce qui permet d'avoir une densité moyenne par radiale (nombre d'individus par 1 000 m²). Pour les poissons cette densité moyenne est calculée sur l'ensemble des prélèvements, et pour la crevette grise uniquement sur les prélèvements faits entre la mi-marée et la basse mer.

Les densités et les estimations de production obtenues par ces méthodes de calcul ne doivent pas être considérées comme des valeurs absolues mais plutôt comme des indices d'abondance.

II. - RESULTATS

A. - POISSONS

1.- Poissons plats

Le flet (*Platichthys flesus*), le turbot (*Psetta maxima*) et la barbue (*Scophthalmus rhombus*) sont observés sur la zone d'étude, mais pour ces espèces les densités se révèlent trop faibles pour nous permettre de les analyser (tabl.1).

L'étude de surveillance est donc principalement orientée sur les espèces de poissons plats les mieux représentés sur le site, en particulier sous leurs formes juvéniles (annexe 2). Ce sont la plie (*Pleuronectes platessa*), la sole (*Solea vulgaris*) et la limande (*Limanda limanda*).

La plie

Elle vit, le plus souvent, sur des fonds de sable fin, quelquefois envasés, mais peut également fréquenter les fonds plus grossiers.

Les femelles de plie en post-ponte se distinguent facilement des autres par leur état de maigreur. L'indice pondéral décroît lentement de janvier à février et rapidement de février à mars. Les premiers oeufs mûrs sont expulsés en décembre, le nombre de femelles en ponte augmente en janvier, les stades post-ponte sont fréquents en février. La fécondité relative moyenne en baie de Douarnenez est de 225 oeufs par gramme de poisson (DENIEL, 1981).

Groupe 0. La reproduction s'effectuant en hiver de décembre à mars sur des frayères situées au milieu de la Manche (HOUGHTON, 1976), le recrutement du groupe 0 est pratiquement achevé en juillet. Les jeunes nés de ces pontes (groupe 0) représentent, dès le mois de juillet 1981, 84 % des captures de plie dans nos prélèvements. Ce groupe composera 94 % de la structure démographique au début de l'automne (fig. 1).

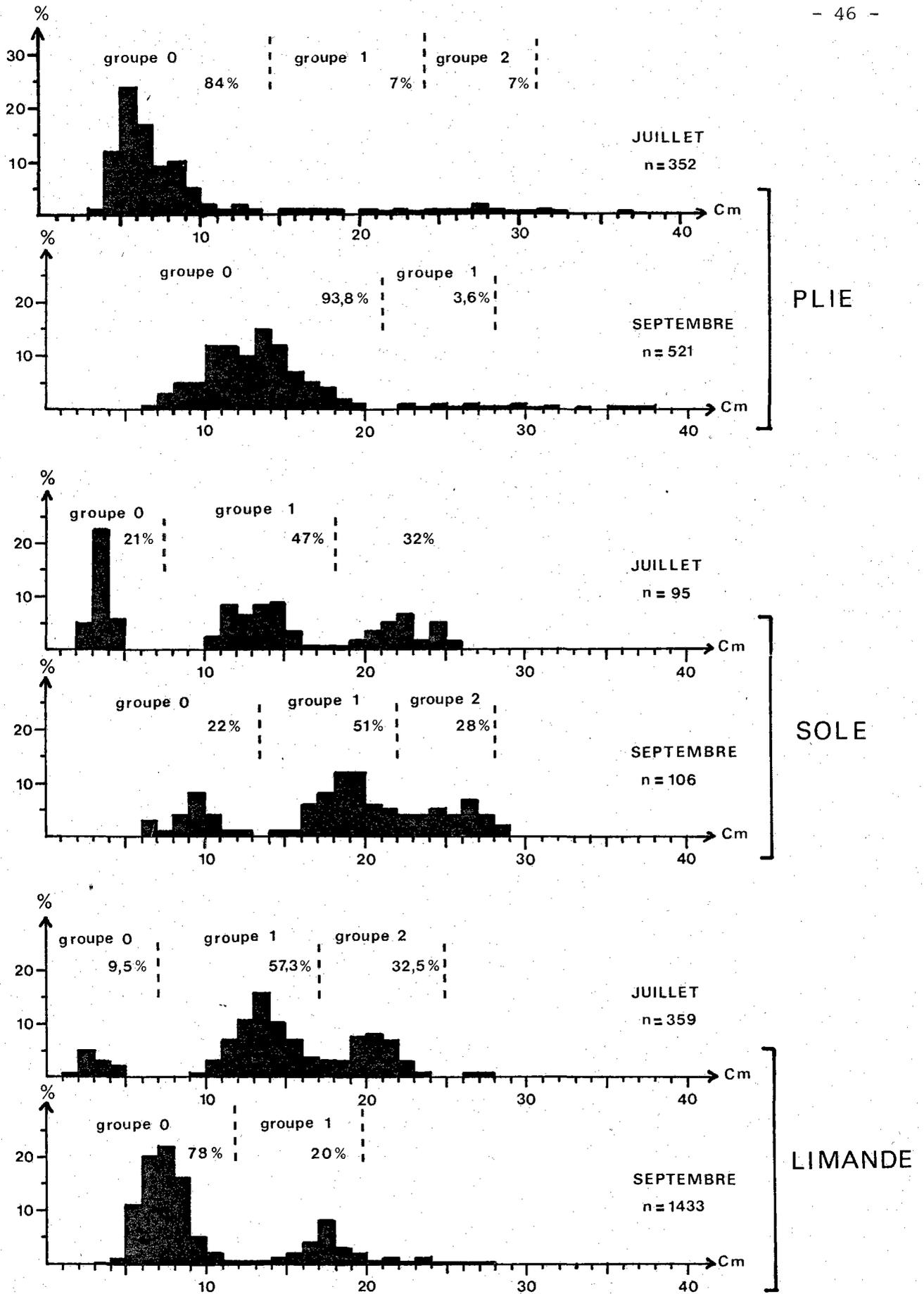


Fig.1. - POISSONS PLATS: distributions mensuelles des fréquences de taille en 1981.

Ces juvéniles ont une répartition bathymétrique très marquée. Il est probable qu'il existe une relation étroite entre la taille du poisson et la profondeur à laquelle il se trouve préférentiellement, cette taille augmentant avec la sonde.

Les mouvements des plus petits individus suivent ceux de la marée dans la zone intertidale (GIBBSON, 1973 - KUIPPERS, 1977).

Les plus fortes densités du groupe 0 sont observées dans les prélèvements à pied réalisés en juillet.

En septembre les densités observées sur la zone intertidale diminuent par rapport à celles de juillet, au profit de la frange côtière de la zone subtidale (annexe 2).

Les densités moyennes observées sur la zone subtidale (5,47 ind./ 1 000m²) et les densités des radiales des Hemmes de Marck et de Oyes Plage (184,67 ind./ 1 000 m² et 160,74 ind./1 000 m²) sont les plus élevées que l'on enregistre depuis 1977 (tabl. 2 et 3), et laissent présager un bon recrutement de plie pour 1981, au moins équivalent à celui de 1979.

Groupe 1. Les individus qui composent ce groupe d'âge (nés en 1980) sont absents des pêches pratiquées sur la zone intertidale.

Les captures de ces juvéniles ont été faibles au cours des campagnes de printemps et d'automne. Ce groupe ne représente que 7 % des captures de plie de juillet et 3,6 % de celles de septembre. Leur répartition malgré le faible nombre capturés est relativement homogène en juillet alors qu'un déplacement vers l'est de la zone semble se dessiner en septembre (annexe 2).

Les faibles densités moyennes obtenues en 1981 (tabl. 1 et 2), du même ordre de grandeur que celles enregistrées en 1978, confirment le recrutement assez moyen de 1980.

