ISTPM C020
DL

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

DES PÊCHES MARITIMES

Rue de l'Ile d'Yeu - B. P. 1049 - 44037 NANTES CEDEX - Tél. (40) 74.99.81

ETUDE DE SURVEILLANCE ECOLOGIQUE DES RESSOURCES HALIEUTIQUES

GRAVELINES
(Nord)

Rapport définitif
1er novembre 1981 - 31 octobre 1982

Volume I

ETUDE DE SURVEILLANCE ECOLOGIQUE
DES RESSOURCES HALIEUTIQUES

GRAVELINES

(Nord)

Rapport définitif

1er novembre 1981 - 31 octobre 1982

(en 2 volumes)

Etudes et rapports réalisés par :

Zooplanctonologie halieutique

Jean-Paul DELPECH

Patrick GRELLIER

Biologie de la macrofaune halieutique

Isabelle PERONNET

Alain TETARD

avec la collaboration de

Jocelyne MARTIN

Daniel WOEHRLING

Pierre DUVAL

Eric LEGAGNEUR

des autres membres du laboratoire Plancton

du Centre de Calcul de l'ISTPM (Nantes)

Direction scientifique : André VINCENT

assisté de Marc GIRET et Nicole LACROIX

Dactylographie : Danielle LINYER

Juin 1983

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 1981 au 31 octobre 1982, cinquième année de Surveillance du site et deuxième 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	14
Oxygène dissous	15
Sels nutritifs	16
ZOOPLANCTON	17
Holoplancton	17
Cténaires	18
Chaetognathes	19
Arthropodes-crustacés	19
Copépodes	19
Mysidacés	20
Cumacés	21
Amphipodes	21
Euphausiacés	22

Méroplancton 22

Cnidaires 22

Larves d'annélides 22

Arthropodes-crustacés 23

Décapodes natantia 23

Décapodes reptantia macroures 24

Décapodes reptantia anomoures 25

Décapodes reptantia brachyoures 26

Vertébrés 29

Poissons téléostéens 29

Poissons plats 29

IIème partie : BIOLOGIE DE LA MACROFAUNE HALIEUTIQUE 39

Introduction 40

I. - METHODOLOGIE 41

Chronologie des campagnes 42

Expression des résultats 42

II.- RESULTATS 46

A. - POISSONS 46

1.- Poissons plats 46

2.- Autres espèces 56

B. - CRUSTACES 61

CONCLUSION 70

BIBLIOGRAPHIE 75

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 par l'examen du zooplancton dont les petites formes sont échantillonnées par l'équipe Environnement Littoral et Gestion du Milieu Marin au CNEXO à Brest. 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 devrait permettre de déceler une incidence éventuelle de la centrale sur le milieu littoral et ses ressources. On peut considérer que l'impact de la centrale s'exercera essentiellement sur les premiers maillons du recrutement ("pré-recrutement") du fait que les premiers stades de développement du zooplancton sont les plus sensibles à une modification quelconque de leur milieu environnant.

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 les 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 1982.

Chronologie des campagnes

Onze campagnes ont pu être réalisées entre le 1er novembre 1981 et le 31 octobre 1982, limites de cette cinquième année de Surveillance du site. Leur chronologie est donnée dans le tableau 1.

Certaines campagnes ont dû être annulées en raison de conditions météorologiques défavorables, ce qui explique les discontinuités dans le calendrier des missions.

Localisation des points de mesure

Cette année, un point côtier (appelé point 0) se trouvant théoriquement dans le panache de rejet a été échantillonné. Les deux autres points sont situés, d'une part en limite du panache (point 1), d'autre part au large hors influence de la centrale (point 2).

La position exacte des points de mesures hydrologiques et des traicts de pêche de zooplancton est indiquée dans les figures 1 et 2 et dans le tableau 2.

Les mesures sont faites en flot autour de l'heure de la pleine mer.

Mesure des paramètres hydrologiques

A chaque station (correspondant à un traict de zooplancton), cinq paramètres 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 : sub-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 thermomètres 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 8400 et exprimée en grammes par kilogramme d'eau de mer (précision : 10^{-2} $g.kg^{-1}$).

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 : les phosphates et la somme nitrates + nitrites. 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 85 à 87 inclus (du 22 juin au 3 août), l'un des filets a été remplacé par un filet de 315 µm de maille afin de mieux échantillonner les oeufs d'anchois.

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 2 à 15 minutes selon le risque de colmatage des filets. Le volume filtré varie ainsi entre 25 et 450 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 à l'eau de mer 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 fractionné à la cuve MOTODA (MOTODA, 1959) qui permet d'en réaliser des bipartitions successives. Pour un taxon donné, le dénombrement réalisé sur cuve de DOLLFUSS est jugé satisfaisant si la fraction examinée contient environ une centaine d'individus (FRONTIER, 1972). Les oeufs et larves de poissons, ainsi que les larves de crustacés décapodes commerciaux, sont comptés sur la moitié ou la totalité du prélèvement.

Pour les 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 et 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 3 à 11.

TEMPERATURE

Variations saisonnières

L'année 1982 se caractérise par un début d'année plus froid et une fin de printemps et un été plus chauds qu'en 1981 (fig. 3).

Les mesures effectuées lors de nos campagnes concordent bien avec celles effectuées dans le cadre du Réseau National d'Observation aux deux points d'appui de Dunkerque (ces deux points correspondent grossièrement à nos points 1 et 2). Les dates de prélèvement du RNO et de l'ISTPM étant différentes, nous avons ainsi une trame temporelle plus fine qui nous permet de mieux cerner les variations de température au large de Gravelines (fig. 4).

L'arrêté Préfectoral d'Autorisation de rejet sur le domaine public du 12 juillet 1979 prévoit de la part de la centrale le suivi de la température de l'eau aux alentours de Gravelines. Ce contrôle en continu, réalisé à l'aide de thermographes de type AANDERAA, permet de déceler les variations journalières et hebdomadaires, non appréhendées par les mesures du RNO ou de la Surveillance assurée par l'ISTPM. Les derniers résultats des thermographes nous sont parvenus lors de la publication de ce rapport et ils ne concernent que l'année 1981 (fig. 4).

Les températures relevées entre juin et août sont supérieures de 2°C au plus à celles de 1981, sans tenir compte du point 0 qui est situé théoriquement dans le panache de rejet et qui n'avait pas été suivi l'an dernier.

Des températures estivales proches de celles de 1976 ont été observées en 1982 ; l'amplitude entre le minimum et le maximum annuel est de 16°5C contre 16°C en 1976 (fig. 5).

L'observation des températures moyennes mensuelles de l'air relevées par le service météorologique du sémaphore de Dunkerque montre une bonne concordance avec le cycle thermique des eaux au large de Gravelines, ce qui confirme la faible inertie thermique des masses d'eau côtières du sud de la Mer du Nord (fig. 6).

La comparaison avec les températures moyennes de l'air semble suffisante pour expliquer les différences entre les cycles thermiques des eaux de 1981 et 1982.

L'année 1982 se caractérise donc par un hiver froid (2,5°C à la mi-janvier d'après les mesures du RNO) et un été chaud.

Variations spatiales

Variations horizontales

En 1982 on observe un classique gradient côte-large négatif durant toute l'année, sauf début mai où il s'inverse.

Un écart thermique notable (jusqu'à 0,85°C) s'observe entre les points 1 et 2 de juin à août ; un écart relativement important a été relevé en juillet 75 et de juin à août 78. Par contre il peut atteindre 1,9°C entre les points extrêmes de la radiale (0 et 2) : des écarts notables entre ces deux points ont été observés en juillet 75 (1,4°C) et en juillet 76 (0,9°C), alors que la centrale n'était pas en fonctionnement.

La température du point 0 par rapport à celle du point 1 n'est sensiblement plus élevée (de 1,3 à 1,6°C) qu'au cours des campagnes de mai, août et septembre, ce qui confirme que le point 0 n'est pas en permanence dans le panache de rejet mais seulement lors des trois campagnes où les deux points présentent un tel écart thermique.

Variations verticales

Aux points 1 et 2, l'écart thermique maximum entre le fond et la surface est de 0,4°C, ce qui est du même ordre de grandeur que les années précédentes et qui montre que le point 1 n'est pas atteint par le panache lors de nos prélèvements (effectués en flot).

Par contre au point 0, au printemps-été, on relève à trois reprises (12 mai, 3 août, 14 septembre ; coefficients de marée 63-65) un écart surface-fond supérieur ou égal à 2°C (maximum de 2,5°C le 12 mai) ; l'écart minimum (0,1°C) est observé le 22 juin. Ces écarts sont notés alors que les productions thermiques journalières de la centrale sont respectivement de 1600 MW le 12 mai et 1000 MW le 22 juin (documents communiqués par la centrale de Gravelines).

Ceci confirme donc le fait que le point 0 ne se trouve pas en permanence dans la panache mais seulement lors des trois campagnes pré-citées où à la fois les gradients surface-fond et côte-large sont importants.

On observe donc en 1982 l'influence du panache au point 0, ce qui se traduit par une accentuation notable des gradients thermiques positifs du large vers la côte et du fond vers la surface, ce dernier semblant confirmer le fait que le mélange des eaux réchauffées se fait essentiellement en surface (la colonne d'eau touchée par le panache a environ 3 m d'épaisseur ; DARRAS M., 1983).

SALINITE

On retrouve en 1982 un cycle halin classique comportant deux périodes de dessalure, l'une fin avril, l'autre en septembre (fig. 7). Les salinités du début de l'année sont inférieures à celles de 1981 (fig. 8).

L'amplitude totale de variation est importante : $1,8.10^{-3}$ ($1,3.10^{-3}$ en 1980 et 1981).

La dessalure d'avril pourrait correspondre à une crue de l'Escaut. En effet les thermographies aériennes transmises par le satellite américain TIROS en 1979-80 au Centre de Météorologie Spatiale de Lannion montrent que les eaux provenant des grands fleuves côtiers belges peuvent parfois atteindre le secteur côtier de Dunkerque. Ceci est confirmé par les observations du RNO selon lesquelles les vents peuvent être à l'origine de l'inversion momentanée du sens de la dérive des masses d'eau portant vers l'est en Manche. Les salinités côtières locales sont soumises à des fluctuations anormales très rapides dues au passage "en transit" de lentilles d'eaux estuariennes étrangères à la zone (Yser, Escaut), avant que leur dilution ne se réalise (CHAUSSEPIED et al, 1982).

Les mesures de salinité effectuées sur le site de Gravelines par l'ISTPM, le CNEXO et le RNO, montrent que la dessalure de printemps ne se produit ni tous les ans, ni le même mois, ni avec la même intensité.

La remontée de la salinité bien plus rapide en mai 1982 qu'en mai 1981 peut peut-être s'expliquer par des précipitations locales trois fois plus abondantes en mai 81 qu'en mai 82. Et pourtant il ne semble pas y avoir, de même que les années précédentes, de relation directe entre la salinité et la pluviosité locale : la faible hauteur d'eau (en mm) d'avril correspond à la dessalure, l'augmentation de pluviosité en mai et juin à une augmentation de la salinité (fig. 9).

Le gradient positif côte-large observé les années précédentes se retrouve en 1982, sauf début mai où il s'inverse (comme le gradient thermique pour les points 1 et 2) : une telle inversion ne s'est produite qu'en juillet 78 et octobre 80. Ce gradient n'est pas permanent mais se fait surtout sentir entre les points 1 et 2 lors des dessalures et en début d'année.

Le gradient positif surface-fond est moins constant et beaucoup plus faible que le précédent.

OXYGENE DISSOUS

Variations saisonnières

Le cycle annuel est très tranché avec un pic très important en avril et un minimum au début de l'été (fig. 10). Ce cycle est remarquable par les valeurs extrêmes observées : en effet on atteint en avril 9 cm^3/dm^3 d'O_2 au point 2, maximum rencontré sur le site aux points 1 et 2 à la même époque en 1979 uniquement; en 1982, le pic d'O_2 correspond au minimum de salinité, de même qu'en mars 1979, mai 77 et mai 75. Par contre on trouve 4,7 cm^3/dm^3 seulement (au point 1 en juin), le minimum absolu (3,9) ayant été observé au point 0 en septembre 1975.

La remontée de la concentration en oxygène est tardive (début août, de même qu'en 1980 et 1981), et moins importante que les années précédentes.

Mis à part le lien entre la teneur en oxygène et la température, l'analyse simultanée du taux de saturation en oxygène et des variations de la concentration en sels nutritifs (phosphates et nitrates) est à rapprocher de l'activité photosynthétique du phytoplancton (cf. observations effectuées par le CNEXO). Cette année, le taux de saturation (fig. 10) reste nettement inférieur à 100 % pendant une assez longue période (de fin mai à mi-juillet), ce qui ne s'était produit qu'en 1975 et au 2ème semestre 1976, ceci en relation avec les températures estivales élevées.

Variations spatiales

Un gradient positif côte-large marqué (entre les points 1 et 2, un écart de 1 cm^3/dm^3 est noté à deux reprises : en avril et fin juin) se manifeste presque toute l'année, avec une inversion début juin.

Habituellement ce gradient est moins constant dans le temps et moins important.

L'écart maximum entre le point 0 et le point 1 n'est que de 0,8 cm^3/dm^3 au plus et n'est pas synchrone de celui entre les points 1 et 2.

Le gradient surface-fond est en général négligeable ; mais il est de l'ordre de 1 cm^3/dm^3 au point 2 en avril et au point 0 en août (un tel écart a rarement été observé sur le site : en juin 1980 au point 1 ; octobre 1979 au point 2 ; juin et août 1978 au point 1).

SELS NUTRITIFS

Variations saisonnières

Les variations saisonnières de la concentration des deux sels nutritifs sont grossièrement parallèles : leur cycle est classique avec un maximum en hiver, une chute au printemps lors de la poussée phytoplanctonique, puis régénération à la fin de l'été.

L'allure générale des cycles (fig. 11) ainsi que les valeurs extrêmes de 1982 rappellent l'année 1978 pour les nitrates (sauf une regénération en mai 1978, absente en 1982) ; par contre le cycle des phosphates est original, tant par les taux élevés du début d'année (maximum absolu depuis le début des études sur le site) que par un taux moyen élevé à partir d'avril (phénomène déjà observé en 1981).

L'amplitude de variation des phosphates est globalement moins nette et moins importante que celle des nitrates, de même qu'en 1981.

On ne peut faire de relation, comme aux printemps 1975 et 1976, entre la dessalure d'avril ou le débit de l'Aa et une augmentation de la teneur en sels nutritifs.

Variations spatiales

On note un gradient de concentration vers la côte plus stable pour les nitrates que pour les phosphates, de même qu'au cours des années précédentes.

Le gradient vertical (avec un maximum au fond) est moins net et moins constant que le premier.

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 auparavant. Ce choix a été fait principalement en raison de leur intérêt (oeufs et larves d'espèces exploitables, espèces nourricières ou prédatrices), de leur abondance et de leur fréquence d'apparition.

HOLOPLANCTON (OU PLANCTON PERMANENT)

Les espèces holoplanctoniques accomplissent l'intégralité de leur cycle biologique (de l'oeuf à l'oeuf) au sein du milieu pélagique.

Elles comportent notamment les groupes responsables de la majeure partie de la production secondaire pélagique (crustacés copépodes principalement), mais aussi des prédateurs, ainsi que des espèces omnivores et saprophages.

Les organismes présents dans nos échantillons ne représentent que les formes de taille moyenne ou grande de ces groupes à cause du maillage du filet utilisé.

CTENAIRES

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

On trouve en 1982 des *P. pileus* sur une longue période (de février à août) avec un fort pic d'abondance au printemps (fig. 12) un gradient d'abondance négatif côte-large assez constant. Aux points côtiers (0 et 1), on constate une forte augmentation des effectifs par rapport à 1981 (facteur 4), par contre les récoltes du point du large sont pauvres en *P. pileus*. Au cours des années 1979 et 1980 on retrouvait à peu près le même phénomène et les mêmes valeurs d'effectifs.

