ISTOM C023
D4

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 1982 - 31 octobre 1983

Volume I

ETUDE DE SURVEILLANCE ECOLOGIQUE DES RESSOURCES HALIEUTIQUES

GRAVELINES
(Nord)

Rapport définitif
1er novembre 1982 - 31 octobre 1983
(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
Jérôme HUET
Eric LEGAGNEUR

Pascal LORANCE
Dominique MIOSSEC

des autres membres du laboratoire Plancton
du Centre de Calcul de l'I.S.T.P.M. (NANTES)

Direction scientifique : Alain LAUREC
assisté de Marc GIRET et Nicole LACROIX

Dactylographie : Marie-France BRIANTAIS

Mai 1984

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 1982 au 31 octobre 1983, sixième année de Surveillance du site et troisième 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.

S O M M A I R E

	Pages
Ière partie : ZOOPLANCTONOLOGIE HALIEUTIQUE	6
Introduction	7
I. - METHODOLOGIE	8
Chronologie des campagnes	8
Localisation des points de mesure	9
Mesure des paramètres hydrologiques	9
Echantillonnage du zooplancton	10
Saisie, stockage et traitement des données	12
II. - RESULTATS	13
PARAMETRES HYDROLOGIQUES	13
Température	13
Salinité	15
Oxygène dissous	17
Sels nutritifs	17
ZOOPLANCTON	18
Holoplancton	18
Cténaires	18
Chaetognathes	19
Arthropodes-crustacés	19
Copépodes	19
Mysidacés	20
Cumacés	21
Amphipodes	21
Euphausiacés	21

Méroplancton 21
Cnidaires 22

Arthropodes-crustacés 22
Décapodes natantia 22
Décapodes reptantia macroures 23
Décapodes reptantia anomoures 23
Décapodes reptantia brachyoures 25

Vertébrés 27
Poissons téléostéens 27
Poissons plats 28

IIème partie : BIOLOGIE DE LA MACROFAUNE HALIEUTIQUE 35

Introduction 36

I. - METHODOLOGIE 37
Chronologie des campagnes 38
Expression des résultats 38

II. - RESULTATS 42

A. - POISSONS 42

1. - Poissons plats 42
2. - Autres espèces 50

B. - CRUSTACES 56

CONCLUSION 57

BIBLIOGRAPHIE 62

Ième 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 1983.

Chronologie des campagnes.

Dix campagnes ont pu être réalisées entre le 1er novembre 1982 et le 31 octobre 1983, limites de cette sixième année de Surveillance du site. Leur chronologie est donnée dans le tableau ci-dessous :

Date	Mission n°	Points échantillonnés	Date	Mission n°	Points échantillonnés.
15 novembre	Sans prélèvement		15 juin	97	0-2
9 décembre	Sans prélèvement		29 juin	98	0
26 janvier	92	0-2	20 juillet	99	0-2
10 mars	93	0-2	17 août	101	0-2
15 avril	94	0-2	8 septembre	102	0-2
4 mai	95	0-2	5 octobre	Sans prélèvement	
25 mai	Sans prélèvement		27 octobre	104	0-2

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

L'échantillonnage du zooplancton et les relevés hydrologiques ont été réalisés aux deux points retenus pour l'étude de Surveillance : un point côtier (appelé point 0) se trouvant théoriquement dans le panache de rejet, un point au large (appelé point 2) hors influence de la centrale.

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 ci-après :

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

Numéro du point	Decca Chaîne n° 5	Coordonnées géographiques	
		Latitude	Longitude
Point 0	F 11,00 H 31,00	51°01,6 nord	2°08,6 est
Point 2	F 11,60 G 47,20	51°03,7 nord	2°07,0 est

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 98 à 101 inclus (du 29 juin au 17 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 20 minutes selon le risque de colmatage des filets. Le volume d'eau filtré varie ainsi entre 35 et 450 m^3 environ par filet. Un volu-compteur 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 anti-oxydants 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 ALCYANE A6 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 1 à 10 ainsi que dans les figures 3 à 9.

TEMPERATURE

Variations saisonnières

L'allure générale du cycle thermique des eaux au large de Gravelines en 1983 est assez classique (fig. 3).

La différence majeure par rapport au cycle thermique de 1982 est que les plus basses températures sont notées en février et non en janvier.

En effet, le mois de janvier 1983 est caractérisé par des températures très douces, puisqu'elles se maintiennent au voisinage de 9°C durant les deux premières décades (d'après les mesures effectuées quotidiennement dans le canal d'amenée de la centrale par Régis DELESMONT, dans le cadre d'un contrat EDF - Institut Pasteur de Lille).

Par contre, durant le mois de février, la température passe de 8,5°C au début du mois à 3°C le 22 (mesures de R. DELESMONT).

Ces caractéristiques de janvier et février 1983 sont très comparables à celles de 1976 et 1978 à la même époque.

Le reste du cycle est classique, avec cependant des températures estivales élevées (de mi-juillet à fin août) très proches de celles rencontrées pendant l'été 1976.

L'amplitude entre le minimum et le maximum annuel en 1983 est forte puisqu'elle atteint 17,5°C d'après les mesures de R. DELESMONT (16°C en 1976).

.../...

On peut remarquer que l'échauffement des eaux de la partie occidentale de l'avant port-ouest de Dunkerque est assez faible puisque les températures mesurées dans le canal d'amenée de la centrale ne sont supérieures que de 1°C au plus à celles que nous observons le même jour au point du large (point 2 ISTPM) ; le recyclage des eaux de la centrale est donc très faible.

D'autre part, comme en 1982, les mesures effectuées dans le cadre du Réseau National d'Observation à Dunkerque (points 1 et 3 correspondant approximativement à nos points 1 et 2 légèrement décalés vers l'Est) concordent bien avec les températures de notre point 2 (fig. 4).