ESPECES	JUILLET	SEPTEMBRE
Plie (<i>Pleuronectes platessa</i>) - groupe 0	3,44	5,47
Plie (<i>Pleuronectes platessa</i>) - groupe 1	0,40	0,22
Plie (<i>Pleuronectes platessa</i>) - groupe 2	0,27	0,14
Sole (<i>Solea vulgaris</i>) - groupe 0	0,24	0,27
Sole (<i>Solea vulgaris</i>) - groupe 1	0,53	0,59
Sole (<i>Solea vulgaris</i>) - groupe 2	0,33	0,33
Limande (<i>Limanda limanda</i>) - groupe 0	0,38	12,15
Limande (<i>Limanda limanda</i>) - groupe 1	1,81	3,17
Limande (<i>Limanda limanda</i>) - groupe 2	1,30	0,33
Turbot (<i>Psetta maxima</i>) - total	0,00	0,01
Barbue (<i>Scophthalmus rhombus</i>) - total	0,00	0,00
Flet (<i>Platichthys flesus</i>) - total	0,20	0,17
Tacaud (<i>Trisopterus luscus</i>) - groupe 0	28,48	20,67
Tacaud (<i>Trisopterus luscus</i>) - groupes \geq 1	0,02	0,03
Merlan (<i>Merlangius merlangus</i>) - groupe 0	4,26	1,54
Merlan (<i>Merlangius merlangus</i>) - groupes \geq 1	0,00	0,00
Morue (<i>Gadus morhua</i>) - groupe 0	0,00	0,04
Morue (<i>Gadus morhua</i>) - groupes \geq 1	0,00	0,00
Sprat (<i>Sprattus sprattus</i>) - groupe 0	0,22	0,00
Sprat (<i>Sprattus sprattus</i>) - groupes \geq 1	0,02	0,10
Equille (<i>Ammodytes tobianus</i>) - total	0,02	0,00
Grondin (<i>Trigla lucerna</i>) - groupe 0	0,00	0,07
Grondin (<i>Trigla lucerna</i>) - groupes \geq 1	0,09	0,04
Crevette grise (<i>Crangon crangon</i>) - total	269	117

Tabl. 1.- GRAVELINES 1981 : densités moyennes pour la zone subtidale.

	JUILLET					SEPTEMBRE				
	1977	1978	1979	1980	1981	1977	1978	1979	1980	1981
Plie - groupe 0	0,98	0,53	0,23	0,36	3,44	0,70	2,28	3,39	0,48	5,47
Plie - groupe 1	2,29	0,91	1,24	4,25	0,40	0,84	0,74	0,42	1,04	0,22
Sole - groupe 0	0,02	0,02	-	2,34	0,24	1,64	4,12	19,97	24,40	0,27
Sole - groupe 1	2,40	0,14	0,05	3,89	0,53	0,46	0,02	-	3,24	0,59
Limande - groupe 0	0,06	-	0,06	1,02	0,38	1,98	5,87	2,11	3,02	12,15
Limande - groupe 1	0,42	0,32	1,72	2,35	1,81	0,35	0,46	0,49	1,06	3,17

Tabl. 2.- GRAVELINES : densités moyennes sur la zone subtidale de 1977 à 1981.

		Juillet					Septembre				
		1977	1978	1979	1980	1981	1977	1978	1979	1980	1981
Plie 0	Est centrale	-	-	5,00	2,67	9,33	-	-	6,67	2,67	1,63
	Ouest centrale	0,51	0	3,51	9,33	50,67	3,33	2,05	14,81	24,00	20,67
	Oyes	7,78	6,67	32,38	27,62	184,67	15,24	0	1,48	45,33	26,67
	Hemmes de Marck	40,00	6,00	60,83	65,33	160,74	11,90	0	6,67	65,64	73,83
Plie 1	Est centrale	-	-	0	0	0	-	-	0	0	0
	Ouest centrale	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oyes	0,56	0,61	0	1,90	0	0	0	0	0	0
	Hemmes de Marck	0	2,00	0	0,67	0	0	0	0	0	0
Sole 0	Est centrale	-	-	1,67	0	0	-	-	0	0	0
	Ouest centrale	0,51	0	4,91	0	8,00	0	0	8,89	1,33	0,67
	Oyes	0	0,61	40,00	0	0,67	0,95	0	5,18	0	0
	Hemmes de Marck	3,33	0,67	86,67	0,44	5,19	2,38	0	445,33	2,73	0
Sole 1	Est centrale	-	-	0	1,33	0	-	-	0	0	0
	Ouest centrale	0	0	0	0	8,33	0	0	0	0	0
	Oyes	0	0	0	0,95	0	0	0	0	0	0
	Hemmes de Marck	0	0	0	0,69	0	0	0	0	0	0
Limande 0	Est centrale	-	-	0	0	0	-	-	0	0	0
	Ouest centrale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oyes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hemmes de Marck	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limande 1	Est centrale	-	-	0	0	0	-	-	0	0	0
	Ouest centrale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oyes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hemmes de Marck	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabl. 3.- GRAVELINES : Densités sur les radiales de la zone intertidale de 1977 à 1981.

L'observation des distributions de taille montre une croissance très rapide au cours de la première année de vie (fig. 1) :

taille modale du groupe 0 en juillet 1981 :	6 cm
" " " 0 en septembre 1981 :	12 cm
" " " 1 en juillet 1981 :	18 cm

La sole

La migration des reproducteurs vers la côte au moment de la ponte est généralement admise ; elle est suivie d'un retour en eau plus profonde après le frai.

La saison de ponte s'étend de mars à juin avec un maximum en avril-mai. L'émission des oeufs a lieu en plusieurs vagues successives, en au moins deux lots sur des fonds de 10 à 20 m (FABRE-DOMERGUE, 1905 cité dans DENIEL, 1981). La fécondité relative moyenne en baie de Douarnenez est de 519 oeufs par gramme de poissons (DENIEL, 1981).

Groupe 0. La reproduction de la sole (printanière) étant plus tardive que celle de la plie, qui se situe en hiver, les individus du groupe 0 ne sont principalement observés qu'en septembre. Ces jeunes migreront sur des fonds plus importants au cours de l'automne dès que la température de l'eau diminuera rapidement à la côte.

Cette année, la part relative de ce groupe d'âge, dans les structures démographiques, ne s'est pratiquement pas accrue de juillet à septembre (21 % en juillet et 22 % en septembre) (fig. 1).

La densité moyenne sur la zone subtidale est très faible (0,27 ind./1 000 m² en septembre) ; les pêches à pied conduisent également à des résultats très faibles voire nuls en septembre pour les radiales des Hemmes de Marck et de Oyes-Plage (tabl. 1 et 3).

Le recrutement du groupe 0 apparaît comme mauvais avec les plus petites valeurs de densités enregistrées depuis 1977.

Ces résultats diffèrent de ce qui a été observé en 1981 sur d'autres zones de nourricerie telles que celles de la baie de Somme (PERONNET-TETARD, 1981) ou de la baie du Mont-Saint-Michel (DURAND, 1981) où le recrutement semble être équivalent à celui de 1980.

Ces variations, cependant, ne sont probablement pas imputables au fonctionnement de la centrale, mais plutôt à des variations pluriannuelles du recrutement. En effet la précocité de la ponte à Gravelines en 1981, provoquée par des températures hivernales douces, se solde par des densités larvaires précoces mais faibles et des densités de juvéniles également faibles et ce, malgré des densités relativement élevées d'oeufs sur le site dès le début avril (WOEHLING, 1981). La mortalité semblerait donc porter sur les stades larvaires dont l'arrivée prématurée devance les conditions de nutrition favorables à leur survie.

A Gravelines, le recrutement de l'année 1981 serait plutôt comparable à celui de 1977 (tabl. 2 et 3). Les résultats contradictoires entre les différents secteurs de nourricerie sembleraient suggérer qu'il pourrait exister un comportement dynamique différentiel des nourriceries. Des divergences de résultats avaient déjà été signalées en 1979 où l'important recrutement constaté à Gravelines et en baie de Somme n'avait pas été particulièrement observé en baie du Mont-Saint-Michel et sur les côtes anglaises.

Groupe 1. Sa répartition montre une préférence pour la zone côtière en juillet, les densités les plus importantes s'observant à cette époque sur le secteur compris entre Oyes-Plage et le nouvel avant port de Dunkerque.