Le pic printanier se situe selon les années de mi-avril à mi-juin et coïncide avec les dessalures de printemps. Il semble que les *P. pileus* soient véhiculés par la masse d'eau dessalée arrivant sur le site ou bien que la dessalure favorise leur prolifération sur le site. D'autre part, les années où l'on observe à l'automne un petit pic de *P. pileus*, ce pic correspond également à une dessalure (excepté pour l'année 1979).

. *Beroe cucumis*

Les densités observées sont aussi faibles que celles de 1981 (toutefois le pic d'abondance a pu se situer entre deux de nos campagnes) et le gradient d'abondance positif vers la côte est respecté sauf au point 1 lors du pic de mai (fig. 12).

La période de présence de *Beroe* est beaucoup plus réduite (d'avril à fin juin) que celle de *Pleurobrachia pileus*.

On retrouve en 1982 la succession classique des pics des deux Cténaires : *Pleurobrachia* en avril puis *Beroe* en mai.

CHAETOGNATHES

En 1982 l'allure du cycle et les effectifs de ces prédateurs sont très semblables à ceux de 1981 (fig. 13).

Les chaetognathes sont rencontrés dans la totalité de nos prélèvements et on observe un premier pic printanier qui se produit au point 1 en même temps que la dessalure. Le pic principal d'automne est classiquement plus sensible au point du large mais ne correspond pas à une dessalure.

Le point 0 est en général moins riche en chaetognathes que les points 1 et 2.

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.*

Le cycle de *Calanus sp.* en 1982 (fig. 14) est très proche de celui de 1980, tant par le fait qu'il y a qu'un seul pic d'abondance que par les effectifs exceptionnels de ces deux années (de l'ordre de 200 individus par 10 m^3).

En effet ce taxon montre "habituellement" deux périodes d'abondance au point du large, au printemps et en automne, séparées par une chute des effectifs au début de l'été.

Le point le plus côtier est très pauvre en *Calanus*, ceci pendant toute l'année.

. *Labidocera wollastoni*

Présents à partir d'août sur le site, leurs effectifs en 1982 sont comparables à ceux trouvés pendant l'étude de Projet mais inférieurs à ceux rencontrés à partir de 1978. Ils sont pratiquement absents au point du large.

. Autres grands copépodes

Les caligidés, copépodes ectoparasites, ainsi qu'*Anomalocera patersoni* sont présents sporadiquement dans nos pêches (tabl. 11). Les monstrillidés sont surtout récoltés de juin à octobre (excepté en juillet ; fig. 14).

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 1982 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*.

Les jeunes individus des genres *Gastrosaccus* et *Schistomysis* sont difficiles à identifier au niveau de l'espèce aussi ont-ils été regroupés respectivement sous la rubrique *Gastrosaccus sp.* et *Schistomysis sp.*

. *Gastrosaccus spinifer*

Cette espèce est présente essentiellement au printemps mais de façon plus constante que les années précédentes. En revanche on ne rencontre que très peu d'individus en automne (fig. 15).

Les effectifs en 1982 du genre *Gastrosaccus* (fig. 15) sont du même ordre de grandeur que ceux des années précédentes, sans toutefois atteindre les 70 individus par 10 m³ de 1980.

. *Schistomysis spiritus*

Cette espèce est la plus abondante parmi les mysidacés de Gravelines. On observe au point 1 comme en 1980 un pic estival important (fig. 16) et un dernier pic classique en octobre. Les effectifs de *S. spiritus* (80 par 10 m³) sont comparables à ceux des années précédentes (les années 1978 et 1979 ont été exceptionnelles avec des densités de 800-900 par 10 m³).

S. spiritus est largement dominante par rapport à *S. kervillei* (fig. 16), trouvée en même quantité et au point 1 en 1978.

. *Mesopodopsis slabberi*

En 1982 les effectifs de *M. slabberi* (fig. 15) sont en très nette augmentation par rapport à 1981, sans arriver néanmoins aux effectifs de 1976 et 1978 (100 par 10 m³). Les périodes d'apparition de cette espèce sont classiques et le point 0 est le plus riche.

On peut d'ailleurs remarquer que les mysidacés ne sont pratiquement représentés au point 0 que par l'espèce *M. slabberi*.

Cumacés

Ces plantontes benthopélagiques constituent une source de nourriture importante pour certains poissons.

Observés dans la plupart de nos échantillons (fig. 17), les cumacés présentent des effectifs tout à fait inhabituels lors du pic estival (140 par 10 m³ en juillet au point 1, soit 3 à 5 fois plus que les années précédentes). Du fait de leur présence préférentielle au voisinage du fond le jour, il est possible que l'échantillonneur Bongo soit descendu plus près du fond que d'habitude au cours de ce traict.

Le point 1 est classiquement plus riche que celui du large, par contre le point situé dans le panache (point 0) est très pauvre en cumacés.

Amphipodes

Comme les cumacés, les amphipodes sont présents dans la presque totalité de nos échantillons (fig. 18) et constituent une source importante de nourriture pour les juvéniles de poissons plats aux stades benthiques.

Les densités observées en 1982 sont très voisines de celles de 1980 et 1981. Il y a peu de différence entre les points 1 et 2, en revanche le point 0 est moins riche (comme pour les cumacés).

Euphausiacés

Quelques larves d'euphausiacés ont été pêchées au cours des mois de mai et juin 1982 (fig. 19), en même quantité que les années précédentes (excepté pour 1979 et 1981 où les récoltes avaient été particulièrement pauvres).

Aucun représentant de ce groupe n'a été trouvé au point 0.

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.

Les larves de cirripèdes et de mollusques, en raison de leur petite taille, ne sont pas traitées par l'ISTPM car mal échantillonnées par le filet Bongo.

CNIDAIRES

Généralement de petite taille (de l'ordre du cm), les phases méduses des hydrozoaires ("hydroméduses") sont essentiellement des prédateurs de zooplancton.

S'il se confirme que les périodes d'abondance sont bien reproductibles d'une année sur l'autre (avril-mai et septembre-octobre), en revanche les maximums sont très variables. C'est ainsi que les abondances de 1982 (tabl. 10) sont sensiblement supérieures à celles des années antérieures (sauf l'année 1977 qui avait été très riche).

La différence majeure entre les résultats de 1982 et ceux des autres années est que l'effectif maximum se situe au printemps (aux deux points côtiers) et non en automne (fig. 20).

LARVES D'ANNELIDES

Les larves d'annélides jouent un rôle trophique important pour les larves de crustacés et de poisson.

Les larves de l'espèce *Lanice conchilega*, pourtant majoritaires à Gravelines, ne sont plus dénombrées dans nos prélèvements car elles sont sous-échantillonnées dans nos pêches du fait de leur petite taille.

Présentes dans de très nombreuses pêches (fig. 21), les larves d'annélides ont en 1982 des densités comparables 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 est représenté cette année par un nombre d'espèces aussi important qu'en 1978. Les effectifs maximums de certaines sont relativement élevés : ainsi la densité des larves de *Philocheras trispinosus* atteint 21 par 10 m³ (fig. 22), valeur proche de celle obtenue en 1978, celle de *Hippolyte prideauxiana* 7 par 10 m³ (fig. 23), valeur proche également de celles obtenues en 1978 et 1979. Les larves de *Pandalina brevirostris* et *Pandalus montagui* peu récoltées les années précédentes présentent respectivement des effectifs de 2,5 et 1,7 par 10 m³ (fig. 24) ; on observe deux pics d'abondance de larves de *P. brevirostris* ce qui confirme les observations de REES en Mer du Nord (REES, 1952).

Parmi les espèces rencontrées sporadiquement sur le site, on note la présence de larves d'alphéidés (*Alpheus sp.* récolté pour la première fois à Gravelines), de processidés (*Processa canaliculata* identifiée pour la première fois à Paluel), d'hippolytidés (*Thoralus cranchi*) et de crangonidés (*Crangon allmani* et *Philocheras bispinosus bispinosus*) ; en revanche aucune larve de palaemonidé n'a été trouvée en 1982. Le lecteur se reportera aux tableaux 12 et 13 en annexe pour avoir des précisions concernant la période de présence et les densités de ces espèces.

Crangon crangon (L.), la crevette grise

(5 stades "larve", 1 stade "postlarve")

En 1982, l'effectif maximum des larves de crevette grise se rapproche de celui trouvé en 1980 (fig. 25 et 26) quoique un peu plus faible (163 larves par 10 m³ au lieu de 284), et se rapproche également de celui trouvé au cours de l'étude de Projet en 1977 (99 larves par 10 m³).

Le point 0 s'avère nettement moins riche que les points 1 et 2 ; sur ces derniers on observe cette année des densités comparables.

L'observation des figures 27 et 28 montre qu'en 1982 comme en 1980, le pic d'abondance est dû à un fort effectif de larves âgées (stades 4 et 5) probablement non écloses dans le secteur puisque nous n'observons pas les stades 1 correspondants. Or, les dates de ces pics, différentes pour les deux années (début juin en 1980 et deuxième quinzaine d'avril en 1982), coïncident avec les dessalures observées. On peut alors penser que ces larves sont amenées par des masses d'eaux provenant des grands fleuves du Nord (en particulier l'Escaut), les adultes fréquentant volontiers les estuaires et les eaux dessalées.

D'autre part, les fortes dessalures observées en mai 1975 et fin avril 1976 coïncident également avec une augmentation notable du nombre total de larves, mais les stades n'ayant pas été identifiés au cours de l'étude de Projet on ne peut affirmer que cette augmentation est liée à un apport de larves d'un autre secteur, néanmoins on peut le penser.

Décapodes reptantia macroures

Aucune espèce commerciale appartenant à ce groupe (homard, langouste) ne figure dans la liste faunistique du site de Gravelines, aucune larve n'ayant été pêchée (seuls quelques homards adultes ont été capturés par les pêcheurs locaux en 1982).

Les seules larves de décapodes macroures récoltées appartiennent à la famille des thalassinidés.

Les larves d'*Upogebia sp.* (fig. 29) atteignent comme en 1980 un effectif maximum de 30 par 10 m³ (108 en 1978).

Comme les années précédentes les postlarves récoltées en août et septembre appartiennent à l'espèce *Upogebia deltaura*.

D'autre part, en 1982, le gradient d'abondance positif côte-large observé les années précédentes est bien marqué, avec une augmentation régulière des effectifs du point 0 au point 2.

Les larves de l'espèce non identifiée de thalassinidés (fig. 30) sont très nombreuses (plus de 150 par 10 m³) en août au point du large, comme en 1978.

Quelques larves d'*Axius stirhynchus* ont été capturées en juillet au point 1 (fig. 30).

Décapodes Reptantia anomoures

Ce groupe ne comprend pas d'espèce commerciale.

. Porcellanidés

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

Comme les années précédentes, la plupart des larves récoltées en 1982 doivent appartenir à l'espèce *Pisidia longicornis*, seule espèce trouvée au stade glaucothoé (les glaucothoés de *Porcellana platycheles* sont absentes dans les prélèvements effectués depuis 1979).

Les effectifs larvaires de Porcellanidés (fig. 31) sont très voisins depuis le début des études de surveillance (les faibles valeurs observées au cours de l'étude de Projet pourraient être dues à l'absence de prélèvement lors du pic d'abondance).

C'est toujours au point 2 que les effectifs maximums de larves et glaucothoés ont été trouvés de 1978 à 1982 ; c'est pourquoi nous avons représenté les variations pluriannuelles des densités trouvées en ce point (fig. 32).

Il semblerait d'après cette figure se dessiner en 1980 et 1982 deux pics d'abondance des larves de porcellanidés, l'un en juin-juillet, l'autre en septembre-octobre, ce qui correspond aux deux pics d'éclosion suggérés pour la Mer du Nord par JORGENSEN cité par REES (1952).

. Paguridés

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

Les résultats relatifs aux larves de paguridés sont assez reproductibles d'une année à l'autre.

C'est toujours l'espèce *Pagurus bernhardus* qui représente la presque totalité des récoltes de larves de paguridés à Gravelines (fig. 33) avec cette année une densité maximale de 43 par 10 m³ (comprise entre 13 et 74 depuis 1978).

Les larves de *Anapagurus hyndmanni* et *Diogenes pugilator* sont toujours aussi peu abondantes et comme l'année précédente, aucune larve appartenant aux deux espèces rencontrées sporadiquement sur le site (*Pagurus cuanensis* et *P. prideauxi*) n'a été trouvée.

Pour toutes ces espèces, la majorité des larves est récoltée au point du large (le point 0 est très pauvre en paguridés).

La figure 34a qui représente les variations pluriannuelles des larves de *Pagurus bernhardus* au point 2 montre que le second pic d'abondance a un retard d'environ un mois par rapport à 1979 (début juin au lieu de début mai) ; la quasi absence de pic en mars-avril est probablement due à l'intervalle de temps trop important entre les prélèvements faits au point 2 (début février-fin avril).

Les glaucothoés (fig. 34 b) sont toujours aussi peu nombreuses, en effet d'après DECHANCE et FOREST (1958) il est probable que la phase pélagique soit courte et que la glaucothoé gagne rapidement le fond à la recherche d'une coquille qu'elle occupera un certain temps avant de se transformer en jeune pagure.

. *Galathea sp.*

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

Les larves des trois espèces de Galathées (*Galathea intermedia*, *G. squamifera* et *G. dispersa*) ont été récoltées cette année, la première étant majoritaire et responsable en grande partie du pic de septembre.

Comme en 1978 on observe au point du large deux pics de larves, en juillet et septembre (fig. 35 a) ; les effectifs sont du même ordre de grandeur que ceux des autres années. On trouve des glaucothoés aux mêmes périodes que les larves mais en quantité moindre (fig. 35 b).

Décapodes Reptantia brachyoures

Espèces d'intérêt commercial

. *Macropipus puber* (L.), l'étrille

(5 stades "zoé ", 1 stade "mégalope")

Avec un effectif maximum de 21 zoés par 10 m³ (fig. 36 et 37), on retrouve en 1982 l'abondance relativement faible des zoés d'étrille observée les années précédentes (exception faite de l'année 1978 où l'on a capturé 224 zoés par 10 m³ comprenant en grande partie des larves âgées, probablement amenées sur le site par les courants).

La densité maximale de zoés au stade 1 varie assez peu : depuis 1978 elle est comprise entre 0,5 et 22 zoés par 10 m³ (fig. 38). Ces valeurs maximales ne sont pas toujours trouvées au point 2, comme c'est le cas pour la densité totale de zoés (fig. 39) ; en 1982 en effet, on trouve 11 larves par 10 m³ au stade 1 au point 1 et seulement 6 par 10 m³ au point 2 (fig. 37). Le point 0 a des densités voisines de celles du point 1.

Les éclosions, relativement régulières d'une année à l'autre, semblent donc se produire sur le site de juin à octobre, le pic d'abondance de zoés au stade 1 se situant en juin, juillet ou août.

Les mégalopes, généralement mal échantillonnées, présentent des maximums peu différents d'une année à l'autre (fig. 39).

Nous n'avons pas capturé en 1982 d'autres espèces d'intérêt commercial, comme le tourteau (en 1978 et 1981) ou l'araignée (en 1979).

Espèces d'intérêt non commercial

Les larves de ces espèces sont représentées essentiellement par *Carcinus maenas* et le genre *Macropipus sp.* (excepté *M. puber*). De par leur abondance dans le secteur elles peuvent avoir un intérêt trophique non négligeable.

. *Carcinus maenas* (L.), le crabe vert

(4 stades "zoé", 1 stade "mégalope")

La figure 40, présentant les variations de la densité des larves de crabe vert en 1982 montre que, contrairement aux années précédentes, les zoés de cette espèce sont plus abondantes au point du large ; en revanche ce sont toujours les points côtiers qui sont les plus riches en mégalopes.