Enfin, les températures moyennes mensuelles de l'air relevées par le service météorologique du sémaphore de Dunkerque montrent une bonne concordance avec le cycle thermique des eaux au large de Gravelines (fig.4), ce qui confirme la faible inertie thermique des masses d'eau côtières du secteur.

Variations spatiales

Le gradient thermique côte-large naturel est positif en hiver, et négatif le reste de l'année. C'est ainsi qu'entre les points 1 (côtier) et 3 (au large) du Réseau National d'Observation, tous deux situés au-delà de la zone d'échauffement des eaux de la centrale, le gradient est positif d'octobre 1982 à février 1983, négatif à partir de mars.

Entre les points côte-large de l'I.S.T.P.M. en revanche, le point 0 étant situé dans le panache de rejet, le gradient côte-large est toujours négatif et pratiquement permanent (fig. 3).

En 1983, l'amplitude de ce gradient est toujours supérieure à celle relevée en 1982 (amplitude maximum 1,9°C) puisqu'elle est parfois de l'ordre de 3°C et atteint même 6,8°C le 10 mars.

Le gradient thermique négatif surface-fond, toujours très faible au point 2 (0,5°C au plus) est constant au point 0 et parfois plus

.../...

important que celui observé en 1982 : la différence de température atteint 4,6°C le 4 mai 1983 (le maximum noté en 1982 était de 2,5°C le 12 mai).

Ces écarts de température entre les points 0 et 2 d'une part, et les différences relevées au point 0 entre 1982 et 1983 d'autre part, s'expliquent par le fait que d'une mission à l'autre, l'heure de prélèvement au point 0 par rapport à l'heure de la pleine mer et la position géographique exacte du point de mesure peuvent varier légèrement, ce qui place alors notre point 0 dans une zone du panache où le taux de dilution des eaux chaudes est variable d'une mission à l'autre.

Ces différences entre 1982 et 1983 sont probablement dûes également au fait que l'énergie électrique nette produite par la centrale lors de nos campagnes en 1983 était supérieure à celle de 1982 (2800 MW/H contre 1600 MW/H en moyenne).

Donc comme en 1982, notre point 0 n'est pas situé dans la même zone de dilution à chacune de nos missions.

Le cycle thermique de 1983 se caractérise par :

- un début d'année doux puis une chute brutale des températures en février, suivi d'un été chaud;

- au point 0, lorsque nous y observons l'influence du panache de rejet, on note une forte stratification verticale et des températures bien supérieures à celles du large.

SALINITE

Variations saisonnières

Le cycle halin à Gravelines comporte traditionnellement deux

.../...

périodes de dessalure, celle de l'automne étant très souvent moins marquée que la première.

En 1983, la dessalure du début d'année est précoce puisqu'elle apparaît fin février-début mars (fig. 5a) ; son amplitude (environ 1°/$_{oo}$ d'après les mesures du Réseau National d'Observation) est relativement faible.

Les relevés hydrologiques effectués sur le site de Gravelines depuis 1976 par l'I.S.T.P.M., le CNEXO et le R.N.O montrent que la dessalure du début d'année ne se produit ni le même mois, ni avec la même intensité d'une année à l'autre.

En effet, elle peut être précoce et avoir lieu en février, ce fut le cas en 1977, 1979 et 1983 (fig. 6a), plus rarement en mars comme en 1978 (fig. 5b), ou plus souvent en avril comme en 1976, 1980, 1981 et 1982 (fig. 6b).

On peut d'ailleurs remarquer que les dessalures d'avril sont bien plus importantes que celles observées en février (amplitude maximale de 1 à 1,5°/$_{oo}$) ou en mars (0,7 °/$_{oo}$) puisque leur amplitude est fréquemment de 2,5°/$_{oo}$ et même 3,3°/$_{oo}$ en 1980.

Ces dessalures ne semblent pas directement liées à la pluviosité locale puisque les fluctuations de la salinité et de la hauteur des précipitations à Dunkerque sont sensiblement synchrones et en phase (comme c'est le cas en 1983, fig. 7b), mais plutôt liées à l'arrivée dans le secteur de Gravelines d'importants et irréguliers apports fluviatiles en provenance du sud de la Mer du Nord.

Les relevés météorologiques du sémaphore de Dunkerque depuis 1978 montrent que l'apparition dans le secteur de Dunkerque de ces apports fluviatiles semblent être sous la dépendance du régime des vents puisque le passage d'un régime dominant de vents d'Ouest à un régime de vents de secteur Nord-est s'accompagne chaque fois d'une dessalure.

.../...

Variations spatiales

Le classique gradient positif côte-large est pratiquement permanent et il est plus important en 1983 qu'en 1982.

La stratification verticale, moins constante, reste faible.

OXYGENE DISSOUS

Variations saisonnières

L'allure générale du cycle de l'oxygène dissous en 1983 est classique (fig. 8a), avec un pic à 10 cm^3/dm^3 la deuxième quinzaine de février (d'après les mesures de R. DELESMONT), les plus faibles valeurs étant rencontrées en juillet.

Le taux de saturation en oxygène cette année est pratiquement toujours supérieur à 100°/$_o$ (fig. 8b), contrairement à 1982.

Variations spatiales

Le gradient positif côte-large est relativement faible et s'inverse à deux reprises, en janvier et juillet.

Le gradient vertical surface-fond est plus élevé et plus constant que les autres années ; il dépasse 3 cm^3 d'O_2 par dm^3 au point 0 en janvier.

SELS NUTRITIFS

Le cycle des nitrates + nitrites montre bien des valeurs élevées en début d'année puis une chute au printemps (fig. 9a) ; les phosphates, eux, ne montrent pas de pic en début d'année (fig. 9b).