En automne, cette tendance s'accentue et les individus de ce groupe d'âge semblent désertier la partie ouest du site (annexe 2).

En 1981, la densité moyenne du groupe 1 est peu élevée et résulterait du recrutement médiocre de 1980. En revanche, le bon recrutement de 1979 se manifeste par des densités moyennes relativement élevées du groupe 2 (0,33 ind./1 000 m²) ; ce groupe représente en juillet et en septembre respectivement 32 % et 28 % des captures de sole.

La croissance de la sole bien que plus lente que celle de la plie est assez rapide les deux premières années de la vie.

Groupes	Gravelines 1981			Côtes belges 1974		
	0	1	2	0	1	2
Juillet	3	13-14	24 cm		14	
Septembre	9	18-19	25 cm 26 cm	8	20	

Tabl. 4.- Croissance de la sole (taille en cm). Ces résultats concordent avec ceux observés par de CLERCK en 1974 sur les côtes belges.

La limande

La limande est une des espèces les plus communes de Mer du Nord ; elle fréquente des fonds sableux et coquilliers.

Groupe 0. Espèce à reproduction printanière comme la sole, la limande a cependant une fécondité plus élevée, comme cela a pu être constaté en baie de Douarnenez : environ 3 000 oeufs par gramme de poisson (DENIEL, 1981). Le recrutement du groupe 0 sera donc maximum en automne. Il représente en septembre 78 % des captures de l'espèce alors qu'il n'atteignait que 10 % en juillet.

Les densités les plus importantes se rencontrent à l'est du secteur (20,85 ind./1 000 m²) dans la frange littorale de la zone subtidale. Ce groupe d'âge n'est pas représenté dans les prélèvements réalisés sur la zone intertidale. Cette observation corrobore les résultats d'EDWARDS et STEELE (1968) et de BEILLOIS (1979) qui constatent que les jeunes limandes n'entrent jamais dans la zone de balancement des marées.

La densité moyenne enregistrée en septembre (12,15 ind./1 000 m²) suggère un très bon recrutement pour la classe 1981, probablement le meilleur depuis le début de nos études. Des densités très élevées de groupe 0 ont également été enregistrées en baie de Somme (PERONNET et TETARD, 1981) et en baie de Seine (DUVAL, 1981).

Groupe 1. Sa répartition sur le secteur est comparable à celle du groupe 0. Bien que ce groupe représente 57 % des captures de juillet et seulement 20 % en septembre, les densités maximales par traict (52 ind./1 000 m²) ainsi que la densité moyenne la plus élevée du secteur (3,17 ind./1 000 m²) sont observées en automne contrairement aux années précédentes (annexe 2).

Les densités moyennes de juillet et septembre (respectivement 1,81 et 3,17 ind./1 000 m²) confirment que le recrutement de 1980 était relativement important et supérieur à ceux de 1978 et 1979 considérés déjà comme non négligeables (GIRET, TETARD, 1981).

L'observation des distributions de taille montre une croissance assez rapide au cours des deux premières années de vie (fig. 1). En effet, de juillet à septembre la taille modale du groupe 0 passe de 3 à 8 cm et celle du groupe 1 de 13 à 18 cm.

Les limandes présentes sur le site de Gravelines ont une croissance aussi rapide que celles de la baie de Douarnenez (DENIEL, 1981) et qui dépasse donc celle des limandes fréquentant des secteurs plus septentrionaux de la Mer du Nord de 5 cm au premier hiver (5 cm à la fin de la 1ère année à Kattegat en Mer du Nord, POULSEN, 1933 cité par DENIEL, 1981).

Groupe 2. Les individus de ce groupe sont assez bien représentés dans nos captures de juillet. Leur répartition est à peu près identique à celle du groupe 1 ce qui laisse transparaître l'absence de répartition bathymétrique bien définie en fonction de la taille des individus de cette espèce.

La densité maximale par traict est enregistrée en juillet avec 7,49 ind./1 000 m².

La taille modale des individus nés en 1979 atteint 21 cm en juillet et 23 en septembre 1981.

2.- Autres espèces

Le merlan

Les captures réalisées en 1981 sont exclusivement composées d'individus appartenant au groupe 0. C'est dans les prélèvements de juillet que ce groupe est le plus abondant. A cette époque, il occupe l'ensemble du secteur d'étude. Les densités les plus élevées se rencontrent à l'ouest dans la frange littorale (9,29 ind./1 000 m²). Cette espèce est absente des captures effectuées lors des prélèvements à pied.

La densité moyenne obtenue en juillet (4,26 ind./1 000 m²) laisse présager un bon recrutement pour cette année.

La croissance de cette espèce est très rapide. La taille modale du groupe 0 passe de 8-9 cm en juillet à 17 cm en octobre (fig. 2).

Le tacaud

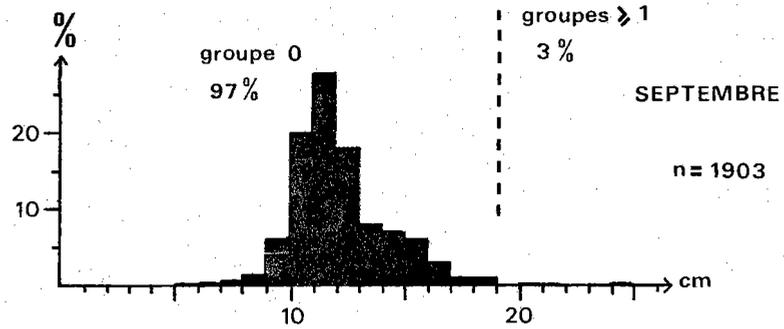
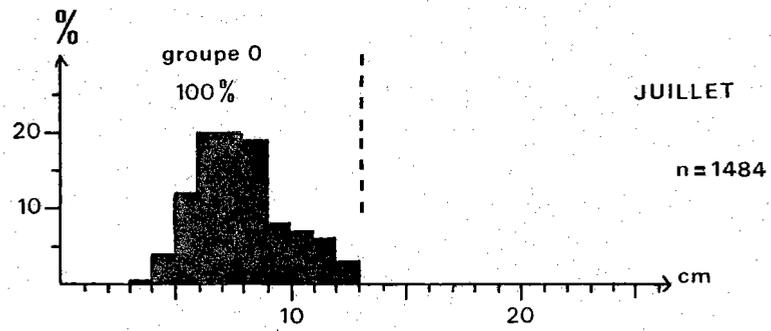
Le tacaud, comme le merlan, est presque uniquement représenté par le groupe 0 dans nos observations. La ponte de cette espèce s'échelonne de janvier à juillet en Manche avec un maximum d'intensité au début du printemps dans la zone côtière (SCHIMDT, 1902-1907).

Les densités par traict sont élevées en juillet dans la zone côtière et peuvent dépasser, à l'est du secteur, 100 ind./1 000 m². En automne, les densités sont légèrement plus faibles et la répartition spatiale du groupe 0 semble, à cette époque, amorcer une extension vers le large (annexe 2).

Le tacaud comme le merlan est absent de la zone intertidale aussi bien en juillet qu'en septembre.

La croissance de cette espèce est relativement importante, la taille modale s'accroît d'environ 6 cm en l'espace de deux mois (fig. 2).