La figure 41a représente les variations pluriannuelles des zoés au point le plus riche, soit le point 1 de 1978 à 1981, le point 2 pour 1982. En 1981 et 1982, l'effectif maximum atteint environ 70 par 10 m³, donc relativement abondant par rapport aux trois premières années de surveillance ; toutefois une densité plus importante de 261 par 10 m³ a été obtenue en 1977. La figure 41b montre une meilleure reproductibilité des résultats des mégalopes avec une densité maximale située chaque année en juin (excepté en 1979). L'effectif le plus élevé a été atteint en 1978 avec 45 par 10 m³, chiffre supérieur à celui des effectifs de zoés à la même période.

. *Macropipus sp.* Prestandrea, autres que *M. puber*

(5 stades "zoé", 1 stade "mégalope")

Comme les années précédentes, les densités de zoés de *Macropipus sp.* présentent un gradient d'abondance côte-large positif marqué (fig. 42a). On constate depuis 1980 que leur effectif maximum se maintient à un niveau assez élevé (respectivement 186, 134 et 205 zoés par 10 m³ en 1980, 1981 et 1982 ; fig. 43a) ; en revanche les effectifs de mégalopes présentent des fluctuations plus importantes (fig. 43b).

Depuis 1979 les zoés de *Macropipus sp.* (autres que *M. puber*) sont nettement les plus nombreuses.

Pour les autres espèces de reptantia brachyoures, peu abondantes, le lecteur se reportera aux figures 44 à 49 et aux tableaux 14 à 16 en annexe.

L'abondance de certaines espèces s'est accrue de façon assez importante : c'est le cas de *Thia polita* (fig. 44) dont l'effectif maximum atteint 74 zoés par 10 m³ cette année, début août, au point 2 ; en 1978 une densité maximale notable de 24 zoés par 10 m³ était trouvée à la même époque, mais au point 1. C'est également le cas de *Corystes cassivellaunus* (fig. 45) dont l'effectif maximum atteint 30 zoés par 10 m³ fin mai, au point 2 (densité maximale obtenue précédemment environ 8 zoés par 10 m³ également en mai) ; les zoés de *Portumnus latipes* (fig. 46) sont plus abondantes avec un effectif maximum de 14 zoés par 10 m³, soit environ deux fois plus que les années précédentes.

L'espèce *Ebalia cranchi*, absente dans les prélèvements en 1981, est retrouvée en 1982 avec une densité de zoés du même ordre de grandeur que les années précédentes (0,7 par 10 m³).

Pour d'autres espèces, présentant généralement des effectifs larvaires faibles, aucune zoé n'a été trouvée cette année : c'est le cas de *Pinnotheres pinnotheres*, d'*Inachus sp.* et d'*Hyas sp.*, les mégalopes d'*Inachus sp.* et d'*Hyas sp.* étant présentes avec des effectifs comparables à ceux des années précédentes.

Les zoés de *Pinnotheres pisum* se maintiennent à un niveau constant assez bas depuis 1980 (environ 0,5 zoé par 10 m³).

La présence de mégalope d'*Eurynome aspera*, notée pour la première fois en 1981 (zoés jamais trouvées) ne s'est pas renouvelée cette année.

VERTEBRES

Poissons téléostéens

Poissons d'intérêt commercial à Gravelines

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

Cette espèce démersale côtière, très commune dans le secteur de Gravelines, fait l'objet d'une exploitation commerciale importante.

La période de ponte maximale se situe en mars-avril avec une moyenne 0,3 oeuf par 10 m³, l'effectif trouvé en 1981 (2,4 oeufs par 10 m³) ayant été exceptionnel.

Le pic de mars 1982 (fig. 50a) se produit alors que la température de l'eau est d'environ 8,5°C, ce qui est en accord avec les observations de différents auteurs selon lesquels l'émission du frai aurait lieu pour des températures de l'ordre de 9°C (RUSSEL, 1976).

En 1982, comme les années précédentes les larves sont présentes en mai et juin et ont des effectifs comparables à ceux de 1980 (0,6 par 10 m³), le point du large étant classiquement le plus riche (fig. 50b).

Aucune larve et aucun oeuf n'a été capturé au point le plus côtier.

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

De grande importance commerciale en raison des quantités pêchées, cette espèce migratrice est l'objet d'une pêche importante en Manche. Dans le secteur de Gravelines ce poisson est surtout pêché en été (pêche à la "mitraillette").

Les géniteurs du stock dit "de l'ouest" en cours de migration alimentent le site en oeufs de manière variable d'année en année sur le plan quantitatif, mais toujours de mai à début juillet.

Les densités maximales en oeufs observées en 1982 (1,6 par 10 m³) et en 1981 (1,4 par 10 m³) sont nettement supérieures à celles des années précédentes (de 0,1 à 0,4 par 10 m³).

En 1982, on observe trois pics successifs, de mi-mai à fin juin (fig. 51), essentiellement au large.

Aucune larve n'a été récoltée en 1982 (les quelques larves capturées en juin-juillet 1976 sont restées un cas unique).

. Triglidés, "grondins" ou "rougets grondins"

Comme les années précédentes, nous avons pêché quelques oeufs (au stade 2) de grondins en juin (tabl. 23) mais pas de larves.

Poissons plats

Les eaux côtières du secteur de Gravelines font l'objet d'une pêche importante de soles, plies, limandes et accessoirement barbues et turbots. D'autres espèces comme le flet ont un intérêt commercial moindre et seront traitées plus loin.

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

Chaque année le point côtier est faiblement mais régulièrement alimenté en oeufs de barbue d'avril à juillet (0,4 par 10 m³ en moyenne, et 0,3 par 10 m³ en 1982 ; tabl. 23), les pontes s'effectuant probablement localement.

Aucune larve de barbue n'a jamais été pêchée à Gravelines.

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

La forte densité d'oeufs de turbot (3,3 par 10 m³) trouvée au point 2 en mai (fig. 52) s'explique probablement par la coïncidence de la campagne de prélèvement et d'une ponte. En effet les pontes s'effectuent sur une brève période (LAHAYE, 1972) et les oeufs pêchés au cours de cette seule campagne sont au stade 1.

Comme pour la barbue, aucune larve n'a été capturée en 1982.

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

Les oeufs de limande sont pêchés au cours de deux missions en mars et en mai, uniquement aux points côtiers (fig. 52) et leurs densités sont du même ordre de grandeur (0,5 oeuf par 10 m³) que celles des années précédentes (sauf en 1980 où les oeufs étaient dix fois moins abondants).

Tous les oeufs récoltés sont à de jeunes stades de développement et ont donc été pondus soit localement soit dans un secteur proche.

Les effectifs de larves sont en très forte progression en 1982 (fig. 52). En effet pendant l'étude de Projet il a été pêché en moyenne 0,2 larve par 10 m³ (avec un maximum de 0,9 par 10 m³ en mars 1976). Puis de 1978 à 1980 on observe une stabilité des effectifs avec des valeurs faibles de l'ordre de 0,06 larve par 10 m³. En mars 1981 ils passent à 0,3 par 10 m³ et en 1982 on trouve à deux reprises 2,5 larves par 10 m³. La figure 52 montre que les trois points étudiés sont alimentés de façon très inégale en larves de limande. En effet on n'en rencontre qu'une seule fois au point 0 en avril, deux fois au point 2 en février et surtout à la fin du mois de mai avec 2,5 larves par 10 m³. Par contre au point 1 on pêche des larves en quantité croissante de mars à mi-mai où l'effectif atteint alors 2,6 larves par 10 m³.

D'autre part, on peut remarquer qu'excepté en avril (et peut-être en mars), les larves ne sont jamais présentes au cours d'une même mission sur les trois stations à la fois.

. *Solea vulgaris* Quensel, la sole commune

La reproduction de la sole en 1982 commence à la mi-mars et le maximum est atteint en mai (fig. 53 et 54).

Ce cycle est à rapprocher des observations de 1978 et surtout de 1980 ; les basses températures hivernales n'entrainent pas de retard significatif de la ponte comme il avait été observé en 1979. Il convient de remarquer que le réchauffement des eaux à partir de la fin janvier est bien plus rapide en 1982 qu'en 1979.

Les effectifs maximum d'oeufs sont rencontrés alors que la température moyenne de l'eau est de 12°C.

D'autre part les pontes s'arrêtent courant juillet bien qu'il y ait eu un début d'été chaud (comme en 1976).

Il est à noter qu'en 1982, contrairement aux autres années, le point le plus riche en oeufs de sole est le point du large tandis qu'il y a pas de différence sensible entres les deux points côtiers.

Les densités d'oeufs observées en mai au point 2 sont les plus importantes jamais rencontrées sur le site (86 par 10 m^3 soit deux fois plus qu'en 1981 où l'on avait déjà plus du double d'oeufs que les années précédentes).

Malgré les effectifs élevés d'oeufs de 1981 et 1982, les densités de larves de sole sont moyennes (3 par 10 m^3) et inférieures à celles de 1980 ; les recrutements de juvéniles sont également mauvais pour ces deux années.

On observe cette année une chute des effectifs de larves fin mai, entourée de deux pics sensiblement équivalents mais en deux points différents (fig. 54).

En 1982, quelques larves d'autres espèces commerciales sont rencontrées il s'agit de l'anguille *Anguilla anguilla*, du lieu jaune *Pollachius pollachius* et du bar *Dicentrarchus labrax*. Pour cette dernière espèce il est intéressant de noter que ses larves ont été récoltées pour la première fois au printemps 1981. Au cours de l'automne 1982 des juvéniles du groupe 0 ont été pêchés dans la zone intertidale en quantité non négligeable ; par ailleurs, quelques pêches d'adultes ont été signalées à proximité du site et nous en avons également observé dans le canal de rejet de la centrale.

Poissons d'intérêt commercial réduit ou nul à Gravelines

Parmi les espèces suivantes, certaines ne font pas actuellement 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 potentiabilité halieutique puisqu'elles sont exploitées dans d'autres secteurs. D'autres espèces, en revanche, n'ont aucun intérêt commercial (motelles, gobiidés, callionymidés).

Il est à noter que les larves des trois espèces de clupéidés rencontrées à Gravelines (hareng, sardine et sprat) dont la taille est inférieure à 10 mm, ne sont pas identifiées à l'espèce en raison des difficultés de détermination, mais regroupées sour le terme de "Clupéidés sp.".

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

On retrouve cette année quelques larves de hareng au point 1 en mars (fig. 55a) ; d'après leur taille, ces larves sont issues de pontes de fin décembre à début janvier.

Depuis 1979, les effectifs larvaires sont assez constants, variant de 0,3 à 0,6 larve par 10 m³.

. *Sardina pilchardus* Walbaum, la sardine

Les oeufs et larves de sardine sont généralement sporadiques dans le plancton de Gravelines, en raison de la localisation des aires de nutrition-frai dans la partie médiane de la Manche et du sud de la Mer du Nord.

Comme en 1978, aucun oeuf n'a été pêché cette année alors qu'on en récoltait en moyenne les autres années 0,1 par 10 m³.

Par contre les larves trouvées en avril aux trois points sont assez nombreuses puisqu'on atteint environ 0,6 larve par 10 m³ au point 1. La seule année où les effectifs larvaires soient comparables est 1978 où l'on a trouvé 0,9 larve par 10 m³ au point 2 en septembre ; les autres années présentent des effectifs nuls ou négligeables.

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

Le sprat ne fait pas l'objet d'une exploitation commerciale à Gravelines 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).

Les basses températures du début de l'année 1982 au moment de la maturation font que le maximum d'oeufs n'est observé que fin mai (fig. 56) où les températures sont de l'ordre de 12°C.

Les périodes de présence des oeufs de sprat sont reproductibles de 1976 à 1982 avec un maximum se situant de mi-mai à mi-juin (seule l'année 1981 a été très précoce avec le amximum début avril), et toujours au point du large. Les effectifs maximums sont également assez constants depuis 1976 et sont en moyenne de 180 oeufs par 10 m³ (ce qui correspond à la valeur du pic de mai 1982).

En 1982, la période de présence des larves se situe d'avril à juillet (fig. 57), le pic d'abondance apparaît fin mai avec 54 larves par 10 m³ au point 0. Cet effectif maximum (très variable depuis 1975) est beaucoup plus important qu'en 1981 (3 par 10 m³).

Les larves de clupéidés dont la taille est inférieure à 10 mm ne sont pas identifiées à l'espèce mais la comparaison des courbes 55c et 57 indique qu'une bonne proportion de ces larves doit être constituée par des sprats.

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

Lors de la saison de ponte de l'anchois, l'échantillonneur Bongo est équipé d'un filet de maillage 315 µ afin d'assurer une meilleure capture des oeufs d'anchois.

Les densités d'oeufs trouvées chaque année sont très variables depuis 1975. Importantes de 1975 à 1978 (50 à 200 par 10 m³), très faibles de 1979 à 1980, elles sont depuis 1981 en progression avec 76 oeufs par 10 m³ en juillet 1982 au point 2.

On constate un très fort gradient d'abondance positif côte-large (fig. 58), comme précédemment (exception faite de 1981 où il était inversé).

Les effectifs de larves baissent régulièrement depuis 1977 et sont nuls depuis 1980.

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

Espèce commune en Manche, le tacaud (peu commercialisé en raison de la difficulté de sa conservation) est important sur le plan trophique aux stades larvaires mais également au stade adulte (poisson "fourrage").

Les oeufs de tacaud, présents uniquement en 1981, sont absents des prélèvements de 1982 ; d'après WHEELER (1969), la reproduction en Manche aurait lieu principalement au-dessus des fonds d'une soixantaine de mètres.

Les larves sont présentes d'avril à juillet selon les années et leurs effectifs sont très variables. C'est ainsi qu'en mai 1982 on trouve 2 larves par 10 m^3 au point 1 (fig. 59a), soit dix fois plus qu'en 1981 ; seuls les résultats de 1977 sont voisins de ceux de 1982.

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

Non commercial, ce petit poisson est un constituant de base de la nutrition de certains prédateurs comme la morue, le merlan, le merlu et le turbot (WHEELER, 1976).

Aucun oeuf n'a jamais été récolté et les larves pêchées en mai aux points 1 et 2 (fig. 59b) sont plus abondantes qu'en 1981 (0,4 contre 0,1 par 10 m^3).

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

Les motelles ne présentent pas d'intérêt économique mais leurs oeufs et larves peuvent avoir une importance trophique.

En 1982, les oeufs sont rencontrés de février à août avec deux pics importants au point 2 (fig. 60), l'un début mai, l'autre début juillet. Habituellement le maximum a lieu à la côte et comme en 1981, les effectifs sont en sensible progression par rapport aux années précédentes.

En revanche aucune larve n'a été capturée cette année, contrairement à 1978, 1979 et 1981 où leurs effectifs étaient faibles.

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

Diversement apprécié selon les régions, le chinchard constitue une ressource halieutique potentielle pouvant permettre des apports de fort tonnage.

Au printemps-été, le secteur de Gravelines est alimenté en oeufs et larves de chinchard par les géniteurs en cours de migration vers leur frayère principale située dans le sud de la Mer du Nord (LOCKWOOD, 1977).

C'est donc essentiellement au point du large que sont rencontrés les oeufs et larves de cette espèce.

Si les abondances d'oeufs de chinchard étaient faibles de 1975 à 1977 (2 à 5 par 10 m^3), moyennes de 1979 à 1981 (10 à 30 par 10 m^3), elles passent à 120 par 10 m^3 en 1978 pour atteindre 420 par 10 m^3 en juin 1982 (fig. 61).

Ces très fortes abondances peuvent s'expliquer par un nombre plus élevé de géniteurs en migration dans le secteur proche de Gravelines.

D'autre part les larves sont également plus abondantes cette année (fig. 62a) mais l'augmentation de leurs effectifs par rapport aux autres années est bien moindre que celle des oeufs.