Mais dans les deux cas on n'observe pratiquement pas de régénération des sels nutritifs en été contrairement à ce qui se produit habituellement.

Les gradients surface-fond et côte-large sont assez faibles.

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'interprètation 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 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* (Müller)

Les effectifs de *Pleurobrachia* ("grosseilles de mer") avec un maximum de 70 individus par 10 m³ sont en baisse sensible par rapport à ceux de 1982 (200 par 10 m³) ; ces effectifs sont du même ordre de grandeur que ceux de 1978 et 1981.

La présence de *Pleurobrachia* à Gravelines est caractérisée par deux pics d'abondance qui ont lieu, selon les années, d'avril à juin pour le premier, de août à octobre pour le second dont l'amplitude est souvent très faible. Ces deux pics coïncident pratiquement toujours avec des baisses, mêmes faibles, de la salinité.

.../...

Nous observons bien ces deux pics en 1983 (fig. 10) mais contrairement aux autres années, c'est le deuxième qui est le plus important. D'autre part le gradient négatif côte-large habituel est inversé.

. *Beroe cucumis* (Fabricius)

Ce Cténaire, toujours moins abondant que *Pleurobrachia* à Gravelines, n'est trouvé qu'une fois au point 0 en juin, en très faible quantité (2,7 par 10 m³).

CHAETOGNATHES

L'effectif de ces prédateurs d'automne est en progression par rapport aux deux dernières années (350 par 10 m³ contre 170 et 120) ; le maximum d'abondance est rencontré au point 0 (fig. 11 a) contrairement à 1982.

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* (Leach)

On observe en 1983 un retour à de faibles effectifs de ces copépodes (de l'ordre de 15 individus par 10 m³ lors du pic d'abondance d'août ; fig. 11b) les très fortes valeurs de 1980 (230 par 10 m³) et 1982 (160 par 10 m³) ayant été exceptionnelles.

Le point côtier est toujours plus pauvre en *Calanus* que le point du large, comme en 1982.

. Autres grands copépodes

Les effectifs de *Labidocera wollastoni* (tabl. 12) sont en progression par rapport à ceux de 1982, sans atteindre toutefois les valeurs

.../...

habituelles trouvées de 1978 à 1981 (de 2 à 6 individus par 10 m³).

Les monstrillidés, présents en août et septembre sont très peu abondants (tabl. 12).

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).

. *Gastrosaccus spinifer* (Goës)

En 1983, cette espèce pratiquement absente au point 0 (fig. 12a), a son pic d'abondance en septembre (une année sur deux, le pic a lieu au printemps ou à l'automne) mais avec des abondances très importantes puisqu'on a pêché 120 larves par 10 m³ alors qu'en général on en trouve de 10 à 20 par 10 m³ (sauf en 1980 : 70 par 10 m³).

. *Mesopodopsis slabberi* (Van Beneden)

Leurs effectifs sont en légère baisse par rapport à 1982 qui avait été une année relativement riche.

Le gradient d'abondance négatif de la côte vers le large déjà observé en 1982 est bien marqué (fig. 12b).

. *Schistomysis spiritus* (Norman)

Cette espèce est habituellement la mysidacé la plus abondante à Gravelines mais est supplantée cette année par les *Gastrosaccus spinifer*, puisque lors du pic de janvier (ce qui est précoce) on ne trouve que 60 larves par 10 m³ au point du large (fig. 13a), effectif qui correspond à une année moyenne.

S. spiritus est largement dominante par rapport à *S. kervillei* (fig. 13b) trouvée en même quantité que les années précédentes.

.../...

Cumacés

Ces crustacés benthopélagiques sont toujours présents dans nos prélèvements et essentiellement au point du large ; en 1983, les densités maximales ont été observées en janvier avec des valeurs de 35 par 10 m^3 (fig. 14a). Le pic d'abondance est plus précoce que les années antérieures. Les valeurs des densités de 1983 sont comparables à celles observées de 1975 à 1981. En 1982, elles avaient été exceptionnellement importantes (140 par 10 m^3).

Amphipodes

Commes les cumacés, les amphipodes sont présents dans la totalité de nos échantillons, essentiellement au point du large (fig. 14b).

L'abondance maximum en 1983 est assez forte (35 individus par 10 m^3) et depuis 1980 se maintient au-dessus de 20 par 10 m^3 alors que de 1975 à 1979, les abondances variaient de 4 à 13 par 10 m^3.

Le pic apparaît de façon très inhabituelle, en janvier, alors que d'ordinaire il se produit en été ou même en automne.

Euphausiacés

Très peu de larves ont été pêchées cette année, on les trouve en janvier et mars et uniquement au large (tabl. 13).

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 que nous pêchons à Gravelines avec l'échantillonneur Bongo comporte principalement des larves de crustacés décapodes ainsi que des oeufs et larves de poissons.

.../...

CNIDAIRES

Les maximums d'abondance des phases méduses des hydrozoaires ("hydroméduses") sont très variables d'une année à l'autre. C'est ainsi qu'en 1983, leurs effectifs sont très élevés (350 par 10 m³ ; tabl. 12), mais n'atteignent pas les valeurs maximales observées en 1977 (480 par 10 m³).

ARTHROPODES CRUSTACES

Décapodes Natantia

A côté des larves de crevette grise *Crangon crangon*, toujours abondantes à Gravelines, le groupe des natantia est représenté par quelques espèces de moindre importance, tant par leurs faibles abondances que par leur manque d'intérêt commercial, et dont les densités seront trouvées dans les tableaux 14 et 16 en annexe.

Néanmoins, on peut remarquer que l'effectif maximum des larves de *Philocheras trispinosus* (fig. 15a) est légèrement inférieur à ceux de 1978 et 1982, alors que l'effectif maximum de post-larves observé cette année (1,7 individus par 10 m³ ; fig. 15b) est supérieur à ceux des autres années.