TACAUD



MERLAN

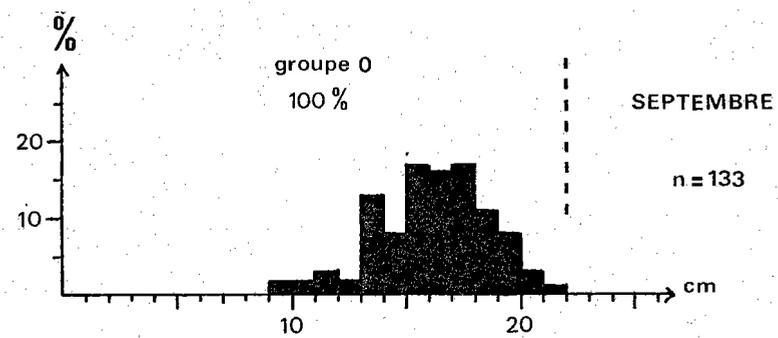
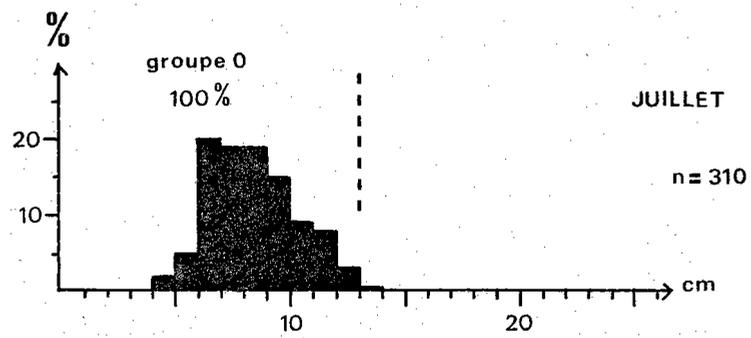


Fig. 2 - TACAUD, MERLAN: Distributions des fréquences de taille en 1981.

Le sprat

Cette espèce est principalement représentée sur le secteur par les individus du groupe 0 provenant des pontes printanières. Les juvéniles sont plus abondants en juillet, les plus fortes densités étant alors observées dans les pêches à pied. En 1981, seule la radiale des Hemmes de Marck présente de fortes densités (841 ind./1 000 m²). En automne, les sprats sont presque absents de nos observations (annexe 2).

Le hareng

La ponte du hareng, en Manche, a lieu en décembre, les juvéniles portent donc le nom de groupe 1 dès le mois de janvier. En 1981, il faut remarquer la présence d'individus du groupe 1 en quantité non négligeable dans nos observations de juillet, en particulier dans les prélèvements à pied effectués aux Hemmes de Marck (36,3 ind./1 000 m²). Cette espèce n'avait pratiquement jamais été observée sur le secteur au cours des campagnes des années antérieures. En automne, les juvéniles de harengs n'ont pas été retrouvés dans nos observations.

Des espèces autres que celles citées précédemment et retenues pour l'étude de surveillance sont présentes dans nos prélèvements (annexe 3). Elles sont pêchées en faible quantité et les résultats obtenus ne permettent pas, dans l'immédiat, de faire une quelconque interprétation.

B. - CRUSTACES

La crevette grise

Alors qu'en 1979 et 1980 les plus fortes densités en crevettes grises avaient été observées à l'automne, en 1981 c'est au cours de la campagne de juillet que l'on enregistre la plus grande abondance au niveau subtidal comme au niveau intertidal (fig. 3). Une telle inversion, compte tenu du fait qu'au début de juillet 1981 la taille moyenne des individus était très faible, est due à une arrivée précoce des jeunes crevettes qui ne sont habituellement recrutées qu'au milieu de l'été (fig. 4 à 6).

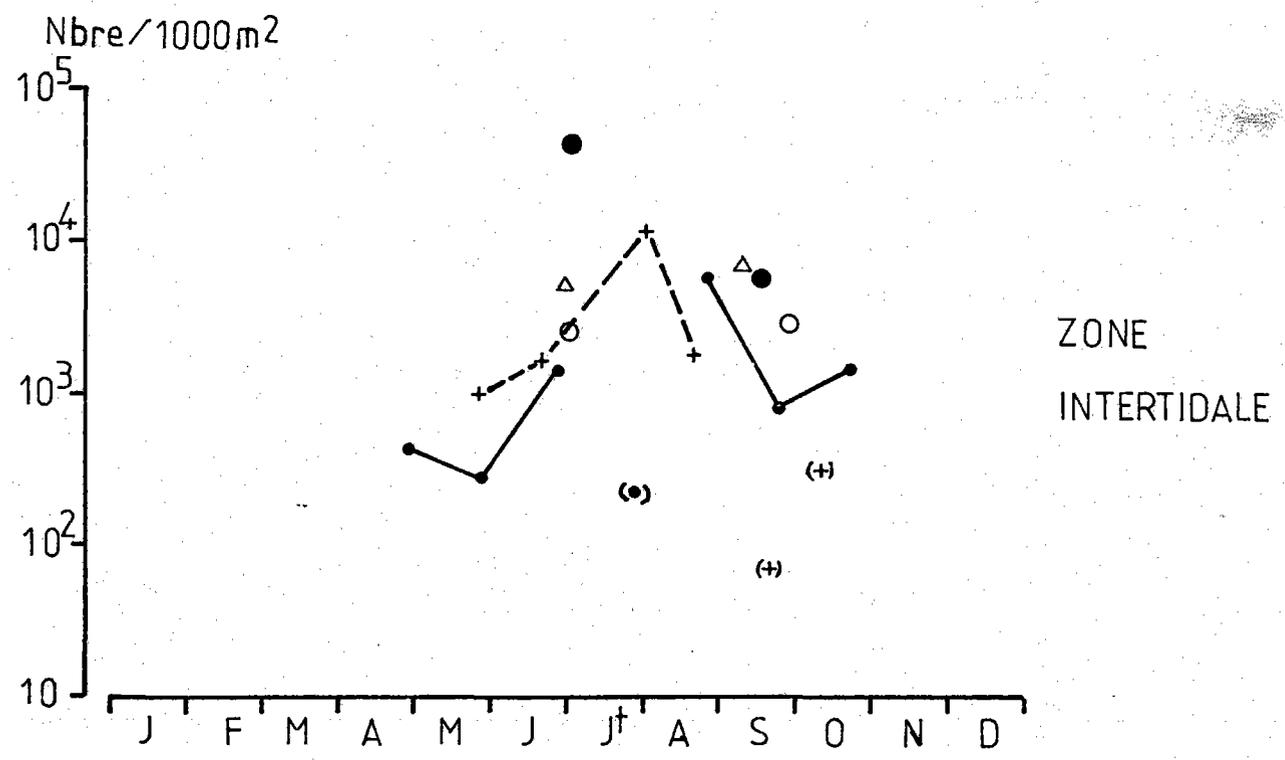
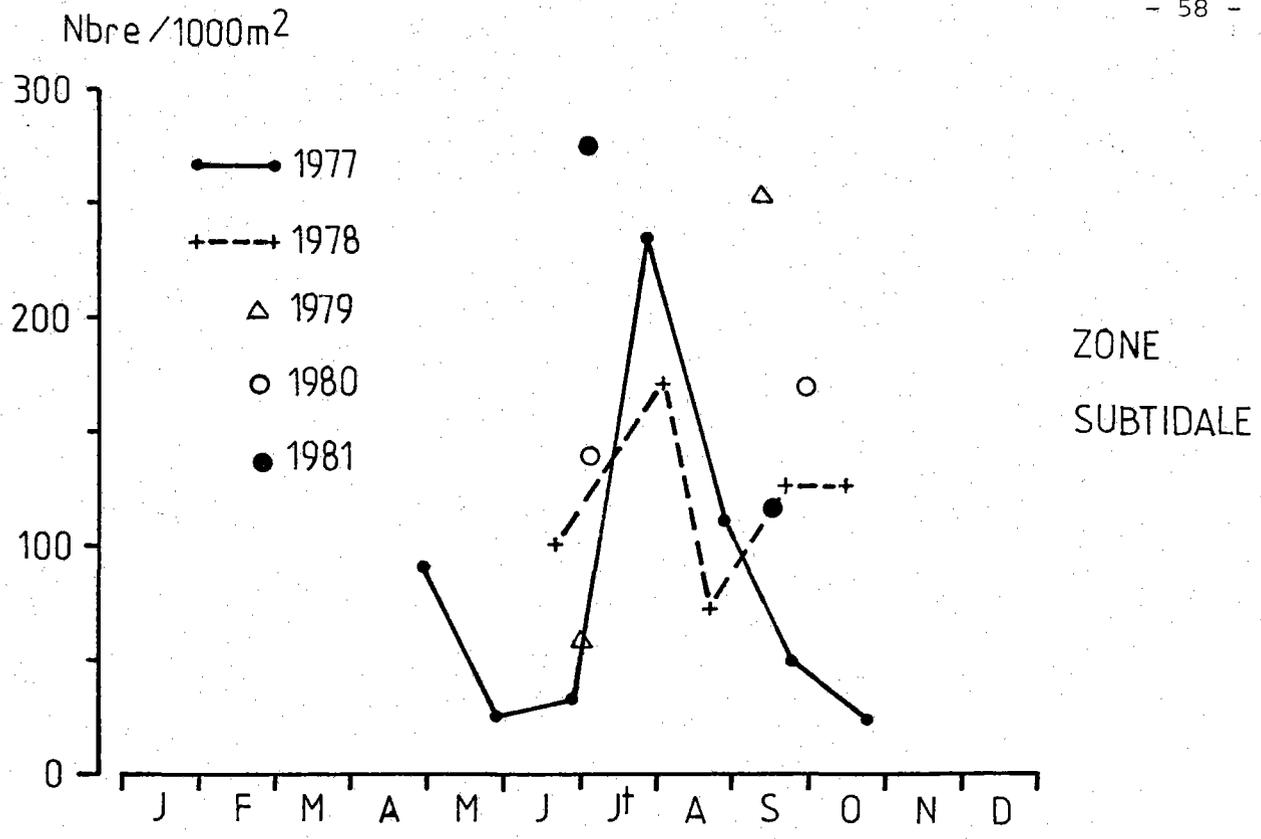
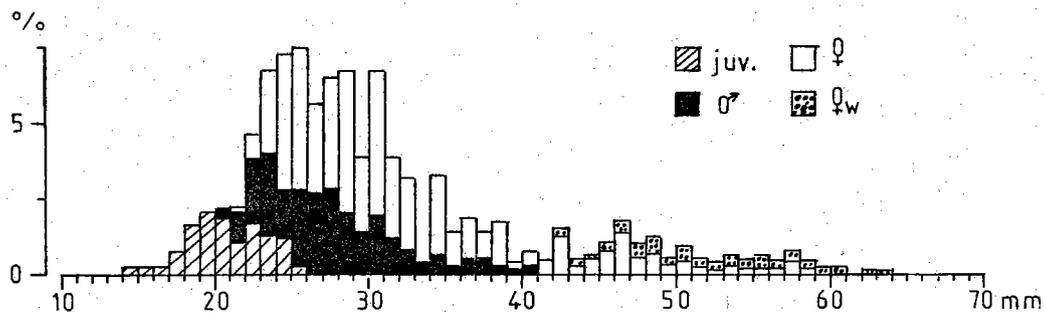