. Ammodytidés

Ces poissons ont un rôle trophique important pour un grand nombre de poissons démersaux (gadidés) et benthiques (poissons plats).

Les effectifs larvaires de 1982, avec 0,2 larves par 10 m^3 au point 1 (fig. 62b), sont les plus bas de ceux enregistrés depuis 1975.

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

Les abondances d'oeufs de petite vive sont semblables à celles de 1981, soit plus de 3 par 10 m^3 (fig. 63). Les faibles valeurs de 1975 à 1980 étaient probablement dues à des erreurs d'identification, les oeufs de *Trachinus vipera* et du soléidé *Microchirus variegatus* présentant de grandes similitudes morphologiques aux premiers stades.

En revanche, les larves sont en augmentation très sensible par rapport aux deux dernières années, l'effectif de 1982 étant deux fois plus important que celui de 1978 et 1979 (fig. 64b).

. Gobiidés

Cette vaste famille comprend de nombreuses espèces souvent côtières 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 1982 (fig. 65a), les effectifs larvaires des points 1 et 2 sont très voisins de ceux de 1979 à 1981 (soit 17 par 10 m³ environ) ; en revanche en 1982 au point 0 on trouve 49 larves par 10 m³, soit autant qu'en 1975 et 1976.

. Callionymidés

Les espèces de cette famille ont un rôle trophique important pour les poissons prédateurs démersaux.

Les oeufs récoltés de mars à juillet, présentent souvent des densités maximales vers le large (fig. 66). Leurs effectifs sont supérieurs à ceux de 1981 et sont de l'ordre de ceux trouvés en 1977 (6 par 10 m³).

Les larves, présentes essentiellement au large (fig. 65b), ont des effectifs moyens, supérieurs à ceux de 1981.

. *Pholis gunnellus* (L.), la gonelle

Quelques larves de gonelles sont rencontrées régulièrement sur le site en mars-avril depuis 1977. En 1982, 0,5 larve par 10 m³ ont été capturées (fig. 65c).

Poissons plats

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

Le flet, bien que présent dans la pêche locale, n'est exploité qu'exceptionnellement.

Le site de Gravelines ne constitue pas une partie importante de frayère pour cette espèce et les densités d'oeufs sont faibles et variables (0,5 par 10 m³ en 1982 ; fig. 67a).

Les larves, habituellement peu nombreuses, atteignent cette année au point 0 à trois reprises en avril et mai) des effectifs très supérieurs à ceux déjà rencontrés, le maximum se situant fin mai avec 10 larves par 10 m³ (fig. 67c).

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

Les densités d'oeufs de cette espèce sont régulièrement rencontrées à Gravelines depuis 1975. Après avoir chuté en 1980 elles augmentent à nouveau depuis 1981 (fig. 68a).

Les larves sont présentes de façon beaucoup plus irrégulière ; en 1982 leurs effectifs (fig. 68b) sont voisins de ceux de 1980.

. *Solea lascaris* Risso, la sole perdrix

Cette espèce a toujours été représentée de façon sporadique dans l'ichthyoplancton du site. En 1982, très peu d'oeufs sont rencontrés en juillet et aucune larve n'a été pêchée (tabl. 23 et 24).

. *Microchirus variegatus* Donovan, la sole panachée

Les densités d'oeufs de cette espèce sont relativement stables d'une année à l'autre ; cependant, comme il a été rappelé plus haut, les oeufs au stade 1 de cette espèce ont longtemps été confondus avec ceux de la petite vive *Trachinus vipera*. En 1982, ces oeufs n'ont été trouvés qu'une fois, en juillet, et uniquement au point 1 (fig. 69).

IIème 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 1982, les prélèvements ont été effectués à la fin du printemps et au début de l'automne. La périodicité des campagnes d'échantillonnage est conservée depuis 1979, les conditions hydrobiologiques actuelles ne subissant pas de modifications importantes, l'éxécution des cinq campagnes annuelles telles qu'elles avaient été établies lors de l'étude de projet de site de 1977 n'est pas nécessaire.

La stratégie d'échantillonnage adoptée lors de l'étude de projet n'a pas été modifiée. Les prélèvements se font sous deux formes complémentaires : prélèvements à bord du chalutier "Saint Eloi" et prélèvements à pied le long du littoral.

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 de pêche utilisé est un chalut-perche de 3 m dont le maillage est de 20 mm (maille étirée) (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 push-net de Riley (MC) (annexe 1). Les prélèvements sont effectués au cours du cycle de marée, parallèlement à la côte, sur une distance de 100 m et à une vitesse de 1 à 1,5 noeuds.

Les observations concernent trois radiales :

- une radiale au droit de la centrale, subdivisée en 2 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

Les premières observations sur le terrain pour l'année 1982 ont été réalisées entre le 21 juin et le 27 juin.

Du 21 juin au 24 juin : échantillonnage de la zone intertidale.

- 21 juin : prélèvements à pied à l'est du canal de rejet (5 traits)
- 22 juin : prélèvements à pied à l'ouest du canal de rejet (10 traits)
- 23 juin : prélèvements à pied à Oyes-Plage (10 traits)
- 24 juin : prélèvements à pied aux Hemmes de Marck (9 traits)
- 25 juin : échantillonnage de la zone subtidale avec un chalut-perche (18 traits)

La campagne d'automne a débuté le 20 septembre pour s'achever le 24 septembre.

- 20 septembre : prélèvements à pied à l'ouest du canal de rejet (10 traits)
- 21 septembre : prélèvements à pied à Oyes-Plage (4 traits)
- 22 septembre : prélèvements à pied aux Hemmes de Marck (9 traits)
- 23 septembre : prélèvements à pied à Oyes-Plage (6 traits)
- 23 septembre : prélèvements à pied à l'est du canal de rejet (5 traits)
- 24 septembre : chalutages (18 traits).

Les positions de ces prélèvements sont présentées en annexe 1.

Expression des résultats

Pour chaque trait 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 relations 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 structure de ces pièces et de la terminologie que nous utiliserons dans les résultats pour la notion d'âge paraît souhaitable.

Les otolithes sont des pièces calcaires faisant partie de l'oreille interne des téléostéens. Elles participent au maintien du tonus musculaire et à la réception des stimuli externes (LOWESTEIN, 1957).

Le centre de l'otolithe est opaque, des dépôts se forment autour de ce noyau dès les premiers mois de la vie du poisson et jusqu'à la fin de l'automne ou le début de l'hiver. Des matériaux hyalins se déposent alors pendant toute la période hivernale et jusqu'au début du printemps (WILLIAMS et al, 1973).

Les dépôts alternent suivant le rythme des saisons et la croissance du poisson.

Les zones opaques correspondent aux périodes estivales à croissance rapide et les zones hyalines aux ralentissements hivernaux.

Entre la naissance et le premier ralentissement de croissance, le poisson appartient au groupe 0. A partir de la reprise de croissance rapide, le poisson entre dans le groupe 1. A l'occasion de chaque nouvelle saison hivernale, il passe dans le groupe supérieur.

Pour l'exploitation des données, les deux types suivants d'analyses ont été retenus.

Calcul des densités par trait

Ce type de traitement 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 pour 1000 m² est calculée.

Les densités par trait obtenues, pour chaque espèce, au cours des campagnes sont répertoriées dans l'annexe 2.

Calcul de densités moyennes par zone

Les densités par trait, en raison de la variabilité des valeurs, 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 prospection 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 pour chaque zone :

* densité moyenne par 1000 m² : $d = \frac{\Sigma\ Pi\ .\ 1000}{\Sigma\ s_i}$

Pi = nombre d'individus observés dans chaque trait

s_i = surface balayée par chaque trait (m²)

* nombre d'individus présents sur la zone $n = \frac{S.\ \Sigma\ Pi}{\Sigma\ s_i}$

S = surface de la zone (m²)

* variance sur l'estimation du nombre d'individus

$$V\ (n) = \frac{S^2\ .\ x\ .\ V(\bar{p})}{(\Sigma\ s_i)^2}$$

x = nombre de traits effectués sur la zone

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

* indice de précision exprimé en pourcentage : $i = \frac{\sqrt{V(n)}}{n}$

Les traits retenus pour chacune des zones 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 1000 m^2). 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.

Calcul des densités moyennes et production sur l'ensemble du secteur d'étude

Comme indice de la production d'ensemble des différentes zones nous avons utilisé les formules suivantes :

* densité moyenne par 1000 m^2 : $d = \frac{nj \cdot 1000}{Sj}$

nj = nombre d'individus estimé pour la zone j

Sj = surface de la zone (en m^2)

* nombre d'individus présents sur l'ensemble du secteur d'étude

$N = \Sigma\, nj$

* variance sur l'estimation du nombre d'individus

$V(N) = \Sigma\, V(n)j$

V (n)j = Variance sur l'estimation du nombre d'individus présents sur la zone j.

* indice de précision exprimé en pourcentage : $i = \frac{\sqrt{V(N)}}{N}$

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

L'étude de surveillance est principalement orientée vers les espèces de poissons plats les mieux représentées 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*). Hormis celles-ci, trois autres espèces de plats sont présentes sur le site, mais leurs effectifs demeurent très réduits. Il s'agit de la barbue (*Scophthalmus rhombus*), du turbot (*Psetta maxima*) et du flet (*Platichthys flesus*).

Les juvéniles du groupe 0 de flets sont absents du secteur d'étude, les captures sont composées d'adultes et d'individus du groupe 1. Les densités les plus importantes se rencontrent au cours de la campagne de printemps, à l'est de la zone de prospection.

Les juvéniles du groupe 0 de barbue et de turbot sont présents uniquement dans les captures provenant des prélèvements à pied. Les densités maximum se rencontrent en automne plutôt à l'ouest du secteur d'étude, mais ne dépassent pas 3 individus par 1000 m² pour la barbue, espèce la plus abondante (annexe 2).

La plie

Les migrations saisonnières de cette espèce sont comparables à celles de la sole et de la limande : d'une part des migrations printanières vers la côte liées à la nutrition, d'autre part des migrations automnales en direction du large liées aux températures côtières pour les plus jeunes individus et à la reproduction pour les plus âgés.

La reproduction s'effectue de décembre à mars, sur des frayères situées au milieu de la Manche, les juvéniles nés de ces pontes passent au moins leur premier été dans les eaux turbides des plages sableuses.

ESPECES	JUILLET	SEPTEMBRE
Plie (Pleuronectes platessa) - groupe 0	0,39	1,43
Plie (Pleuronectes platessa) - groupe 1	1,46	0,40
Plie (Pleuronectes platessa) - groupe 2	0,12	0,05
Sole (Solea vulgaris) - groupe 0	1,07	1,27
Sole (Solea vulgaris) - groupe 1	0,27	0,05
Sole (Solea vulgaris) - groupe 2	0,09	0,01
Limande (Limanda limanda) - groupe 0	1,86	18,01
Limande (Limanda limanda) - groupe 1	6,70	5,08
Limande (Limanda limanda) - groupe 2	0,37	0,17
Turbot (Psetta maxima) - total	0,00	0,01
Barbue (Scophtalmus rhombus) - total	0,00	0,00
Flet (Platichthys flesus) - total	0,51	0,10
Tacaud (Trisopterus luscus) - groupe 0	7,48	10,89
Tacaud (Trisopterus luscus) - groupes $\geqslant 1$	0,03	0,00
Merlan (Merlangius merlangus) - groupe 0	1,08	5,96
Merlan (Merlangius merlangus) - groupes $\geqslant 1$	0,06	0,05
Morue (Gadus morhua) - groupe 0	0,00	0,01
Morue (Gadus morhua) - groupes $\geqslant 1$	0,00	0,00
Hareng (Clupea harengus) - groupe 1	0,00	3,32
Sprat (Sprattus sprattus) - groupe 0	0,22	0,01
Sprat (Sprattus sprattus) - groupes $\geqslant 1$	0,07	0,00
Equille (Amnodytes tobianus) - total	0,05	0,00
Grondin (Trigla lucerna) - groupe 0	0,00	0,00
Grondin (Trigla lucerna) - groupes $\geqslant 1$	0,26	0,15
Bar (Dicentrarchus labrax) - groupe 0	0,00	0,46
Crevette grise (Crangon crangon) - total	44	113

Tabl. 1 - GRAVELINES 1982 : Densités moyennes pour la zone subtidale.

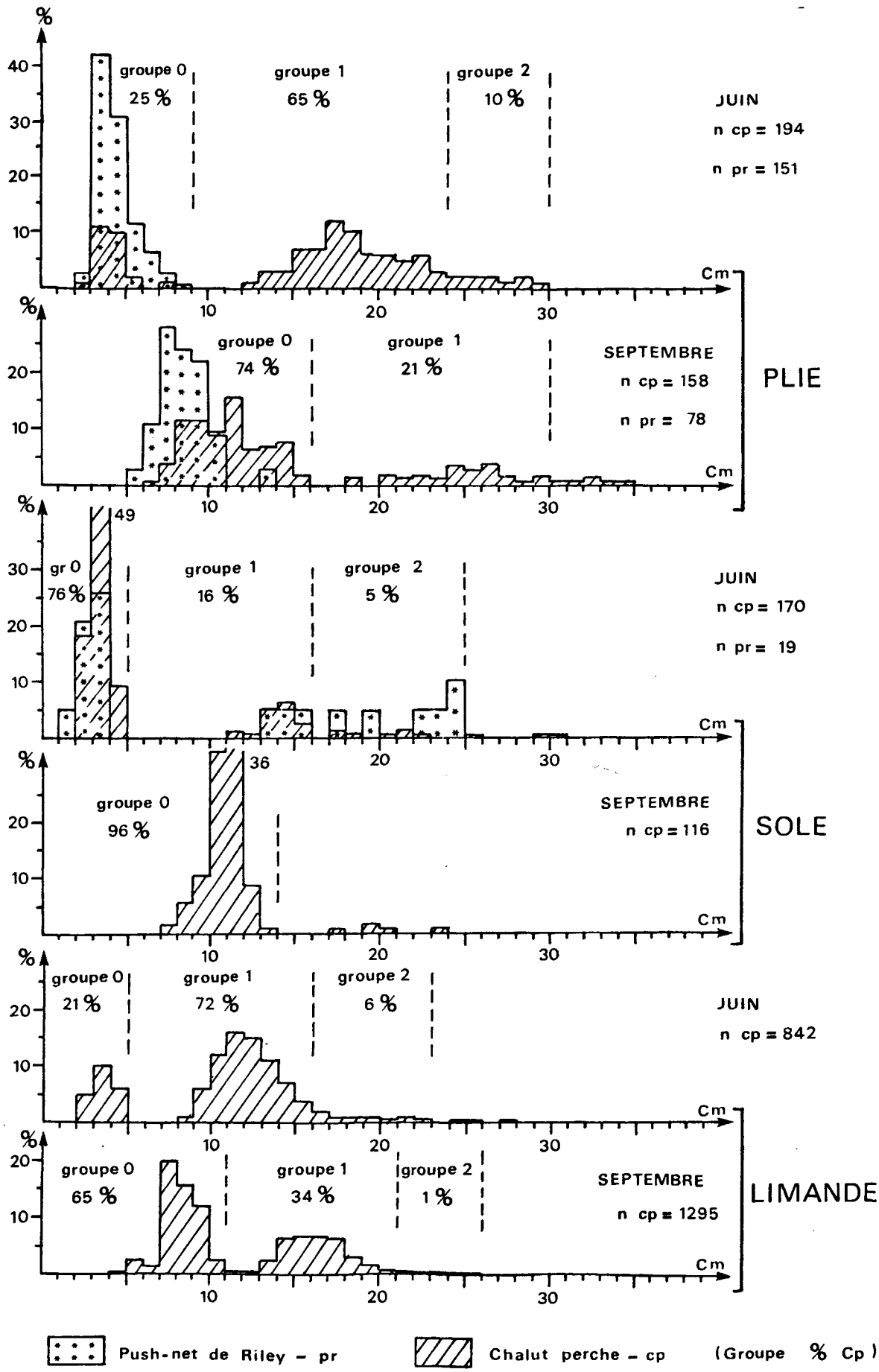

Fig. 1 . - POISSONS PLATS : distributions mensuelles des fréquences de taille en 1982 .