D'autre part, comme en 1978 et 1981, nous avons trouvé de juillet à septembre des larves de palaemonidés, mais en plus forte quantité (0,8 individu par 10 m³ ; tabl. 14).

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

(5 stades "larve", 1 stade "post-larve")

Globalement, les observations sur la crevette grise en 1983 sont très semblables à celles de 1982 : on retrouve de forts effectifs de larves (160 par 10 m³) et de post-larves (16 par 10 m³) ainsi que le pic d'avril et le gradient d'abondance positif de la côte vers le large pour les larves (fig. 16a).

.../...

En revanche, le pic d'avril 1983 est constitué essentiellement par des larves à de jeunes stades (surtout stades 1 et 2, fig. 17). Il apparaît qu'il y ait eu beaucoup plus d'éclosions sur le site ou dans le secteur proche que les années précédentes avec des effectifs de stades 1 encore plus importants que ceux observés en 1981 (densités maximales respectives de 41 et 69 en 1981 et 1983).

Les résultats des six dernières années montrent qu'il y a deux pics annuels d'abondance (au point 1 ou au point 2) pour les larves de la crevette grise : le premier a lieu en avril, le second en juin ou juillet (l'année 1979 est tardive puisque les deux pics apparaissent respectivement en mai et septembre).

Leur importance numérique est variable : en effet de 1978 à 1980 c'est le second qui est le plus important alors que de 1981 à 1983 c'est le premier.

Le premier pic d'abondance, constitué majoritairement par des stades âgés (3 à 5), a toujours lieu en même temps qu'une baisse, même légère, de la salinité, ce qui n'est pas la règle générale pour le second.

Décapodes reptantia macroures

Aucune larve d'espèce commerciale appartenant à ce groupe (homard, langouste) n'a été pêchée à Gravelines (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 (tabl. 14 et 16).

Les effectifs de larves et de post-larves appartenant au genre *Upogebia* (fig. 18) sont en progression par rapport aux années antérieures si l'on exclue toutefois l'année 1978 (pour les larves) et l'année 1979 (pour les post-larves).

Décapodes reptantia anomoures

Ce groupe ne comprend pas d'espèce commerciale.

.../...

. Porcellanidés

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

Nous avons récolté très peu de larves de porcellanidés cette année (fig. 19a) ce qui s'est produit également en 1981. Le gradient d'abondance positif côte-large est toujours observé.

Les abondances de glaucothoés de l'espèce *Pisidia longicornis* sont également faibles (fig. 19b), enfin nous avons trouvé cette année, comme en 1978, quelques glaucothoés appartenant à l'espèce *Porcellana platycheles* (tabl. 14).

. Paguridés

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

C'est encore l'espèce *Pagurus bernhardus* qui représente la presque totalité des récoltes de Paguridés à Gravelines (fig. 20).

Les effectifs de larves de *Anapagurus hyndmanni* sont un peu plus faibles que les années précédentes, alors que ceux de *Diogenes pugilator* sont supérieurs (tabl. 16).

Les larves de *Pagurus cuanensis* et *P. prideauxi* très rarement rencontrées à Gravelines, sont présentes en 1983 mais en très faibles quantités (tabl. 14).

Pour toutes ces espèces de paguridés, la majorité des larves est récoltée au point du large.

. *Galathea intermedia* (Lilljeborg)

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

En 1983 seules les larves de l'espèce *Galathea intermedia* ont été récoltées, comme en 1981, et en même quantité (0,4 par 10 m^3) essentiellement au point 2 (fig. 21a).

Les glaucothoés ne sont pas identifiées à l'espèce mais leur effectif maximum est égal à celui des larves de *G. intermedia* (fig. 21b).

.../...

Décapodes reptantia brachyoures

Espèces d'intérêt commercial

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

Les zoés de l'étrille sont précoces cette année puisqu'elles sont présentes dans nos prélèvements dès le début du mois de mai (fig. 22a).

Les densités observées en 1983 sont aussi faibles que celles rencontrées en 1979 et 1981, depuis 1978, on constate en effet une évolution sinusoïdale des abondances de zoés d'étrille d'une année sur l'autre (fig. 23a) avec cependant des effectifs maximums n'atteignant jamais celui noté en 1978 (224 zoés par 10 m^3) et dû à un nombre important de stades 2 à 4.

Les éclosions se produisent assez régulièrement sur le site ou dans un secteur proche avec des densités de stades 1 variant de 0,5 à 22 zoés par 10 m^3 selon les années.

Contrairement à 1982, c'est au point 0 que l'on trouve en 1983 la plus forte densité de zoés tous stades confondus lors des deux pics de juin et juillet. Ces deux pics sont composés en grande partie par des stades 5 en juin et des stades 1 en juillet (fig. 24).

On constate cette année encore que les effectifs de mégalopes d'étrille ne sont pas directement proportionnels à ceux des zoés, les mégalopes étant peut-être mal échantillonnées par le filet Bongo.

De même qu'en 1978 et 1981, deux mégalopes de tourteau (*Cancer pagurus)* ont été pêchées au mois d'août 1983 au point 0.

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 "zoés", 1 stade "mégalope")

Les abondances de zoés du crabe vert atteignent en 1983 des valeurs très inhabituelles (373 individus par 10 m³ au point 0 et 176 par 10 m³ au point 2 lors du pic d'avril, fig. 25a) puisque jusqu'à présent les densités maximales de zoés variaient entre 20 et 70 par 10 m³ (fig. 26).

Le pic est assez précoce puisqu'il apparaît en avril comme en 1980 (fig. 26a) et il est essentiellement constitué par des zoés au stade 1 (fig. 27).