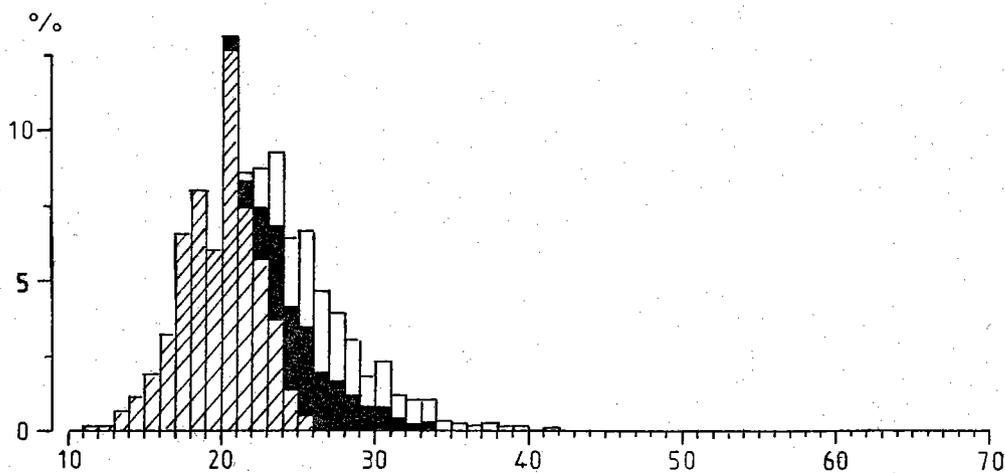
Fig. 3.- Crangon crangon : densités moyennes pour les zones subtidale et intertidale de 1977 à 1981 (entre parenthèse = valeur peu représentative) .



CP 3

Nbre : 1545

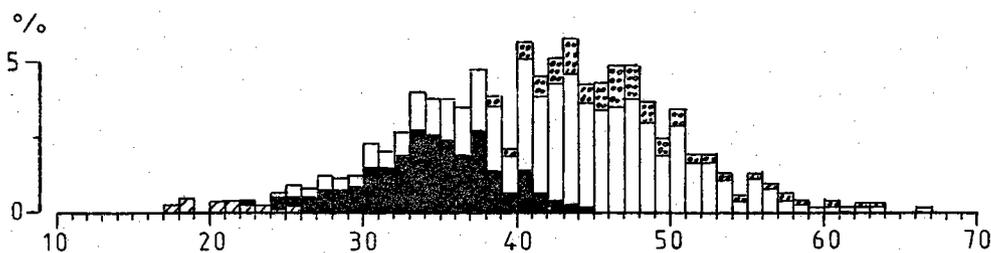
JUIL.



MC

Nbre : 5421

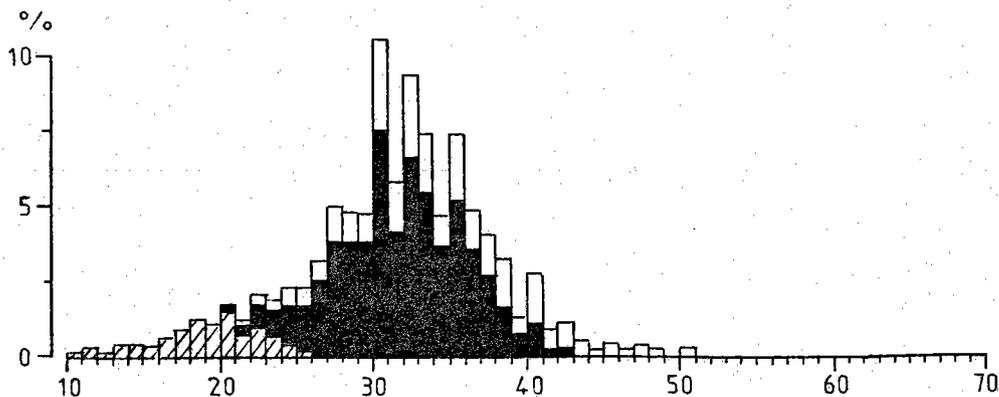
JUIL.



CP 3

Nbre : 2161

SEPT.



MC

Nbre : 2571

SEPT.

Fig. 4 .- Crangon crangon : évolution saisonnière des fréquences de taille en 1981 (nbre = nombre d'individus mesurés, CP 3 = chalut-perche, MC = chalut-perche à pousser).