Les distributions de tailles montrent une croissance rapide au cours de la première année (fig. 1). Les tailles modales des différents groupes d'âges sont stables d'une année à l'autre et le rythme de croissance observé à Gravelines est similaire à celui observé sur les côtes belges (DE CLERCK, 1978).

Taille modale du groupe 0	en juin 1982	:	4 cm
	en juillet 1981	:	5 cm
du groupe 0	en septembre 1982	:	11 cm
	en septembre 1981	:	12 cm
du groupe 1	en juillet 1982	:	18 cm
	en juillet 1981	:	18 cm

Groupe 0. Les juvéniles du groupe 0 se cantonnent dans des eaux dépassant rarement quelques mètres. Les poissons montent et descendent le long de la plage de façon synchrone avec le flot et le jusant (KUIPERS, 1973). Pendant cette migration liée à la marée, les jeunes plies se nourrissent d'invertébrés benthiques vivants dans le sable (GIBSON, 1980).

Les plus fortes densités de juvéniles du groupe 0 sont observées dans les prélèvements à pied de juin. Toutefois à cette époque, les plies se répartissent sur la zone intertidale suivant un gradient de concentration inversé par rapport à celui des années précédentes. De telle sorte que les densités maximales sont observées au droit de la centrale (53,33 ind/1000 m^2) et de Oyes-Plage (45,33 ind/1000 m^2). Il s'agit problablement d'un phénomène ponctuel ; l'hypothèse d'une influence du rejet de la centrale semble d'ores et déjà pouvoir être rejetée dans la mesure où le gradient est à nouveau d'est en ouest en septembre.

A l'automne les densités observées sur la zone intertidale diminuent par rapport à celles de juin au profit de la frange côtière de la zone subtidale (annexe 2). Sur cette zone comme sur la zone intertidale les résultats sont plus faibles qu'en 1981 (tabl. 2).

	JUILLET						SEPTEMBRE					
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1977	1978	1979	1980	1981	1982
PLIE - Groupe 0	0,98	0,53	0,23	0,36	3,44	0,39	0,70	2,28	3,39	0,48	5,47	1,43
PLIE - Groupe 1	2,29	0,91	1,24	4,25	0,40	1,46	0,84	0,74	0,42	1,04	0,22	0,40
SOLE - Groupe 0	0,02	0,02	-	2,34	0,24	1,07	1,64	4,12	19,97	24,40	0,27	1,27
SOLE - Groupe 1	2,40	0,14	0,05	3,89	0,53	0,27	0,46	0,02	-	3,24	0,59	0,05
LIMANDE - Groupe 0	0,06	-	0,06	1,02	0,38	1,86	1,98	5,87	2,11	3,02	12,15	18,01
LIMANDE - Groupe 1	0,42	0,32	1,72	2,35	1,81	6,70	0,35	0,46	0,49	1,06	3,17	5,08

Tabl. 2 - GRAVELINES : Densités moyennes sur la zone subtidale de 1977 à 1982.

Groupe 1. Les juvéniles de plies ont une répartition bathymétrique très marquée. La taille de l'individu augmentant avec la sonde, les plies qui composent ce groupe d'âge sont absentes des pêches pratiquées sur la zone intertidale.

En revanche, elles représentent une part importante de nos captures sur la frange littorale (65 % en juin et 25 % en septembre). Les densités moyennes en 1982 (1,41 ind/1000 m²) confirment le bon recrutement de 1981.

Groupe 2 et plus. Les individus âgés de plus de 3 ans se répartissent dans la strate située le plus au large. Leurs captures restent relativement peu importantes (entre 5 et 10 % de captures totales de plie). Les densités moyennes sur cette zone ne dépassent pas 0,15 ind/1000 m²).

		JUILLET						SEPTEMBRE					
		1977	1978	1979	1980	1981	1982	1977	1978	1979	1980	1981	1982
PLIE 0	Est centrale	-	-	5,00	2,67	9,33	53,33	-	-	6,67	2,67	1,63	1,33
	Ouest centrale	0,51	0	3,51	9,33	50,67	10,00	3,33	2,05	14,81	24,00	20,67	16,67
	Oyes	7,78	6,67	32,38	27,62	184,67	45,33	15,24	0	1,48	45,33	26,67	22,00
	Hemmes de Marck	40,00	6,00	60,83	65,33	160,74	21,84	11,90	0	6,67	65,64	73,83	14,07
PLIE 1	Est centrale	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0
	Ouest centrale	0,51	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oyes	0,56	0,61	0	1,90	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hemmes de Marck	0	2,00	0	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0
SOLE 0	Est centrale	-	-	1,67	0	0	2,67	-	-	0	0	0	0
	Ouest centrale	0,51	0	4,91	0	8,00	1,33	0	0	8,89	1,33	0,67	0,67
	Oyes	0	0,61	40,00	0	0,67	3,33	0,95	0	5,18	0	0	0
	Hemmes de Marck	3,33	0,67	86,67	0,44	5,19	0,75	2,38	0	445,33	2,73	0	0
SOLE 1	Est centrale	-	-	0	1,33	0	1,33	-	-	0	0	0	0
	Ouest centrale	0	0	0	0	8,33	1,33	0	0	0	0	0	0
	Oyes	0	0	0	0,95	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hemmes de Marck	0	0	0	0,69	0	0	0	0	0	0	0	0
LIMANDE 0	Est centrale	-	-	0	0	0	6,67	-	-	0	0	0	0
	Ouest centrale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oyes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hemmes de Marck	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LIMANDE 1	Est centrale	-	-	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0
	Ouest centrale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oyes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hemmes de Marck	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabl. 3 - GRAVELINES : Densités sur les radiales de la zone intertidale de 1977 à 1982.

La sole

En Mer du Nord, la migration de reproduction vers la côte est déclenchée par un seuil de température de 5°C. Chaque population du stock conserve ses propres aires de reproduction. Les soles les plus âgées pondent les premières, les plus jeunes ensuite (DE VEEN dans DENIEL, 1981).

L'amorce de la ponte a lieu au printemps, mais peut être plus ou moins précoce en fonction du régime thermique observé au cours de l'hiver. Après une période de vie pélagique, les juvéniles se métamorphosent et ont un mode de vie benthique. On les rencontre au début de l'été sur les fonds très côtiers, le recrutement des juvéniles de l'année s'achevant 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.

La croissance de la sole est assez rapide à Gravelines. Le groupe 0 dont la taille moyenne est de 4,4 cm au début de l'été atteint 10 cm à la fin de l'été et pendant la même période, le groupe 1 passe de 13,6 à 19,6 cm (fig. 1). Ces valeurs sont tout à fait semblables à celles enregistrées en 1981.

Groupe 0. Malgré une période de ponte tardive (maximum en mai) et des concentrations d'oeufs particulièrement élevées (première partie du rapport), la classe 1982 de sole est faible sur le secteur.

Sur la zone intertidale, où l'on rencontre en général les plus fortes concentrations, on retrouve cette année un phénomène comparable à celui de 1981 : au printemps, des densités assez bonnes pour une période de début de recrutement, mais à l'automne, époque à laquelle le recrutement est normalement achevé, les densités sont quasi nulles sur toute l'étendue de cette zone (tabl. 3).

Cette année, comme en 1981, il n'a été constaté qu'un faible accroissement de la part relative de ce groupe d'âge dans les captures entre juillet et septembre ; les densités moyennes enregistrées sur la zone subtidale au cours des deux campagnes étant similaires. Seule une répartition plus homogène des individus en septembre différencie les deux séries d'observations (tabl. 2).

Il semblerait, par conséquent, que le recrutement du groupe 0 se soit pratiquement achevé dès juillet au cours des deux dernières années.

Les facteurs de mortalités invoqués en 81 ne semblent pas avoir joué en 1982. Les plus fortes mortalités en 82 affectent le passage du stade larvaire au stade benthique. La mortalité après la métamorphose pourrait être attribuée à des prédateurs mais aussi à la compétition interspécifique.

Groupe 1. Sur la zone intertidale, seuls quelques individus ont été capturés au printemps sur les radiales faites au droit de la centrale.

La répartition des juvéniles du groupe 1 est homogène sur la frange la plus littorale mais les densités sont très faibles. La classe d'âge 1981 ne représente que 16 % des captures totales de soles au printemps. Ces juvéniles semblent déserter le secteur d'étude à l'automne, et ne représentent plus que 4 % des captures. Les captures d'individus des groupes 2 et 3 ont été pratiquement inexistantes au cours des deux campagnes.

Ces résultats confirment un recrutement du groupe 0 faible en 1981. La survie de la classe d'âge 81 a, de plus, problablement été affectée par la rigueur des températures enregistrées en janvier 1982 (3°).

La limande

Très commune en Mer du Nord, elle fréquente les fonds sableux et coquilliers où elle cotoie souvent la plie.

La limande se reproduit surtout en février, mars, avril, sensiblement à la même époque que la sole (ARBAULT, 1980 ; DENIEL, 1981). L'abondance des prérecrues sera maximale à l'automne.

Le groupe 0 compose 65 % de la structure démographique de septembre tandis qu'en juin le groupe 1 représente encore 72 % des captures (fig. 1).

L'évolution des tailles moyennes des différents groupes d'âge montre une croissance assez rapide au cours des deux premières années.

	GRAVELINES 1981			GRAVELINES 1982			COTES BELGES 1980		
Groupes	0	1	2	0	1	2	0	1	2
Juin - juillet	2,8	12,8	19,6	3,1	11,7	18,2		9,9	
Septembre	6,8	15,7		7,7	14,8	20,6	5,2	13	

Croissance de la limande (taille en cm).

La croissance de cette espèce sur le secteur de Gravelines est plus rapide que celle observée sur les côtes belges où le groupe 0 n'atteint que 5 cm en octobre (DE CLERCK, 1981).

Groupe 0. Les jeunes limandes ayant un comportement d'évitement vis-à-vis de la zone de balancement des marées, on ne la rencontre qu'exceptionnellement dans les prélèvements opérés sur ce secteur.

Les plus fortes concentrations se rencontrent toujours à l'est du secteur dans la frange littorale de la zone subtidale (36,72 ind/1000 m² en septembre). Les densités maximales par trait peuvent être très élevées, on observe jusqu'à 144 ind/1000 m² (annexe 1). La densité moyenne enregistrée sur l'ensemble du secteur (18,01 ind/1000 m²) suggère un prérecrutement au moins équivalent à celui de l'année 1981 considéré comme le plus important depuis 1977 (annexe 2).

Groupe 1. Sa répartition est superposable à celle du groupe 0 et les plus fortes densités par trait se rencontrent au printemps à l'est du secteur (35,8 ind/1000 m²). La densité moyenne sur l'ensemble du secteur est élevée et confirme l'importance du recrutement de 1981 (tabl. 2) (annexe 2).

Groupe 2. Les individus nés en 1980 ne représentent que 6 % des 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.

2.- Autres espèces

Le merlan

Les captures réalisées en 1982 sont, comme pour les années précédentes, presqu'exclusivement composées d'individus appartenant au groupe 0. Ces juvéniles proviennent des pontes effectuées à la fin de l'hiver, vers fin mars-début avril.

La taille modale du groupe 0 s'accroît d'environ 8 cm en deux mois (fig. 2).

Les jeunes merlans ont une répartition homogène sur la frange littorale de la zone subtidale où les densités maximales par trait atteignent à l'automne jusqu'à 38,7 ind/1000 m². La densité moyenne sur l'ensemble du secteur d'étude (5,96 ind/1000 m²) est plus importante à l'automne qu'au printemps ; en 1981 l'inverse était observé.

Le tacaud

Le tacaud, comme le merlan est presque uniquement représenté dans nos prélèvements par le groupe 0. La ponte de cette espèce s'échelonne, en Manche, de janvier à juillet avec une intensité maximale au début du printemps dans la zone côtière (SCHMIDT, 1920).

Les densités par trait sont nettement moins élevées dans la zone côtière qu'en 1981, et ne dépassent pas 40 ind/1000 m². Les juvéniles de tacaud fréquentent préférentiellement l'est du secteur aussi bien au printemps qu'à l'automne. Toutefois à cette époque leur répartition semble plus homogène (annexe 2).

Quelle que soit l'époque de prélèvement, le tacaud comme le merlan est absent de la zone intertidale.

La croissance de cette espèce est rapide; en juin l'éventail de taille du groupe 0 est compris entre 2 et 11 cm, en septembre il s'échelonne entre 8 et 18 cm (fig. 2).

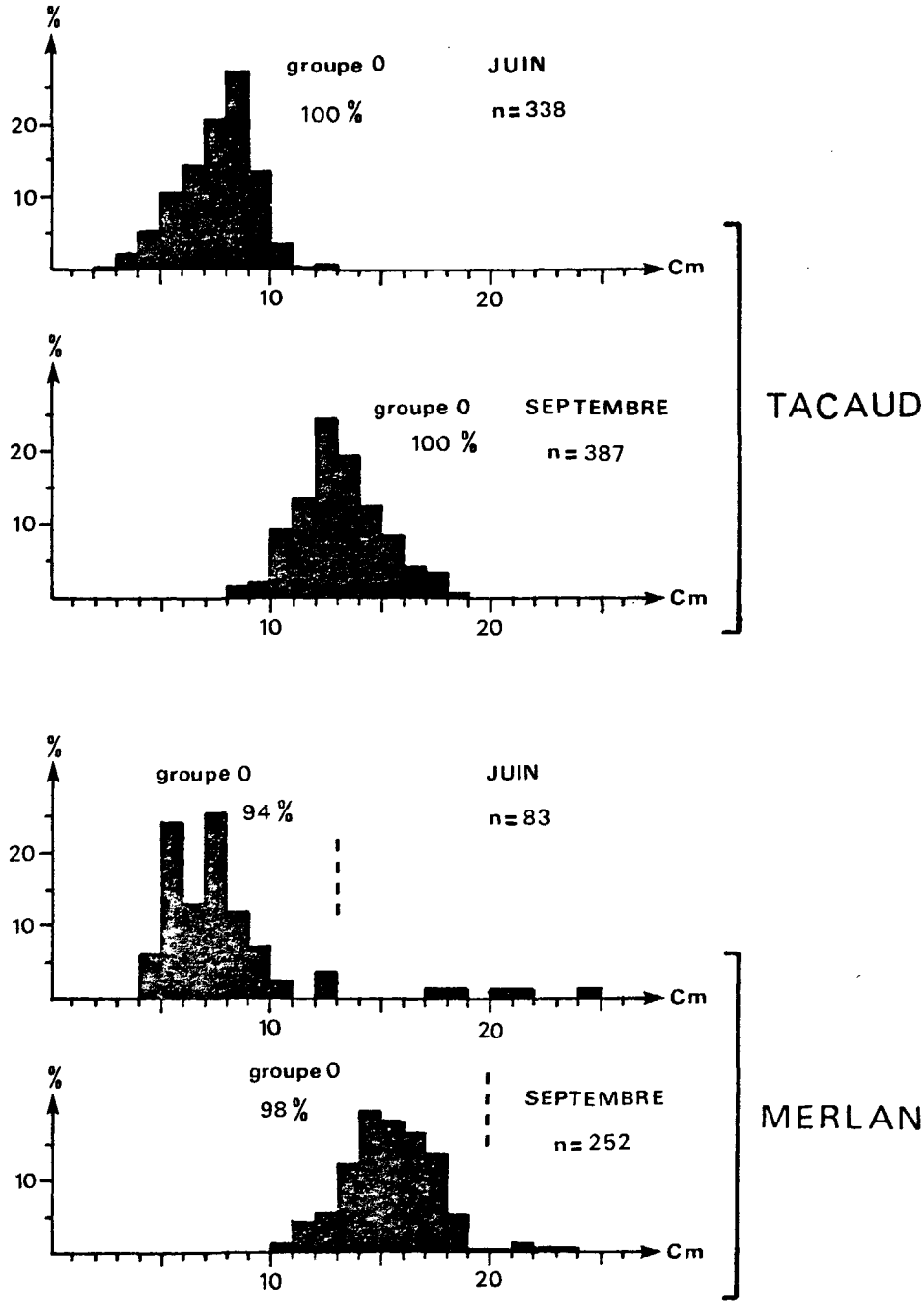

Fig. 2 .- TACAUD, MERLAN: Distributions des fréquences de taille en 1982.