Au point 0 ne sont pêchées pratiquement que des zoés au stade 1 alors qu'au point 2 tous les stades sont représentés (fig. 27).

Les effectifs de mégalopes ne présentent pas de particularités par rapport aux années précédentes, avec des densités maximales de l'ordre de 19 par 10 m³ en juin (fig. 25b et fig. 26b).

. *Macropipus sp.* (Prestandrea) autres que *M. puber*

(5 stades "zoés", 1 stade "mégalope")

Depuis 1980, les effectifs de zoés de *Macropipus sp.* sont assez élevés (respectivement 186, 134 et 205 par 10 m³ en 1980, 1981 et 1982) et atteignent en 1983 une valeur encore plus importante, 460 par 10 m³ au point 2 en avril (fig. 28a et 29a).

Le gradient d'abondance positif côte-large observé les années précédentes est constant.

L'effectif maximum de mégalopes en 1983 est l'un des plus faibles observés jusque là (fig. 29b) malgré la forte densité de zoés ; il semble que comme pour l'espèce *Macropipus puber* on ne puisse faire de relation directe entre l'abondance des zoés et celle des mégalopes.

Pour les autres espèces de reptantia brachyoures, peu abondantes, le lecteur se reportera aux figures 30 à 33 et aux tableaux 14 à 16 en annexe.

.../...

L'abondance de certaines espèces s'est accrue de façon très importante : c'est le cas des zoés de *Corystes cassivellaunus* (fig. 30) dont les effectifs ont doublé par rapport à ceux de 1982 (correspondant à une abondance très forte par rapport aux années précédentes). C'est également le cas des zoés d'*Atelecyclus rotundatus* qui présentent en 1983 une densité de 14 par 10 m³ alors qu'elle est inférieure à 2 par 10 m³ les autres années.

Pour la première fois ont été pêchées quelques zoés d' *Eurynome aspera*.

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.

Aucun oeuf de merlan n'a été pêché cette année.

Les larves apparaissent dès avril (fig. 34a) comme en 1980 mais avec des effectifs assez élevés : 2,1 larves par 10 m³ en mai (au cours des années précédentes, les effectifs variaient de 0,6 à 1,7 par 10 m³).

La grande majorité des larves est récoltée au point du large, mais quelques unes sont trouvées au point 0, contrairement à 1982.

. *Scomber scombrus* (L.) le maquereau

D'un grand intérêt commercial en raison des quantités débarquées, 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 oeufs de maquereau apparaissent tardivement cette année, en juillet, (fig. 34b) et sont encore présents en août.

Ces oeufs, presque exclusivement composés de stades âgés, sont pêchés essentiellement au point 2 comme en 1982, en quantité légèrement moindre que les deux dernières années.

.../...

Aucune larve n'a été récoltée depuis 1977.

. *Triglidés* "grondins" ou "rougets grondins"

Les oeufs de grondins, généralement peu nombreux, sont pêchés en avril au point 0 en quantité notablement plus abondante en 1983 (tabl. 20).

Aucune larve n'a été capturée depuis 1979.

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.

. *Psetta maxima* (L.) le turbot

Les oeufs de turbot sont pêchés en faibles quantités en juin et juillet au point 2 (fig. 35a).

Aucune larve de turbot n'a jamais été récoltée à Gravelines.

. *Limanda limanda* (L.) la limande

Quelques rares oeufs exclusivement à de jeunes stades ont été pêchés au point 0 en juillet (fig. 35c), leur très faible abondance (0,06 par 10 m³ comme en 1980) étant bien inférieure à la moyenne habituelle (environ 0,5 par 10 m³).

Les effectifs de larves, après ceux de 1982 qui avaient été exceptionnels (2,6 par 10 m³) se maintiennent à un niveau élevé comparativement aux autres années : 0,6 larve par 10 m³ en 1983 (fig. 35b) contre 0,3 en 1981 et 0,06 de 1978 à 1980.

Les larves sont rencontrées plus souvent au point 0 mais c'est au point 2 que se situe le pic d'abondance au début mai.

.../...

. *Solea vulgaris* (Quensel), la sole commune

Les oeufs de sole (dont la très grande majorité est constituée par des jeunes stades (fig. 36a et b) montrent cette année des abondances exceptionnelles puisqu'on trouve 290 oeufs par 10 m³ au point 0 lors du pic d'avril et encore 50 par 10 m³ début mai toujours au point 0 (fig. 37b). Comme dans le cas des larves, c'est le point 0 qui est le plus riche en oeufs, contrairement à 1982.

Ces très fortes abondances d'oeufs en 1983 sont sans précédent puisqu'en 1981 et 1982, considérées comme de bonnes années pour la sole, on avait pêché 45 et 85 oeufs par 10 m³, les valeurs observées les autres années oscillant entre 15 et 20 par 10 m³. Cet accroissement des effectifs d'oeufs de sole amorcé depuis 1981 se poursuit donc en 1983.

D'après une première interprètation, ces fortes densités d'oeufs de 1983 pourraient résulter de la ponte des classes d'âge de 1979 et 1980, années où le recrutement en juvéniles avait été particulièrement important.

La période de présence des larves de sole est classique. Elle commence en avril pour se terminer en juillet, le pic se produisant en juin (fig. 37a).

Les effectifs de larves sont légèrement inférieurs à ceux des années précédentes mais contrairement à 1982, c'est au point 0 que l'on rencontre le plus de larves (environ 2,5 par 10 m³ en juin au point 0 contre 1 par 10 m³ au point 2 de la même époque).

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 potentialité halieutique puisqu'elles sont exploitées dans d'autres secteurs. D'autres espèces, en revanche, n'ont aucun intérêt commercial (motelles, gobiidés, callionymidés).

.../...