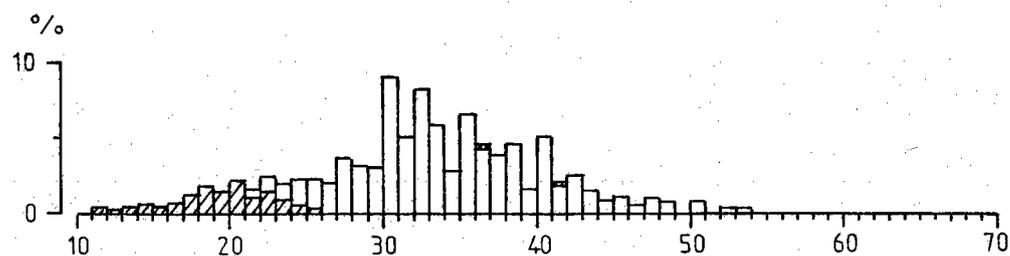
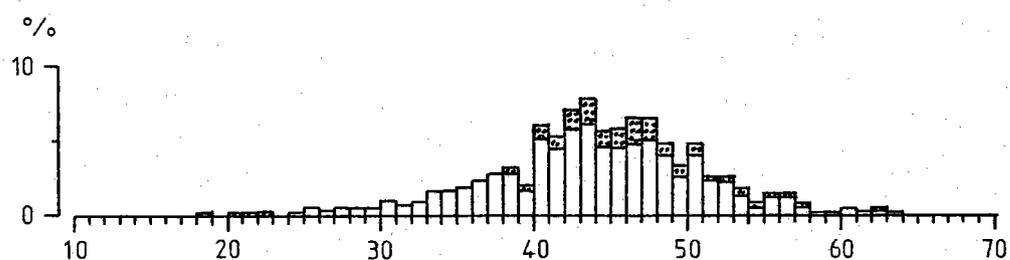
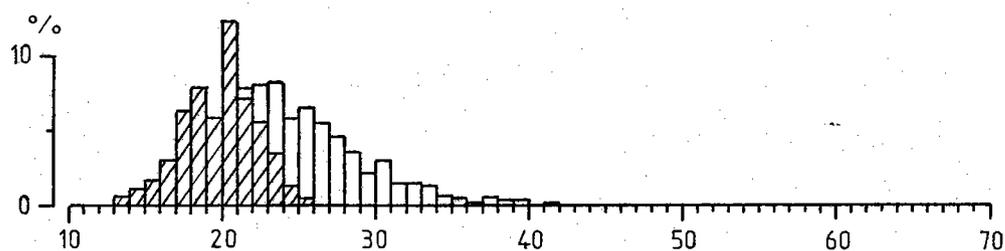
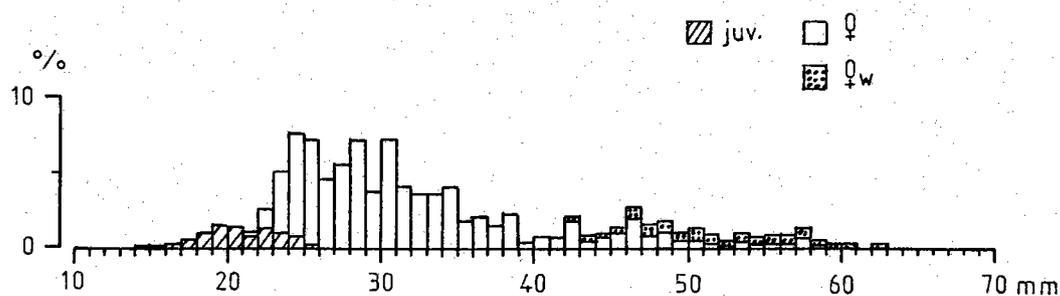
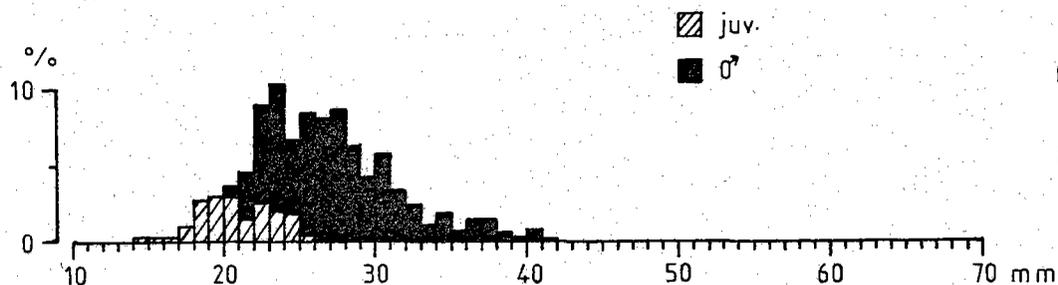


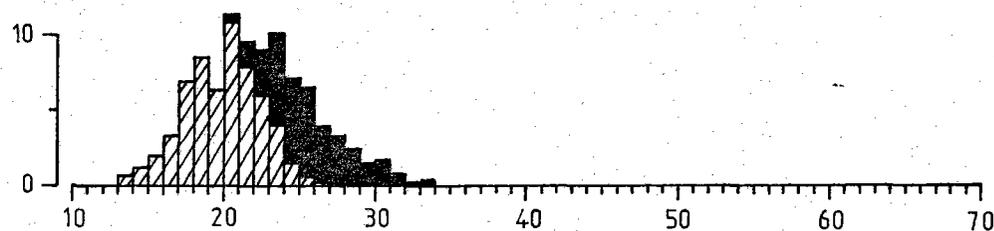
Fig. 5. - Crangon crangon : évolution saisonnière des fréquences de taille pour l'ensemble des femelles en 1981 (nbre = nombre d'individus mesurés, CP 3 = chalut-perche, MC = chalut-perche à pousser).



CP 3

Nbre: 404

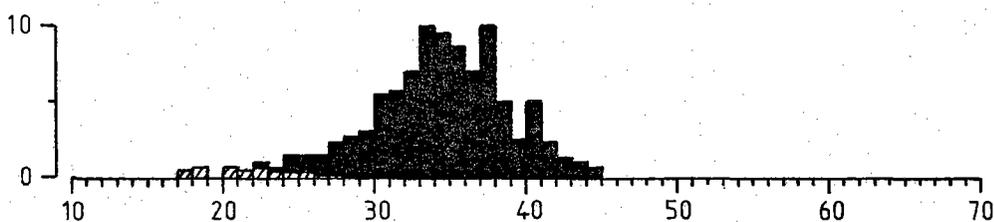
JUIL.



MC

Nbre: 2561

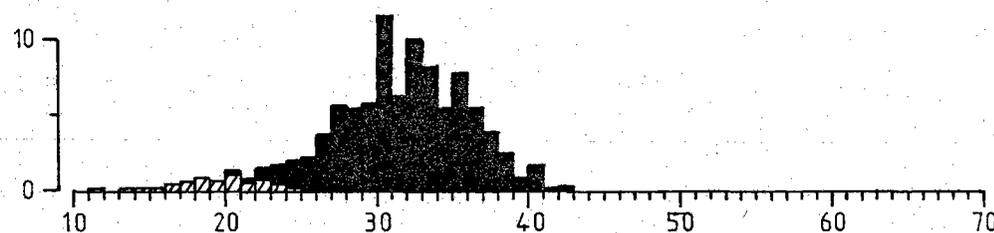
JUIL.



CP 3

Nbre: 579

SEPT.



MC

Nbre: 1633

SEPT.

Fig. 6 - Crangon crangon : évolution saisonnière des fréquences de taille pour l'ensemble des mâles en 1981 (nbre = nombre d'individus mesurés, CP 3 = chalut-perche, MC =chalut-perche à pousser).

Au niveau subtidal, c'est la zone située devant les Hemmes de Marck qui domine largement en juillet avec 85 % de l'abondance total (annexe 2) alors qu'en septembre, comme les années précédentes, la répartition des crevettes devient plus homogènes.

En 1980, nous avons noté l'importance relative des résultats des pêches à pied près du rejet (ouest-rejet) par rapport à ceux des autres lieux de prélèvements de l'estran. En 1981, une telle répartition n'est pas observée, au contraire, un gradient décroissant d'abondance existe, aussi bien en juillet qu'en septembre, des Hemmes de Marck vers le rejet.

Dans leur ensemble avec en particulier la densité moyenne de 117 ind./1 000 m² pour la zone subtidale à la mi-septembre, les résultats de l'année 1981 sont parmi les plus faibles obtenues à Gravelines depuis 1977 et se rapprochent de ceux de l'année 1978.

CONCLUSION

Les résultats obtenus en 1981, quatrième année de Surveillance écologique des ressources halieutiques du site de Gravelines effectuée par l'ISTPM, ne font apparaître, après analyse, aucun phénomène qui ne puisse être imputé avec certitude au fonctionnement de la centrale. Les variations observées s'apparentent aux fluctuations naturelles des phénomènes biologiques. Deux réserves s'imposent cependant :

- . le point 1 (le plus côtier) de l'échantillonnage du zooplancton se trouve pratiquement toujours à la limite du panache et les mesures de température en ce point ne montrent pas d'écart significatif avec le point du large dans les moments de forte production thermique (échauffement inférieurs à 1° C compatibles avec des gradients côte-large naturels). En conséquence, un déplacement du point 1 en direction du débouché du canal de rejet devrait à l'avenir permettre une meilleure estimation de l'incidence de la centrale sur le milieu pélagique
- . le fonctionnement de la centrale en 1981 a encore été relativement modéré et un éventuel impact sur les ressources vivantes serait difficile à percevoir.