Le sprat

Cette espèce est principalement représentée sur le secteur par des individus du groupe 0 provenant des pontes printanières.

En juin, ces juvéniles se concentrent sur la zone intertidale. Les densités relevées dans les prélèvements à pied sont de l'ordre de 500 ind/1000 m² pour les radiales effectuées au droit de la centrale et de Oyes-Plage.

A l'automne, cette espèce est pratiquement absente de nos prelèvements.

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. Leur présence sur le site n'avait été observée, jusqu'alors, qu'en juillet 1981. Cette année, des juvéniles de harengs sont présents sur le site au cours de nos deux campagnes.

En juin, ils se concentrent uniquement sur la zone intertidale où les densités atteignent 93,4 ind/1000 m² pour la radiale des Hemmes de Marck.

A l'automne, ces juvéniles colonisent la zone subtidale et se répartissent sur l'ensemble du secteur d'étude avec cependant une tendance préférentielle pour l'est du secteur ainsi que pour la zone située le plus au large. Sur cette zone, la densité maximale par trait atteint 23 ind/1000 m². Quelques individus du groupe 2 (nés en décembre 80) ont également été capturés en juillet 1982 (annexe 2).

Les fortes densités de juvéniles de harengs observées sur le site, et ce malgré une technique d'échantillonnage assez mal adaptée à la capture de cette espèce, pourraient être les premiers signes de l'amélioration de l'état du stock de hareng en Mer du Nord.

Le bar

Cette année, comme en 1981, des juvéniles appartenant au groupe 0 sont capturés à l'automne, en quantités non négligeables, sur l'ensemble de la zone intertidale. Les densités correspondant à la radiale des Hemmes de Marck atteignent 18,32 ind/1000 m² (annexe 2).

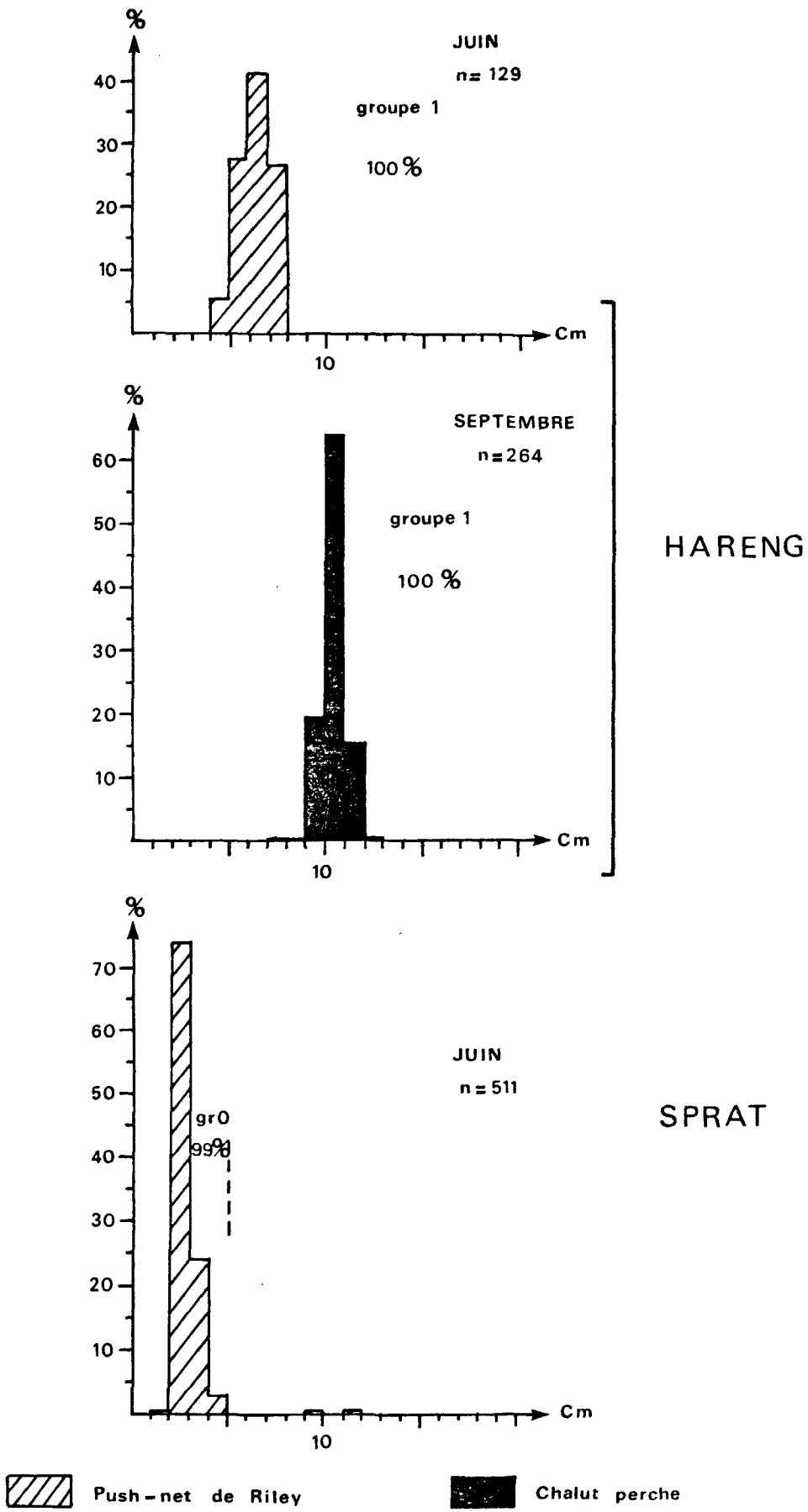

Fig. 3 .- HARENG, SPRAT : Distributions mensuelles des fréquences de taille en 1982.

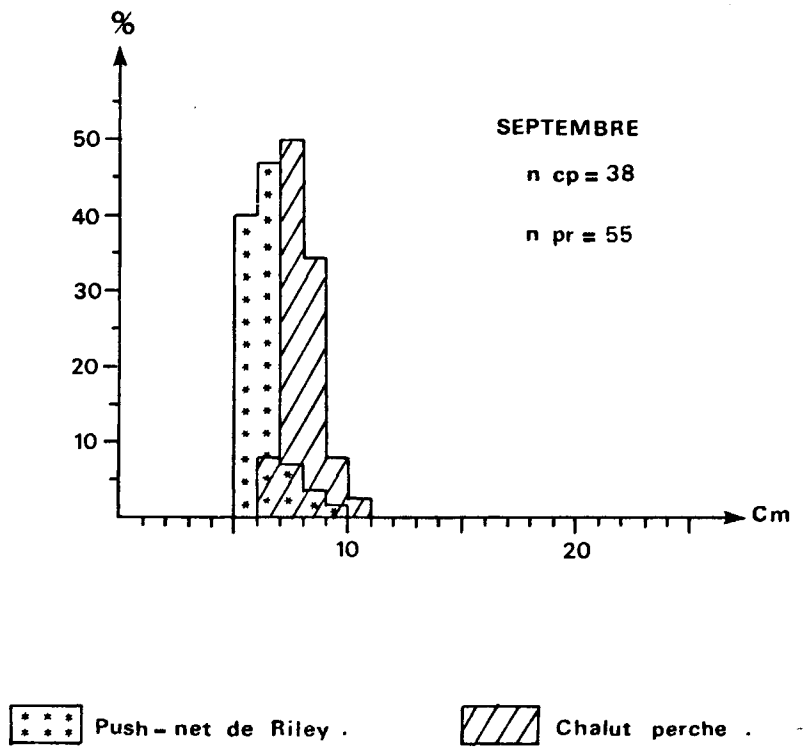

Fig . 4 .- BAR: Distributions mensuelles des fréquences de taille en 1982 .

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 faibles quantités et les résultats obtenus ne permettent pas, dans l'immédiat de faire une quelconque interprétation.

B.- CRUSTACES

La crevette grise

Abondance

En 1982, les indices d'abondance au niveau de la zone subtidale ont été respectivement de 43,7 et de 112,7 ind/1000 m² pour les deux campagnes.

La faible valeur de juillet, alors que les conditions hydrologiques étaient favorables à l'apparition précoce du pic estival de juvéniles, s'explique peut-être en partie par la petite avance de la période des prélèvements par rapport aux années antérieures (en particulier 10 à 15 jours d'écart avec 1981). Pourtant la structure démographique de la population ne montre pas de différence avec celle de 1981 (tabl. 3 et fig. 5, 6 et 7).

En septembre, l'indice est faible et très proche de celui correspondant à la même période en 1981.

En zone intertidale, les densités se situent à un niveau moyen. C'est sur la radiale "ouest-rejet" que les plus fortes densités ont été observées, aussi bien en juillet qu'en septembre (annexe 2).

Répartition spatiale et effet de la taille des individus

La zone C domine au niveau subtidal en juin 1982 avec 78,6 % de l'abondance totale estimée. La répartition des différents groupes de taille fait apparaître que la distribution en faveur de cette zone concerne principalement les individus de taille inférieure à 45 mm (annexe 2).

A l'automne, la situation est plus homogène entre les deux zones côtières qui se partagent plus ou moins également l'abondance, et ce, quel que soit la taille des individus à l'exception du groupe 0 -24 mm qui domine dans la zone B.

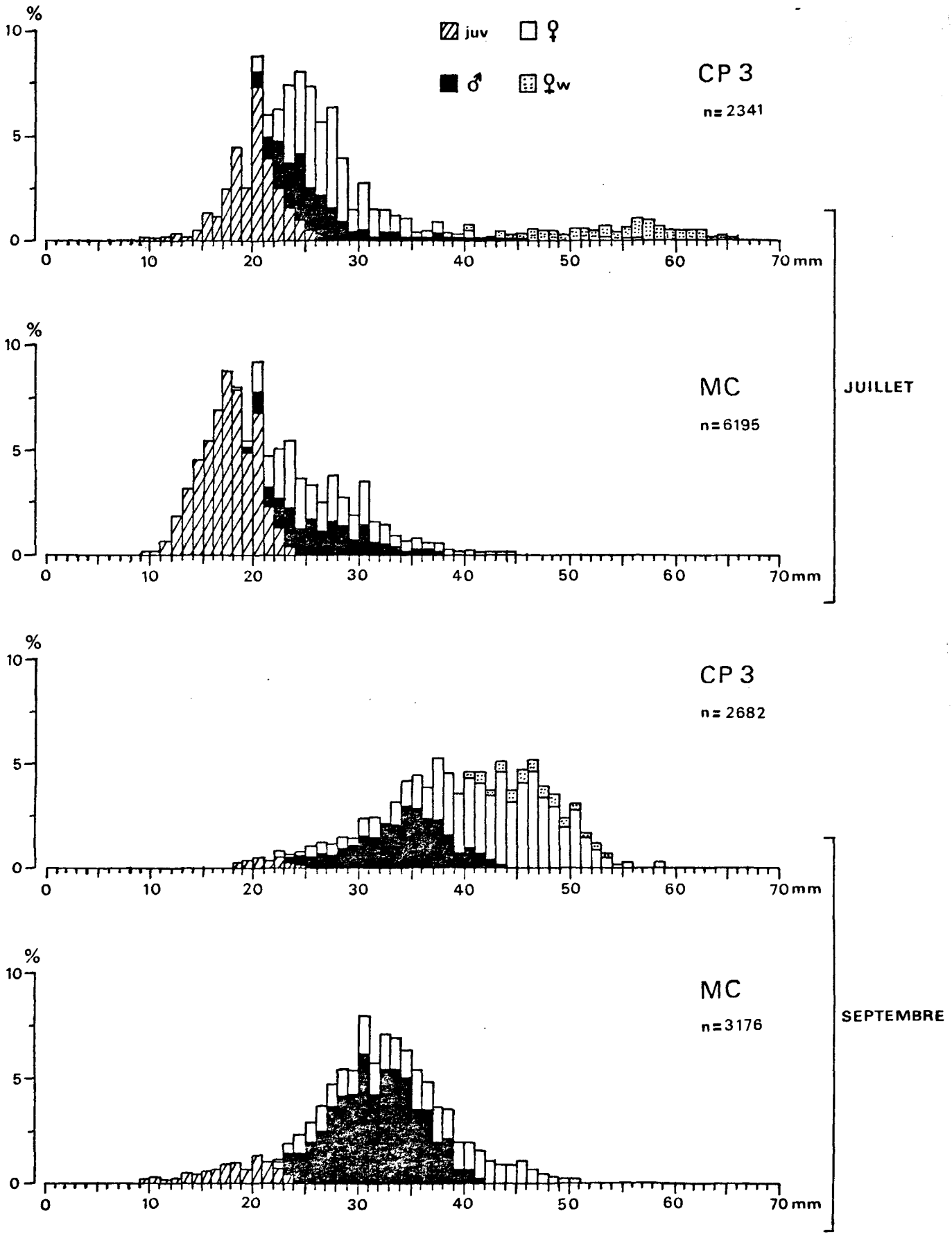

Fig. 5 .-Crangon crangon: évolution saisonnière des fréquences de taille en 1982 (n=nombre d'individus mesurés, CP 3= chalut-perche à pousser).