Il faut noter que les larves des trois espèces de clupéidés rencontrées à Gravelines (hareng, sardine et sprat) dont la taille est inférieure à 15 mm ne sont pas identifiées à l'espèce en raison des difficultés de détermination, mais regroupées sous le terme de "Clupéidés sp".

. *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 soit vraisemblablement loin d'être négligeable d'après les observations portant sur les oeufs et larves.

Les oeufs de sprat apparaissent en mars et atteignent leur abondance maximale dès la mi-avril (fig. 38 et 39), ce qui est aussi précoce qu'en 1981 le pic se produisant habituellement les autres années en mai ou juin.

Le brusque refroidissement des eaux en février 1983 ne semble donc pas avoir retardé la maturation des géniteurs, favorisée par des températures très clémentes en janvier. Néanmoins des hivers doux comme ceux de 1975 ou 1977 n'avaient pas entraîné une avance du pic d'abondance des oeufs.

La densité maximum d'oeufs (essentiellement constitués par des jeunes stades) observée en avril au point du large est pratiquement la même que celle observée en 1977 (300 par 10 m^3), soit en augmentation par rapport à ce qui est trouvé habituellement (180 oeufs par 10 m^3 en moyenne).

Le traditionnel gradient d'abondance positif côte-large est constant.

En 1983, on constate une baisse très importante des effectifs de larves du sprat par rapport à 1982 malgré le fait que l'on puisse probablement y rattacher bon nombre de larves non identifiées de clupéidés (fig. 40).

Les densités de larves de sprat sont ainsi très variables depuis 1975.

.../...

. *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 µm afin d'assurer une meilleure capture de ces oeufs de forme elliptique.

Les densités d'oeufs trouvées chaque année en juillet sont très variables depuis 1975 et, avec 24 oeufs par 10 m³ en 1983 (fig. 41), elles sont en régression par rapport à 1982.

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

Les larves d'anchois dont les effectifs sont en baisse régulière depuis 1977 et nuls depuis 1980, apparaissent de nouveau dans nos prélèvements de juillet et août, mais en faible quantité (fig. 41b).

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

Espèce commune en Manche, le tacaud (peu commercialisé en raison des difficultés 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 1983 ; d'après WHEELER (1969), la reproduction en Manche aurait lieu principalement au-dessus des fonds d'une soixantaine de mètres.

Les larves présentes au point 2 seulement et début mai (fig. 42a), ont des densités assez élevées depuis 1982 ; les abondances au point 2 sont les mêmes pour les deux années (1,5 par 10 m³)

. *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, 1969).

Aucun oeuf de capelan n'a jamais été récolté à Gravelines et les larves pêchées en mai 1983 au point 2 (fig. 42b) sont aussi abondantes qu'en 1980, et correspondent aux plus fortes densités observées jusqu'à présent.

.../...

. *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.

Le pic des oeufs a lieu habituellement en avril et au point côtier, ce qui est le cas en 1983 (50 par 10 m³ ; fig. 43b) ; depuis 1981 on constate un accroissement de leurs effectifs (de 25 à 50 oeufs par 10 m³) par rapport à la période 1975, 1980 où ont été récoltés de 8 à 15 oeufs par 10 m³.

Le secteur côtier de Gravelines est très irrégulièrement fréquenté par les larves ; les effectifs en 1983 sont assez élevés (fig. 43a).

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

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

Le secteur de Gravelines est alimenté en oeufs et larves de chinchard par les géniteurs en cours de migration vers le sud de la Mer du Nord, aussi le point côtier est-il très pauvre.

Après l'abondance exceptionnelle de 1982 (420 oeufs par 10 m³), on observe en 1983 un retour à des valeurs plus classiques. En effet, en mai ont été pêché 20 oeufs par 10 m³, en grande majorité des oeufs de stades âgés (fig. 44).

En revanche, l'augmentation régulière des effectifs de larves amorcée depuis 1979 se poursuit en 1983 avec plus de 4 larves par 10 m³ en juillet (fig. 44a).

. Ammodytidés

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

.../...

Les effectifs larvaires, après les fortes valeurs de 1980 et 1981, ont accusé une chute brutale en 1982 mais sont en légère progression en 1983 (tabl. 21).

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

Les abondances d'oeufs de petite vive, faible de 1975 à 1980 (de 0,2 à 0,9 oeuf par 10 m³) montrent une remarquable stabilité depuis 1981 avec des effectifs élevés, plus de 3,2 oeufs par 10 m³ (comme c'est le cas en 1983 ; fig. 45).

La présence de larves à Gravelines est moins régulière, aucune d'entre elles n'a été pêchée en 1983.

. Gobiidés

Seules les larves sont le témoin du frai, les oeufs étant benthiques. Présentes dans la presque totalité de nos échantillons, les larves sont plus abondantes au point côtier (fig. 46a) mais en plus faible quantité qu'en 1982.

. Callionymidés

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

En 1983, les oeufs, plus nombreux au large (fig. 46c), ont comme en 1982 des densités élevées (plus de 5 par 10 m³).

En revanche, les larves elles aussi plus abondantes au large (fig. 46b), ont des effectifs faibles (0,5 par 10 m³) comparativement aux autres années (de 1 à 5 par 10 m³).

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

Quelques larves de gonelle sont rencontrées régulièrement sur le site depuis 1977. En 1983, 0,05 larve par 10 m³ ont été capturées en mai (tabl. 21).

.../...

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, en général faibles, sont variables d'une année sur l'autre (1,8 par 10 m³ en 1983, fig. 47d).

Les larves, habituellement peu nombreuses (de 0,1 à 1,8 par 10 m³) ont depuis 1982 des effectifs élevés : 10 par 10 m³ en 1982 et 7 par 10 m³ en 1983 (fig. 47a). Pour ces deux dernières années, c'est au point O que sont rencontrées la plupart des larves.