Hydrologie

L'année hydrologique 1981 se caractérise par :

- . un cycle thermique voisin de celui de 1980 mais précédé d'un hiver relativement plus doux ce qui le rapproche de celui de 1977 et suivi d'un refroidissement en février non observé en 1980 ; les enregistrements thermographiques en continu réalisés pour E.D.F. en bon accord avec les mesures faites au cours des campagnes et font apparaître d'une part des variations de l'ordre de quelques degrés en quelques jours qui rejaillissent sur les phénomènes biologiques et d'autre part des fluctuations infra-journalières en surface liées au cycle de marée
- . une baisse printanière et automnale de la salinité qui présente ainsi depuis 1980 un cycle identique à celui qui était observé avant 1979
- . des valeurs de sels nutritifs plus faibles qu'au cours des années antérieures (en 1980 également).

Zooplankton

Dans le domaine zooplanctonique on observe dans la plupart des cas, les structures côte-large précédemment observées.

Les variations notées dans les cycles d'abondance saisonnière peuvent s'inscrire dans le cadre de fluctuations pluriannuelles naturelles et sont constatées également dans d'autres secteurs pour certains groupes.

Qualitativement on remarque pour certaines espèces une avance des cycles en 1981 en relation avec les conditions hydrologiques.

Dans le détail, on note principalement :

- . une chute des effectifs du cténaire *Pleurobrachia* (groseilles) par rapport à 1979 et 1980. Il se confirme qu'en début de période d'abondance, les densités sont toujours plus fortes à la côte ;
- . une augmentation en revanche des petites hydroméduses au printemps et en automne laquelle pourrait être en relation avec la baisse des cténaires au printemps (les pics d'abondance ont lieu au même moment) et leur absence en automne contrairement aux années précédentes ;
- . une augmentation de 4 à 10 fois des éclosions de crevette grise ; celles-ci se sont produites assez tôt cette année et aux environs du point 2 ; le pic d'abondance des postlarves également précoce se traduit par une avance dans le recrutement des juvéniles en 1981 ;
- . une faible abondance des zoés d'étrille semblable à celle de 1979 ;
- . la réapparition des mégalopes de tourteau ;
- . l'absence de larves d'araignée dont la présence au stade mégalope est observé en 1979 ;
- . une augmentation de 10 fois environ des oeufs de limande et de flet ;
- . une réapparition des oeufs d'anchois à des densités encore moyennes ; cette espèce avait pratiquement disparu des prélèvements en 1979 et 1980 ;

- . une remontée des effectifs d'oeufs de la solenette *Buglossidium* qui avaient fortement diminué de 1978 à 1980 ;
- . une avance importante de la période de ponte du sprat due aux températures relativement clémentes de l'hiver précédent ; la baisse corrélative des effectifs lors du maximum est interprétée comme un effet de l'étalement des pontes lors d'années précoces (comme en 1975) ;
- . enfin une ponte précoce et importante de la sole qui se solde, comme en 1977, par un mauvais recrutement de juvéniles en automne, soit par décalage entre la présence des larves, celle de leur nourriture et d'une température minimale nécessaire à leur nutrition, soit par une baisse globale de productivité planctonique.

La zone réchauffée par le rejet peut éventuellement induire une ponte précoce chez des géniteurs séjournant quelques temps dans le panache. Cependant les décalages observés d'une année sur l'autre doivent être interprétés comme des phénomènes naturels intéressant tout un ensemble de secteurs compte-tenu des faibles quantités produites dans le panache par rapport aux apports provenant des masses d'eau environnantes. Néanmoins, si des pontes prévues sont induites par le panache, elles donneront lieu à un mauvais recrutement.

Macrofaune halieutique

Qualitativement, aucune modification n'a été constatée en 1981 au niveau de la répartition spatiale des juvéniles des différentes espèces de poissons retenues pour l'étude de Surveillance, hormis l'apparition de jeunes harengs en juillet.

Pour la crevette grise, les observations faites sur la zone intertidale infirment l'hypothèse, formulée en 1980, d'une éventuelle influence du rejet, en mettant en évidence le classique gradient décroissant des Hemmes de Marck vers le rejet.

Quantitativement, les variations des niveaux de recrutement sont de l'ordre de grandeur des fluctuations constatées les années précédentes et sont probablement dues à des phénomènes naturels tels que l'importance de la ponte (en rapport avec le stock de géniteurs), l'époque de la reproduction (fonction des conditions hydrologiques),...

Les résultats laissent présager de bons recrutements pour la plie, la limande et le merlan. Par contre la crevette grise se révèle peu abondante et les juvéniles de sole du groupe 0 sont peu représentés dans nos captures.

Pour cette dernière espèce cette faiblesse de la classe d'âge 1981 n'a cependant pas été observée sur d'autres zones de nourricerie (baie de Somme, baie de Seine, baie du Mont Saint Michel). Actuellement ces divergences restent inexplicables mais les hypothèses suivantes peuvent être formulées :

- . la classe d'âge 1981 a été sous-estimée dans nos prélèvements ;
- . les différentes zones de nourricerie ont des dynamiques indépendantes ;
- . les larves émises précocement ont été soumises à des facteurs de mortalités spécifiques à Gravelines.

Il conviendra donc de suivre au cours des prochaines années l'évolution de la classe d'âge 1981 sur les différents secteurs de nourricerie et de s'assurer de la répétition du phénomène, avant de pouvoir émettre un avis sur une relation possible ou non entre ces variations et la présence de la centrale.

non vérifié
de la centrale

BIBLIOGRAPHIE

- ARBAULT (S.), BEAUDOUIN (J.) et LACROIX (N.), 1980.- Etude halieutique de
Projet de site, Penly Zooplanctonologie : rapport sur le premier
cycle annuel.- Rapport I.S.T.P.M. pour le contrat E.D.F.
- BEILLOI (P.), DESAUNAY (Y.), DOREL (D.) et LEMOINE (M.), 1979.- Nurseries
littorales de la baie du Mont Saint Michel et du Cotentin est.-
Rapport I.S.T.P.M. (contrat E.D.F.).
- BIGOT (J.L.), 1979.- Identification des zoés de tourteau (*Cancer pagurus* L.)
et d'étrille (*Macropipus puber* L.).- Comparaison avec d'autres
zoés de morphologie très voisine.- Cons. int. Explor. Mer, Comité
de l'Océanographie biologique, L : 17.
- BODDEKE (R.) et coll., 1969.- Young fish survey.- Ann. biol., Cons. int.
Explor. Mer, 26 : 269-275.
- CUSHING (D.H.), 1975.- The natural mortality of the plaice.- J. Cons. int.
Explor. Mer, 36 (2) : 150-157.
- DE CLERCK (R.), 1974.- On the effects of temperature on sole recruitment.- Cons.
int. Explor. Mer, Comité des poissons démersaux (nord), F : 30.
- 1974.- A note on the spawning season of soles in the Irish Sea,
the Bristol Channel and the Southern Bight.- Cons. int. Explor. Mer,
Comité des poissons démersaux (nord), F : 31.
- DENIEL (C.), 1981.- Les poissons plats (téléostéens, pleuronectiformes) en
baie de Douarnenez.- Thèse Université de Bretagne Occidentale n° 71.
- DE VEEN (J.F.), 1978.- On selective tidal transport in the migrations of
north sea plaice (*Pleuronectes platessa*) and other flat fish species.
Neth. J. of Sea Research, 12 (2) : 115-147.
- DICHSON (R.R.), POPE (J.G.) et HOLDEN (M.J.), 1974.- Environmental influences
on the survival of North sea cod.- In : The early life history of
fish, Blaxter I.H.S. rédacteur, Springer - Verlag édit., Berlin
Meidelberg New-York.
- DURAND (J.L.), 1981.- Indices d'abondance de Prérecrues de trois espèces de
poissons plats pour le littoral Cotentin-est (rapp. Inst. des
Pêches maritimes).
- DUVAL (P.), 1981.- Etude des nurseries littorales de l'estuaire de la Seine
(rapp. n° 1, 2 et 3) Groupement régional des pêches et cultures
marines de Basse Normandie).