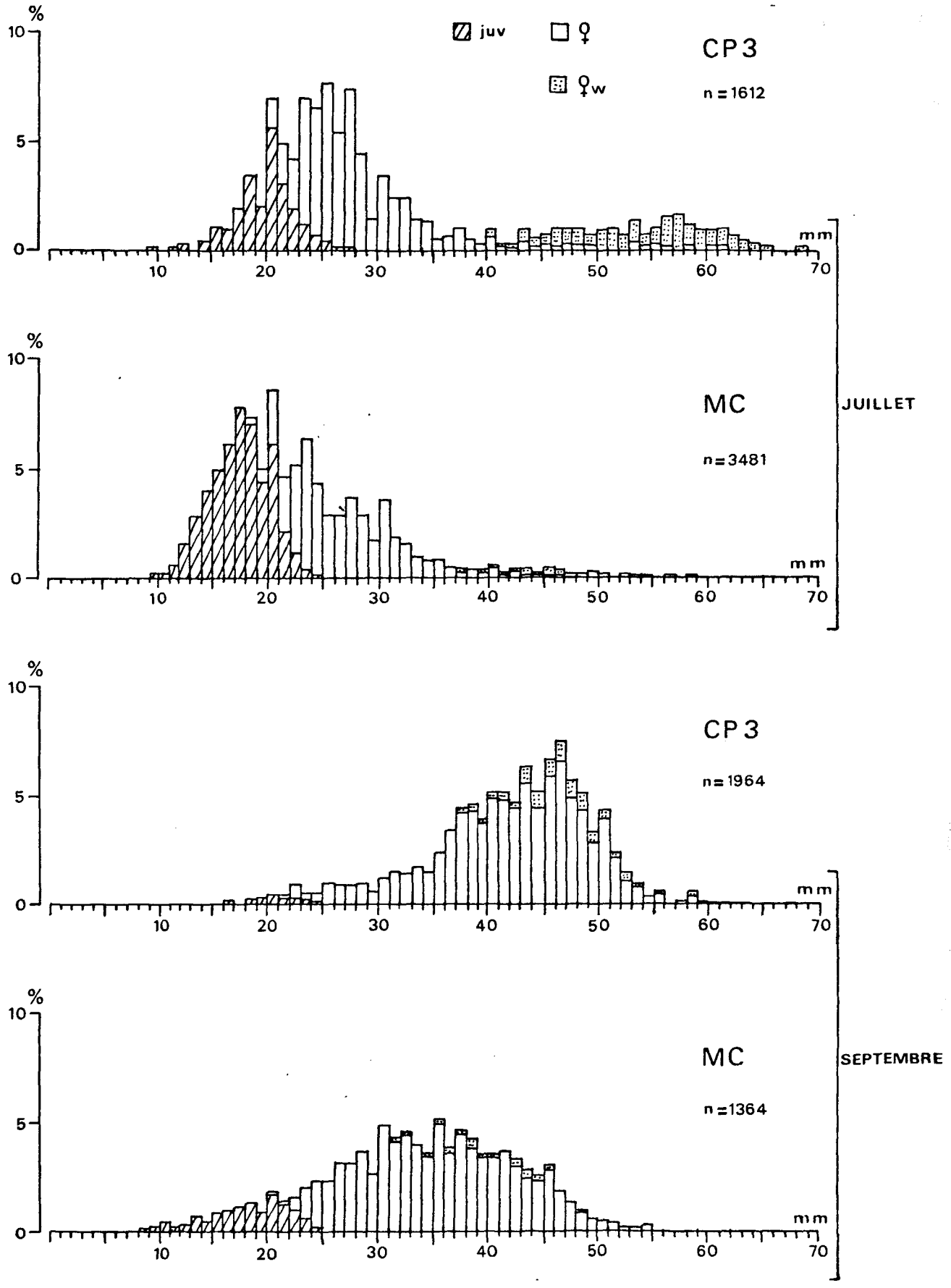

Fig. 6 .-Crangon crangon: évolution saisonnière des fréquences de taille pour l'ensemble des femelles en 1982 (n=nombre d'individus mesurés, CP 3 = chalut-perche, MC= chalut-perche à pousser).

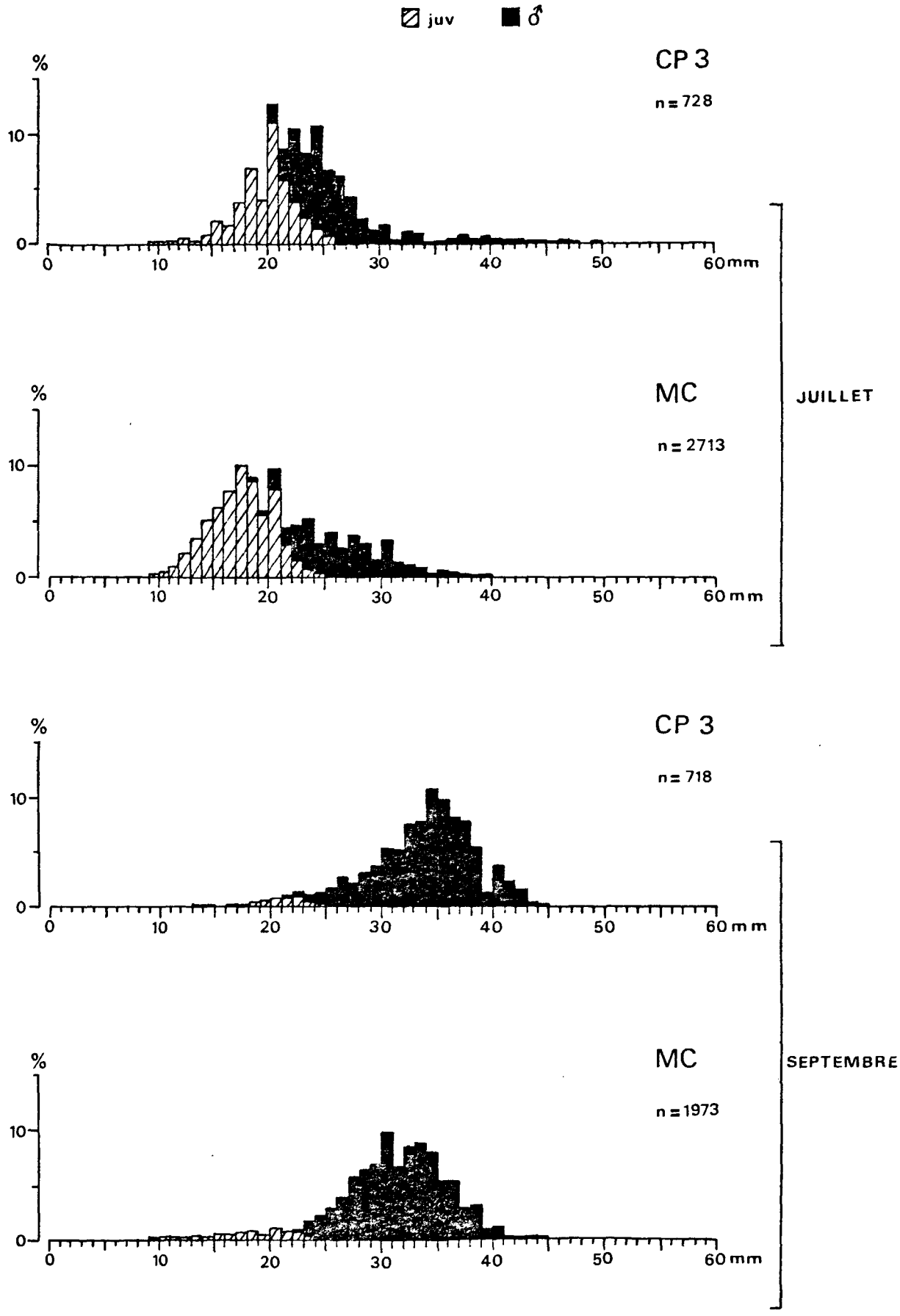

Fig. 7 .- Crangon crangon: évolution saisonniére des fréquences de taille pour l'ensemble des mâles en 1982 (n= nombre d'individus mesurés, CP 3 = chalut-perche, MC = chalut-perche à pousser).

	JUIN - JUILLET			SEPTEMBRE		
	0-44	45-56	> 56	0-44	45-56	> 56
1977	19 *57,6 %*	9 *27,3 %*	5 *15,2 %*	25 *51,0 %*	23 *46,9 %*	*1* *2,0 %*
1978	84 *83,2 %*	14 *13,9 %*	3 *3,0 %*	67 *53,6 %*	56 *44,8 %*	2 *1,6 %*
1979	31 *62,0 %*	16 *32,0 %*	3 *6,0 %*	135 *52,9 %*	115 *45,1 %*	5 *2,0 %*
1980	103 *73,6 %*	23 *16,4 %*	14 *10,0 %*	103 *60,9 %*	58 *34,3 %*	8 *4,7 %*
1981	245 *89,1 %*	24 *8,7 %*	6 *2,2 %*	70 *64,8 %*	36 *33,3 %*	2 *1,9 %*
1982	38 *86,4 %*	4 *9,1 %*	2 *4,5 %*	75 *67,0 %*	36 *32,1 %*	1 *0,9 %*

Tabl. 3 - Crevette grise : indice d'abondance par groupe de taille et pourcentage par rapport à l'abondance totale estimée dans la zone subtidale.
Période 1977 à 1982.

Les abondances relatives par zone et pour les différentes tailles de la crevette sont assez semblables à celles observées en 1981. Pourtant au vu des résultats acquis depuis 1977, il apparaît que la répartition spatiale des individus n'obéit pas à des règles précises au niveau du secteur étudié, si ce n'est la dominance quasi générale des densités dans les zones côtières par rapport à celles situées plus au large.

Comme nous l'avons déjà indiqué, c'est au niveau de la radiale "ouest-rejet" que les plus fortes densités ont été observées sur la zone intertidale. Cette situation est à rapprocher de celle observée en 1980.

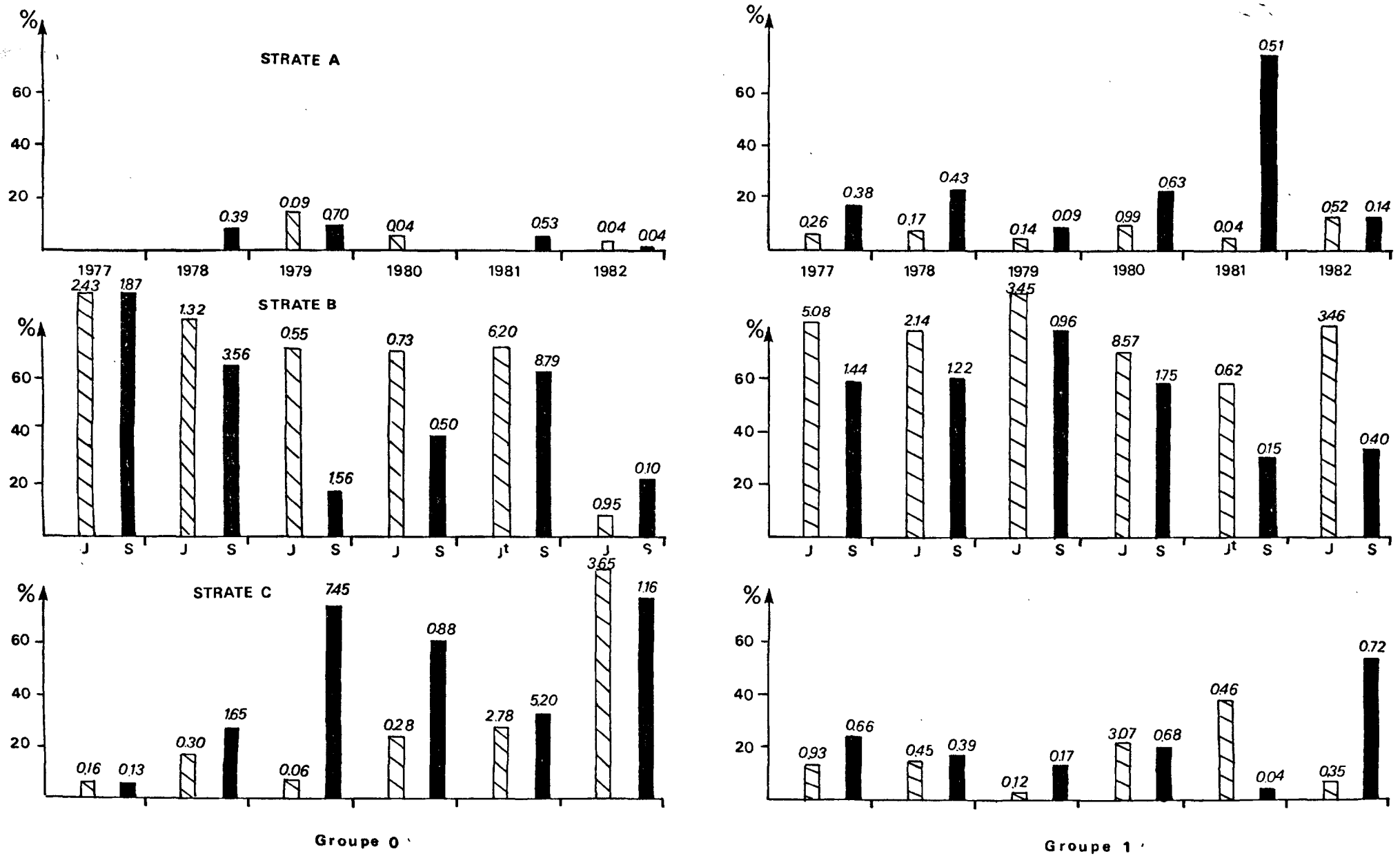

Fig. 8 .- PLIE : Participation des différentes zones à la production globale en individus des groupes 0 et 1 de plie .
Chiffres en italiques (nbre d'individus / 1000 m^2).

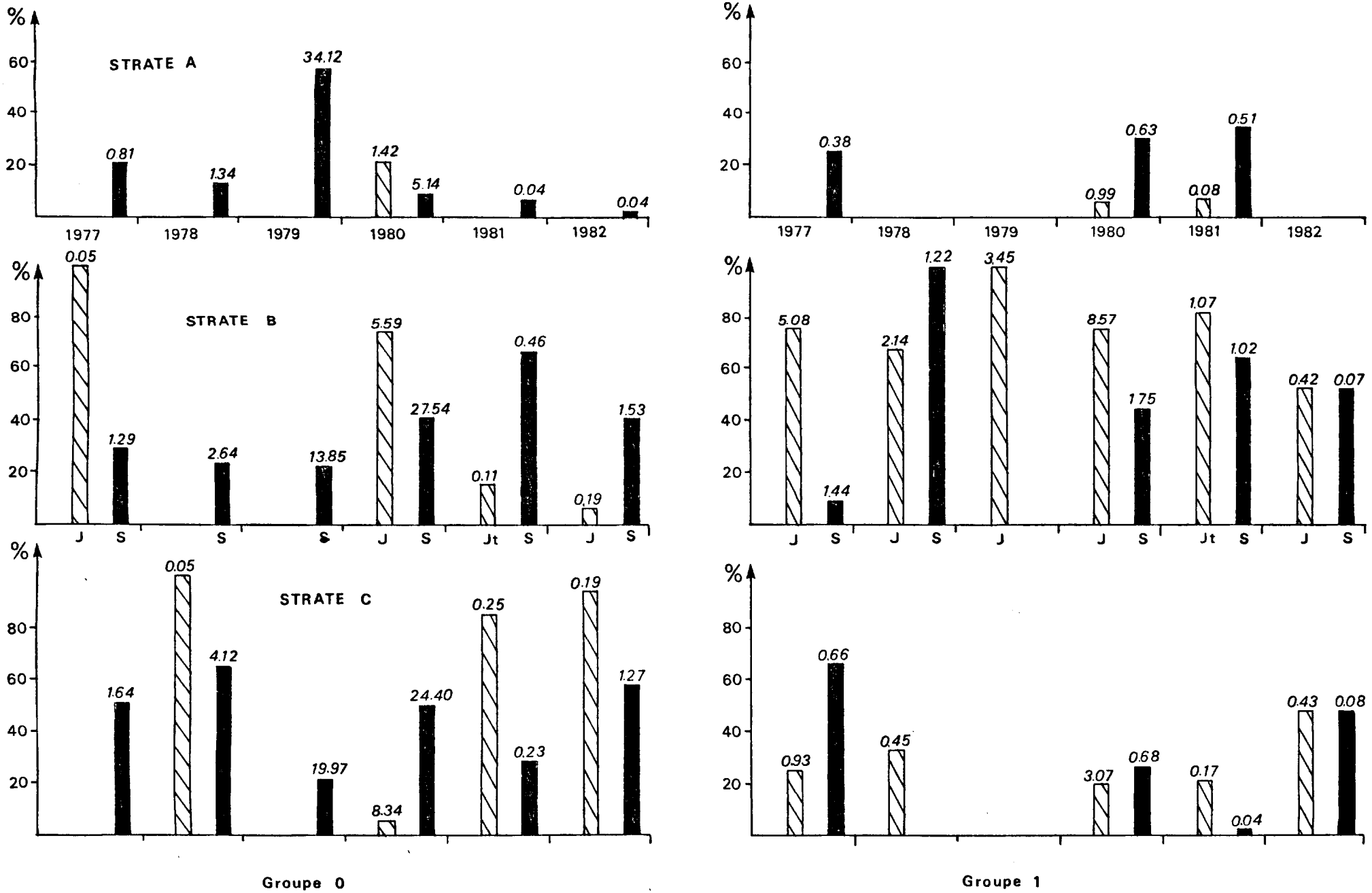

Fig. 9 .- SOLE : Participation des différentes zones à la production globale en individus des groupes 0 et 1 de sole .
Chiffres en italiques (nbre d'individus / 1000 m²).