. *Buglossidium luteum* (Risso), la petite sole jaune ou solennette

Les oeufs de cette espèce sont en progression régulière depuis trois ans avec respectivement 0,7, 1,7 et 3,5 oeufs par 10 m³ en 1981, 1982 et 1983 (fig. 48b).

Les larves sont présentes de façon beaucoup plus irrégulière avec, cette année, 0,9 larve par 10 m³ en juin (fig. 48a), ce qui correspond à une forte valeur pour cette espèce.

. *Solea lascaris* (Risso), la sole perdrix

Les oeufs de cette espèce sont toujours peu abondants dans nos pêches : 0,1 par 10 m³ en 1983 (tabl. 20).

Quelques larves d'autres espèces de poissons, non commerciaux, et de peu d'intérêt, sont rencontrées de façon sporadique à Gravelines. En 1983, c'est le cas des larves de Blenniidés, Cottidés, Syngnathidés et Liparidés.

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 1983, 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'accés 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).

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 1983 ont été réalisées entre le 24 juin et le 28 juin.

Du 24 juin au 27 juin : échantillonnage de la zone intertidale.

- 24 juin : prélèvements à pied à l'est du canal de rejet (5 traits)
- 25 juin : prélèvements à pied à l'ouest du canal de rejet (10 traits)
- 26 juin : prélèvements à pied à Oyes-Plage (10 traits)
- 27 juin : prélèvements à pied aux Hemmes de Marck (9 traits)

- 28 juin : échantillonnage de la zone subtidale avec un chalut-perche 3 m (18 traits)

La campagne d'automne a débuté le 8 septembre pour s'achever le 13 septembre.

- 8 septembre : prélèvements à pied à l'ouest du canal de rejet (10 traits)
- 9 septembre : prélèvements à pied à Oyes-Plage (10 traits)
- 10 septembre : prélèvements à pied aux Hemmes de Marck (9 traits)
- 11 septembre : prélèvements à pied à l'est du canal de rejet (5 traits)

- 13 septembre : échantillonnage de la zone subtidale au chalut-perche 3 m (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 3).

La surface de chaque zone a été estimée par planimétrie.

La méthode de calcul à laquelle nous avons recouru est employée en échantillonnage stratifié 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 : $i = \frac{\sqrt{V(n)}}{n}$; exprimé en pourcentage.

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 m²). Pour les poissons cette densité moyenne est calculée sur l'ensemble des prélèvements, et pour la crevette grise, uniquement sur les prélèvements faits entre la mi-marée et la basse mer.

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 m² : $d = \frac{nj \cdot 1000}{Sj}$

nj = nombre d'individus estimé pour la zone j

Sj = surface de la zone (m²)

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

$$N = \Sigma\, nj$$

* variance sur l'estimation du nombre d'individus :

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

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

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

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. 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 flet ne se rencontrent que très occasionnellement sur le site; quelques individus ont cependant été capturés à l'est du secteur d'étude au cours des deux campagnes. Les prises sont composées essentiellement de juvéniles du groupe 1 et d'adultes. Les densités les plus élevées sont observées au printemps, époque où la répartition de cette espèce sur le secteur est relativement homogène (annexe 3).

Les juvéniles du groupe 0 de barbue et de turbot sont présents uniquement dans les captures provenant des prélèvements à pied. Les densités sont toujours faibles.

La plie

Cette espèce se reproduit en période hivernale, 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 zones de nourriceries.

Les migrations saisonnières de la plie 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 à la baisse des températures côtières pour les plus jeunes individus et à la reproduction pour les plus âgés.

Groupe 0

Les juvéniles du groupe 0 se cantonnent dans des eaux dépassant rarement quelques mètres. Les poissons montent et descendent de façon synchrone avec le flot et le jusant en utilisant les courants de marées comme moyen de transport . Ils peuvent ainsi effectuer des déplacements pouvant atteindre plusieurs kilomètres (KUIPERS, 1973 ; HARDEN-JONES, 1980). Pendant ces migrations, les jeunes plies se nourrissent d'invertébrés benthiques vivants dans le sable (GIBSON, 1980).

En raison d'une part de la répartition bathymétrique très marquée de cette espèce, la taille des individus augmentant avec la sonde, et d'autre part de la période de reproduction, les plus fortes densités de juvéniles du groupe 0 sont observées dans les prélèvements à pied réalisés au mois de juin.

A cette époque, la taille modale de ce groupe d'âge est d'environ 4 centimètres (fig. 1). Ces juvéniles se répartissent sur la zone intertidale avec un fort gradient croissant d'est en ouest, schéma de répartition habituellement observé. La densité relevée au niveau de la radiale des Hemmes de Marck est environ dix fois supérieure à celle enregistrée en 1982 : 347,4 ind./1000 m².

En automne, bien que l'abondance de ces jeunes plies diminue sur la zone intertidale, au profit de la zone subtidale, les densités restent cependant élevées : respectivement 120 ind./1000 m² et 69 ind./1000 m² pour les radiales des Hemmes de Marck et de Oyes-Plage (tabl. 1). La densité moyenne sur la zone subtidale (10,8 ind./1000 m²) est également dix fois supérieure à celle acquise en 1982 (tabl. 2). Sur cette zone, les plus fortes captures sont réalisées à l'est du secteur étudié ce qui induit un gradient de concentration des juvéniles inverse à celui observé sur la zone intertidale.