.../...

- EDWARDS (R.) et STEELE (J.H.), 1968. - The ecology of 0-group plaice and common dabs at Loch Ewe. I. Population and food. - J. exp. mar. Biol. Ecol., 2 : 215-238.
- FONDS (M.), 1979. - The seasonal distribution of some fish species in the western dutch Wadden Sea. - In : Fish and fisheries of the Wadden Sea, Report 5, DANKERS (N.), WOLFF (W.J.) et ZIJLSTRA (J.J.) éditeurs, A.A. Balkema édit., Rotterdam.
- FRONTIER (S.), 1972. - Calcul de l'erreur sur un comptage du zooplancton. - J. exp. mar. Biol. Ecol., 8 : 121-132.
- GIBSON (R.N.), 1973. - The intertidal movements and distribution of young fish on a sandy beach with special reference to the plaice (*Pleuronectes platessa* L.). - J. exp. mar. Biol. Ecol., 12 : 79-102.
1973. - Tidal and circadian activity rhythms in juvenile plaice, *Pleuronectes platessa*. - Mar. Biol., 22 : 379-386.
- GIRET (M.), NEDELEC (D.) et LEBLOND (E.), 1977. - Nurseries de poissons plats et centrales thermonucléaires. - In : Influence des rejets thermiques sur le milieu vivant en mer et en estuaire. Journées de la Thermoécologie, E.D.F. Dir. Equipement édit., Paris.
- GIRET (M.) et TETARD (A.), 1981. - Etude halieutique de surveillance de site, Gravelines. Rapport préliminaire de l'étude de surveillance 1980. - Rapport I.S.T.P.M. pour le contrat E.D.F.
- HAVINGA (B.), 1930. - Der Granat (*Crangon vulgaris* Fabr.) in den Holländischen Gewässern. - J. Cons. int. Explor. Mer, 5 : 57-87.
- HOUGHTON (R.G.) et HARDING (D.), 1976. - The plaice of the English Channel : spawning and migration. - J. Cons. int. Explor. Mer, 36 (3) : 229-239.
- ISTPM, 1980. - Etude halieutique de Projet de Site, Gravelines, rapport de fin d'études. - Institut scientifique et technique des Pêches maritimes édit., Nantes.
- ISTPM, 1981 a - Site de Gravelines, rapport de fin d'étude de Projet, 1ère partie : zooplanctonologie halieutique. - Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, édit. Nantes.
- ISTPM, 1981 b - Site de Gravelines, Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques année 1980. - Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, édit. Nantes.
- ISTPM 1982 a - Site de Paluel, Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, année 1981. - Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, édit. Nantes.
- ISTPM 1982 b - Site de Gravelines, Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, année 1979. - Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, édit. Nantes (à paraître).

- JOSSI (J.W.), MARAK (R.R.) et PETERSEN (H.), 1975. - At-sea data collection and laboratory procedures. - Marmap survey I Manual, Marmap Programm Office, National Marine Fisheries Service édit., Washington.
- KUIPERS (B.), 1973. - On the tidal migration of young plaice (*Pleuronectes platessa*). - Neth. J. of Sea Research, 6 (3) : 376-388.
1975. - On the efficiency of a two-metre beam trawl for juvenile plaice (*Pleuronectes platessa*). - Neth. J. of Sea Research, 9 (1) : 69-85.
1977. - On the ecology of juvenile plaice on a tidal flat in the wadden Sea. - Neth. J. of Sea Research, 11 (1) : 56-91.
- LOCKWOOD (S.J.), 1974. - The settlement, distribution and movements of O-group plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in Filey Bay, Yorkshire. - J. Fish. Biol., 6 : 465-477.
- LOCKWOOD (S.J.), NICHOLS (J.H.) et COOMBS (S.H.), 1977. - The development rates of macherel (*Scomber scombrus*, L.) eggs over a range of temperature. - Cons. int. explor. Mer, Comité des poissons pélagiques (sud), J : 13.
- MASTAIL (M.) et BATTAGLIA (A.), 1978. - Amélioration de la conservation des pigments du zooplancton. - Cons. int. Explor. Mer, Comité de l'Océanographie biologique, L : 20.
- MESNIL (B.) et LEFRANC (G.), 1980. - Distribution et caractéristiques biologiques des jeunes poissons démersaux le long des côtes françaises de la Manche orientale en automne 1977 et 1978. - Ann. Biol., Cons. int. Explor. Mer, 35 : 306-309.
- MOTODA (S.), 1959. - Devices of simple plankton apparatus. - Mem. Fac. Fish Hokkido Univ., 7 : 73-94.
- ORAY (I.K.), 1965. - Über die Verbreitung der Fischbrut in der Südlichen Nordsee und im Ostlichen Englischen Kanal im Winter. - Ber. Ot. Wiss. Komm. Meeres., 18 (1) : 79-106.
- REGNAULT (M.), 1977. - Etude de la croissance chez la crevette *Crangon crangon* d'après les variations quantitatives de ses acides nucléiques. Influence de l'alimentation. - Thèse doctorat d'Etat des Sciences naturelles, Univ. Paris VI.
- RILEY (J.D.), 1977. - On the evaluation of the english east coast O-group flat fish year-class measurements 1973-1976. - Cons. int. Explor. Mer, Comité des poissons démersaux (nord), F : 25.
- RILEY (J.D.), SYMONDS (D.J.), WOOLNER (L.E.) et WHITE (M.L.), 1980. - Plaice, sole and turbot year-class strength estimates : English east coast, 1978. - Ann. Biol., Cons. int. Explor. Mer, 35 : 229-230.

- SCHIMDT (J.), 1902-1907. - The distribution of the pelagic fry and the spawning regions of the gadoids in the North Atlantic from Iceland to Spain. - Cons. int. Explor. Mer, Rapp. et P.V., 10 (4) : 1-229.
- SCHMIDT (J.), 1909. The distribution of the pelagic fry and the spawning regions of the gadiods in the North Atlantic from Iceland to Spain based chiefly on Danish investigations. - Rapp. P.V. Réun. Cons. perm. Int. Explor. Mer, 10 (4).
- THIJSSSEN (R.), LEVER (A.J.) et LEVER (J.), 1974. - Food composition and feeding periodicity of O-group plaice (*Pleuronectes platessa*) in the tidal area of a sandy beach. - Neth. J. of Sea Research, 8 (4) : 369-377.
- UNESCO, 1973. - Tables océanographiques internationales. - Vol. 2, National Inst. Oceanogr. Grande-Bretagne et UNESCO édit.
- VAN BEEK (F.), BODDEKE (R.), DE CLERCK (R.), RAUCK (G.) et DE VEEN (J.F.), 1980. - Young fish and brown shrimp surveys along the continental coast of the North Sea in 1978. - Ann. Biol., Cons. int. Explor. Mer, 35 : 298-306.
- WHEELER (A.), 1969. - The fishes of the British Isle and North-West Europe. - Macmillan édit., Londres, Melbourne, Toronto.
- WOEHLING (D.), GIRET (M.), HALGAND (D.) et BATTAGLIA (A.), 1981. - Reproduction des poissons et température de l'eau. Cas du sprat (*Sprattus sprattus* L.) et de la sole (*Solea vulgaris* Quensel) sur différents sites en Manche et sud de la Mer du Nord. - In : Influence des rejets thermiques sur le milieu vivant en mer et en estuaire. 2èmes journées de la Thermoécologie, E.D.F. Dir. Equipement édit., Paris.
- ZIJLSTRA (J.J.), 1972. - On the importance of the Wadden Sea as a nursery area in relation to the conservation of the southern north sea fishery resources. Symp. zool. Soc. London, n° 29 : 233-258.