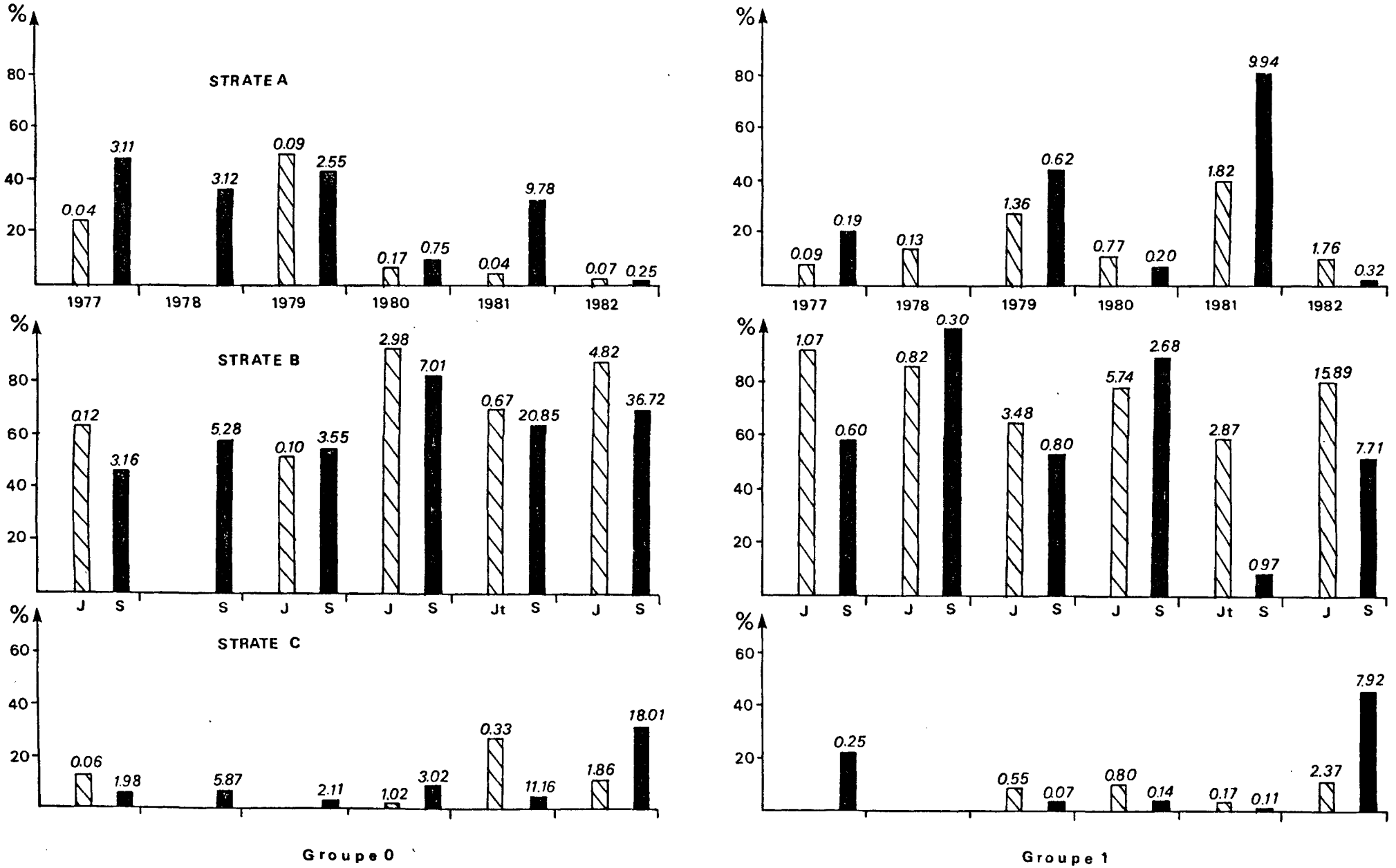

Fig.10 .- LIMANDE : Participation des différentes zones à la production globale en individus des groupes 0 et 1 de limande. Chiffres en italiques (nbre d'individus / 1000 m^2).

CONCLUSION

L'analyse des résultats obtenus en 1982, cinquième année de Surveillance écologique des ressources halieutiques du site de Gravelines effectuées par l'I.S.T.P.M. ne font apparaître, aucun phénomène qui puisse être imputé avec certitude au fonctionnement de la centrale. Les variations observées s'apparentent aux fluctuations naturelles des phénomènes biologiques.

Comme il avait été prévu dans la conclusion du rapport de quatrième année de Surveillance effectuée par l'I.S.T.P.M. en 1981, un point d'échantillonnage plus proche du débouché du canal de rejet a été suivi cette année ; mais il apparaît que ce point ne se trouve pas encore en permanence dans le panache de rejet et qu'en conséquence il est difficile d'y déceler une incidence éventuelle de la centrale sur les populations planctoniques. Il apparaît donc, étant donné les variations d'extension de la tache thermique, que le point "dans la tache" devrait être déterminé non par des coordonnées fixes, mais en fonction d'un relevé de température ou même visuellement grâce à la turbidité plus élevée de l'eau du panache.

Hydrologie

L'année hydrologique 1982 se caractérise par :

. un cycle thermique dont les traits dominants sont un début d'année froid suivi d'une fin de printemps et d'un été chauds, en relation avec la climatologie locale (on notera que les valeurs relevées au point 0 confirment, comme il était prévisible, les gradients positifs large-côte et fond-surface) ;

. le cycle halin, comme en 1980 et 1981, comporte une dessalure au printemps qui s'accompagne de certains phénomènes biologiques et de fortes valeurs de concentration en oxygène ;

. les cycles des sels nutritifs sont classiques avec des concentrations phosphates élevées.

Globalement les cycles des paramètres hydrologiques semblent se rattacher à ceux de l'ensemble du sud de la Mer du Nord.

Zooplancton

Dans le domaine zooplanctonique, on retrouve en 1982 pour la plupart des organismes un cycle annuel d'abondance caractéristique. On observe dans beaucoup de cas des fluctuations d'abondance par rapport à celles des années précédentes, néanmoins ces fluctuations s'inscrivent dans le cadre des variations pluriannuelles habituelles. C'est le cas notamment pour les mysidacés, amphipodes, euphausiacés, cnidaires, annélides, les zoés d'anomoures et de l'étrille, les oeufs de limande et de barbue, les larves de hareng.

Comme les années précédentes, la dessalure observée au printemps s'accompagne de fortes densités du cténaire *Pleurobrachia* (groseille), des chaetognathes et des larves de crevette grise. Pour cette dernière espèce, la dessalure coïncide avec une augmentation du nombre des larves âgées, probablement non écloses sur le site et qui seraient amenées par les masses d'eau dessalée provenant des grands fleuves du sud de la Mer du Nord.

Les effectifs de certaines espèces sont en progression sensible par rapport aux années précédentes. C'est le cas notamment du copépode *Calanus* et des cumacés, comme des larves de sardine, sprat, tacaud et surtout du flet et des oeufs et larves de chinchard.

Enfin on constate une très forte augmentation du nombre d'oeufs de sole et de larves de limande, et la présence comme en 1981 de larves de bar.

En revanche d'autres espèces présentent des effectifs en baisse, comme les larves de merlan et d'ammodytidés.

Sont absents de nos prélèvements les oeufs et larves de morue, les larves d'anchois et les oeufs de tacaud.

Macrofaune halieutique

L'image de la nourricerie de poissons plats diffère peu d'une année à l'autre, les populations de juvéniles se répartissant toujours sur la frange la plus littorale avec une préférence marquée soit pour l'est, soit pour l'ouest du secteur d'étude selon les espèces.

Les quelques inversions de gradient de concentration observées lors de certaines campagnes ne doivent être considérées que comme des phénomènes aléatoires. Les répartitions spatiales des principales espèces rencontrées sur le site ne semblent pas, jusqu'alors, être affectées par le rejet de la centrale (fig. 8, 9, 10), la zone orientale du secteur restant la plus fréquentée pour de nombreuses espèces.

La présence de juvéniles de hareng et de bar en 1981 et 1982 ne paraît pas, non plus, devoir être liée au fonctionnement de la centrale, le même phénomène étant observé simultanément sur d'autres secteurs de Manche orientale.

Si la répartition spatiale des espèces présentes sur le site est relativement stable, il n'en est pas de même de la dynamique régissant cette nourricerie. En effet les variations pluriannuelles du recrutement peuvent être très importantes pour certaines espèces. La sole, à ce point de vue, est probablement le cas le plus significatif, le recrutement variant d'un facteur 100 entre 1979 et 1981. La comparaison de nos résultats avec ceux d'autres laboratoires (I.S.T.P.M. de Boulogne sur Mer ; RIVO-Ijmuiden aux Pays-Bas) nous a permis de constater que la nourricerie s'étendant le long des côtes hollandaises et belges et dont Gravelines représente l'extrémité occidentale, est soumise dans son ensemble à de grandes variations des niveaux de recrutement.

D'une façon générale les fluctuations sont synchrones : les années de forte abondance de juvéniles de sole, 1979 et 1980, sont mises en évidence aussi bien à Gravelines que sur les côtes hollandaises ; il en est de même pour les années de faible abondance (1977, 1978).

Bien que rien ne permette, pour le moment, d'exclure une influence du rejet, il est probable que les fluctuations enregistrées en 1982 soient dues à des causes naturelles. Hormis la relation pouvant exister entre l'importance de la ponte et le stock de géniteurs, de nombreux facteurs de mortalité naturelle peuvent être invoqués pour expliquer ces variations dont :

- le régime thermique hivernal en relation avec la période de reproduction,
- la présence de supports trophiques permettant ou non la survie des larves et juvéniles,
- une prédation plus ou moins accentuée sur les larves.

Les pressions s'exerçant sur les divers maillons du recrutement peuvent donc être très différentes d'une année à l'autre. Il s'avère, par conséquent, nécessaire de poursuivre les observations pour compléter la série historique de données entreprise en 1977, afin de nous permettre à terme de mieux cerner la dynamique de la nourricerie et de tenter alors de déterminer l'influence réelle du rejet sur le recrutement.

Pour ce qui concerne la crevette grise, la répartition spatiale des individus au niveau de la zone subtidale n'obéit pas à des règles précises sur le secteur étudié, si ce n'est la dominance quasi générale des fortes densités dans les zones côtières par rapport à celles situées plus au large.

Parmi les deux zones les plus côtières, c'est tantôt l'une tantôt l'autre qui domine sans que l'implantation de la centrale semble jouer un rôle dans ces fluctuations.

Au niveau intertidal, bien que les résultats soient moins significatifs du fait des conditions de prélèvement, on observe également des différences d'une année sur l'autre dans la hiérarchie des différents points de prélèvement.

Si on considère l'indice d'abondance d'automne, période à laquelle le recrutement estival est achevé, l'échelle des variations de cet indice peut présenter un facteur cinq au cours de la période 1977 à 1982. Comme dans le cas de la sole, ces variations semblent synchrones avec celles enregistrées par différents auteurs au niveau de la Mer du Nord.

En conclusion générale

Les observations réalisées en 1982 montrent quelques modifications quantitatives et qualitatives au niveau des peuplements zooplanctoniques et aucune anomalie notable dans la macrofaune halieutique.

Bien que rien ne permette pour le moment d'exclure une influence du rejet, il est probable que les fluctuations observées soient dues à des causes naturelles, en dépit d'un fonctionnement normal de la centrale en 1982.

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.

BODDEKE (R.) et coll., 1969.- Young fish survey.- Ann. biol., Cons. int. Explor. Mer, 26 : 269-275.

CHAUSSEPIED (M.), JOANNY (M.) et CORRE (O.), 1982.- Synthèse des travaux de surveillance 1975-1979 du Réseau National d'Observation de la Qualité du Milieu Marin.- CNEXO-COB DELGMM.

CUSHING (D.H.), 1975.- The natural mortality of the plaice.- J. Cons. int. Explor. Mer, 36 (2) : 150-157.

DARRAS (M.), 1982.- Centrale de Gravelines, étude de la dilution des eaux chaudes à partir des campagnes de mesure du 5 mars et du 2 juin 1981.- Electricité de France, Direction des Etudes et Recherches, Département Laboratoire National d'Hydraulique.

DECHANCE (M.) et FOREST (J.), 1958.- Les Glaucothoés de *Catapaguroïdes timidus* (Roux) et de *Clibanarius erythropus* (Latreille).- Remarques sur le stade postlarvaire des Paguridés.- Bull. Soc. Zool. France, 83 (2-3) : 274-293.

DE CLERCK (R.), 1974.- On the effects of temperature on sole recrutment.- 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.

—— 1983.- Growth of juvenile sole, plaice and dab off the Belgian coast in 1980.- Ann. biol., Cons. int. Explor. Mer, 37 : 205-206.

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.

DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE, 1982.- Tableau climatologique mensuel, sémaphore de Dunkerque (Nord), année 1982.

EDWARDS (R.) et STEELE (J.H.), 1968.- The ecology of O -group plaice and common dabs at Loch Ewe. I. Population and food.- J. exp. mar. Biol. Ecol., 2 : 215-238.

E.D.F., 1982.- Rapport annuel de surveillance de l'Environnement, Centrale de Gravelines, 1981.- Direction de la Production et du Transport, Service de la Production Thermique, Groupe Régional de Production Thermique Nord.

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 movments 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.

——— 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.

——— 1981 b.- Site de Gravelines, Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques année 1980.- Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, édit. Nantes.

——— 1982.- Site de Paluel, Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, année 1981.- Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, édit. Nantes.

——— 1982.- Site de Gravelines, Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, année 1981.- Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, édit. Nantes.

ISTPM, 1983 a.- Site de Gravelines, Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, année 1978.- Institut scientifique et technique des Pêches maritimes, édit. Nantes (à paraître).

——— 1983 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.

MESNIL (B.), 1983.- Etude des nurseries littorales de pleuronectidés en Manche-orientale et au sud de la Mer du Nord en 1979 et 1980.- Ann. Biol., Cons. int. Explor. Mer, 37 : 199-205.

MOTODA (S.), 1959.- Devices of simple plankton apparatus.- Mem. Fac. Fish Hokkido Univ., 7 : 73-94.

REES (C.B.), 1952.- Continuous plankton records : the decapod larvae in the North Sea, 1947-1949.- Hull. Bull. mar. Ecol., 3 (22) : 157-184.

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.

RIJNSDORP (A.D.), 1983.- Dutch sole, plaice recruitment surveys in the coastal areas of the North Sea and Skagerrak in 1979 et 1980.- Ann. Biol., Cons. int. Explor. Mer, 37 : 199-205.

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.) et SYMONDS (D.J.), 1979.- On the factors influencing the distribution of O-group demersal fish in coastal waters.- Cons. int. Explor. Mer, Symposium on Early life history of fish, DA : 1.

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.

RILEY (J.D.), SYMONDS (D.J.) et PALMER (D.), 1983.- Plaice, sole and turbot year-class strength estimates English east coast, 1980.- Ann. Biol., Cons. int. Explor. Mer, 37 : 211-212.

UNESCO, 1973.- Tables océanographiques internationales.- Vol. 2, National Inst. Océanogr. 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.

WALLACE (P.O.) et PLEASANTS (C.A.), 1972.- The distribution of eggs and larvae of some pelagic fish species in the English Channel and adjacent waters in 1967 and 1968.- Cons. int. Explor. Mer, Comité des Poissons pélagiques (sud), J : 8.

WHEELER (A.), 1969.- The fishes of the British Isle and North-West Europe.- Macmillan édit., Londres, Melbourne, Toronto.

WOEHRLING (D.), GIRET (M.), HALGAND (D.) et BATTAGLIA (A.), 1981.- Reproduction des poissons et températures 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 ressources.- Symp. zool. Soc. London, n° 29 : 233-258.