Ce phénomène de variation dans la répartition des juvéniles,selon des gradients de concentration dont le sens s'inverse de façon aléatoire suivant les saisons ou les années, permet de rejeter l'hypothèse d'une influence du rejet de la centrale sur la répartition spatio-temporelle de ces juvéniles

		JUILLET							SEPTEMBRE						
		1977	*1978*	*1979*	*1980*	*1981*	*1982*	*1983*	*1977*	*1978*	*1979*	*1980*	*1981*	*1982*	*1983*
Plie 0	Est centrale	-	-	5,00	2,67	9,33	53,33	2,67	-	-	6,67	2,67	1,63	1,33	0
	Ouest centrale	0,51	0	3,51	9,33	50,67	10,00	2,67	3,33	2,05	14,81	24,00	20,67	16,67	15,33
	Oyes	7,78	6,67	32,38	27,62	184,67	45,33	18,00	15,24	0	1,48	45,33	26,67	22,00	69,33
	Hemmes de Marck	40,00	6,00	60,83	65,33	160,74	21,84	347,41	11,90	0	6,67	65,64	73,83	14,07	120,00
Plie 1	Est centrale	-	-	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0
	Ouest centrale	0,51	0	0	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	0	0
	Hemmes de Marck	0	2,00	0	0,67	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sole 0	Est centrale	-	-	1,67	0	0	2,67	0	-	-	0	0	0	0	0
	Ouest centrale	0,51	0	4,91	0	8,00	1,33	5,33	0	0	8,89	1,33	0,67	0,67	0,67
	Oyes	0	0,61	40,00	0	0,67	3,33	10,67	0,95	0	5,18	0	0	0	0
	Hemmes de Marck	3,33	0,67	86,67	0,44	5,19	0,75	189,63	2,38	0	445,33	2,73	0	0	0
Sole 1	Est centrale	-	-	0	1,33	0	1,33	0	-	-	0	0	0	0	0
	Ouest centrale	0	0	0	0	8,33	1,33	0	0	0	0	0	0	0	0
	Oyes	0	0	0	0,95	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Hemmes de Marck	0	0	0	0,69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limande 0	Est centrale	-	-	0	0	0	6,67	0	-	-	0	0	0	0	0
	Ouest centrale	0	0	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	0	0
	Hemmes de Marck	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Limande 1	Est centrale	-	-	0	0	0	0	0	-	-	0	0	0	0	0
	Ouest centrale	0	0	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	0	0
	Hemmes de Marck	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabl. 1 .- GRAVELINES : Densités sur les radiales de la zone intertidale de 1977 à 1983.

	JUILLET							SEPTEMBRE						
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
PLIE groupe 0	1,17 (53 %)	0,53 (41 %)	0,24 (45 %)	0,34 (59 %)	2,92 (54 %)	0,39 (86 %)	4,21 (45 %)	0,74 (47 %)	1,84 (37 %)	3,01 (68 %)	0,43 (53 %)	4,74 (31 %)	1,43 (36 %)	10,81 (29 %)
PLIE groupe 1	2,57 (37 %)	0,92 (49 %)	1,25 (47 %)	4,16 (45 %)	0,36 (31 %)	1,46 (36 %)	1,24 (20 %)	0,88 (14 %)	0,68 (34 %)	0,41 (39 %)	1,02 (26 %)	0,25 (62 %)	0,40 (29 %)	0,46 (27 %)
SOLE groupe 0	0,01 (100%)	0,01 (100%)	- -	2,34 (46 %)	0,25 (46 %)	1,07 (92 %)	0,29 (59 %)	1,71 (22 %)	3,72 (30 %)	19,97 (60 %)	24,40 (19 %)	0,23 (31 %)	1,27 (29 %)	16,73 (27 %)
SOLE groupe 1	2,63 (34 %)	0,14 (35 %)	0,05 (100%)	3,89 (38 %)	0,44 (47 %)	0,27 (54 %)	1,56 (24 %)	0,48 (33 %)	0,01 (100%)	- -	3,24 (21 %)	0,54 (41 %)	0,05 (60 %)	2,55 (12 %)
LIMANDE groupe 0	0,08 (57 %)	- -	0,07 (61 %)	1,09 (47 %)	0,33 (35 %)	1,86 (65 %)	2,03 (40 %)	2,04 (16 %)	3,14 (25 %)	2,19 (44 %)	2,90 (33 %)	11,16 (30 %)	18,01 (43 %)	24,72 (16 %)
LIMANDE groupe 1	0,35 (22 %)	0,32 (64 %)	1,83 (37 %)	2,45 (37 %)	1,68 (41 %)	6,70 (26 %)	2,49 (31 %)	0,37 (24 %)	0,10 (34 %)	0,51 (29 %)	1,01 (33 %)	3,98 (81 %)	5,08 (28 %)	2,02 (24 %)

Tabl. 2 .- GRAVELINES : Densités moyennes sur la zone subtidale de 1977 à 1983.

Groupe 1

Les tailles moyennes des plies qui composent ce groupe d'âge sont en juin et septembre respectivement de 17 et 23 centimètres (fig. 1). Ces individus sont absents dans les pêches pratiquées sur la zone intertidale mais se répartissent de façon assez homogène sur la zone subtidale entre les sondes 0 et 10 mètres. Les densités maximales s'observent lors de la campagne de printemps à l'est du secteur d'étude (annexe 2).

La densité moyenne obtenue en juin sur la zone subtidale est de l'ordre de grandeur de celle acquise pour le groupe 0 à l'automne 1982. Ce qui laisse penser que la classe d'âge 1982, relativement peu abondante, n'a pas subi de fortes mortalitésau cours de l'hiver 1982-83 (tabl. 2).

Groupe 2 et plus

Les individus âgés de plus de trois ans se répartissent sur l'ensemble du secteur, la strate la plus au large étant toutefois légèrement plus riche. Les captures restent relativement peu importantes (environ 5 % des captures totales de plie).

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 modale est de 3 cm en juin atteint 9-10 cm en septembre. Pendant la même période, le groupe 1 passe de 15 à 20 cm (fig. 1). Ces valeurs sont

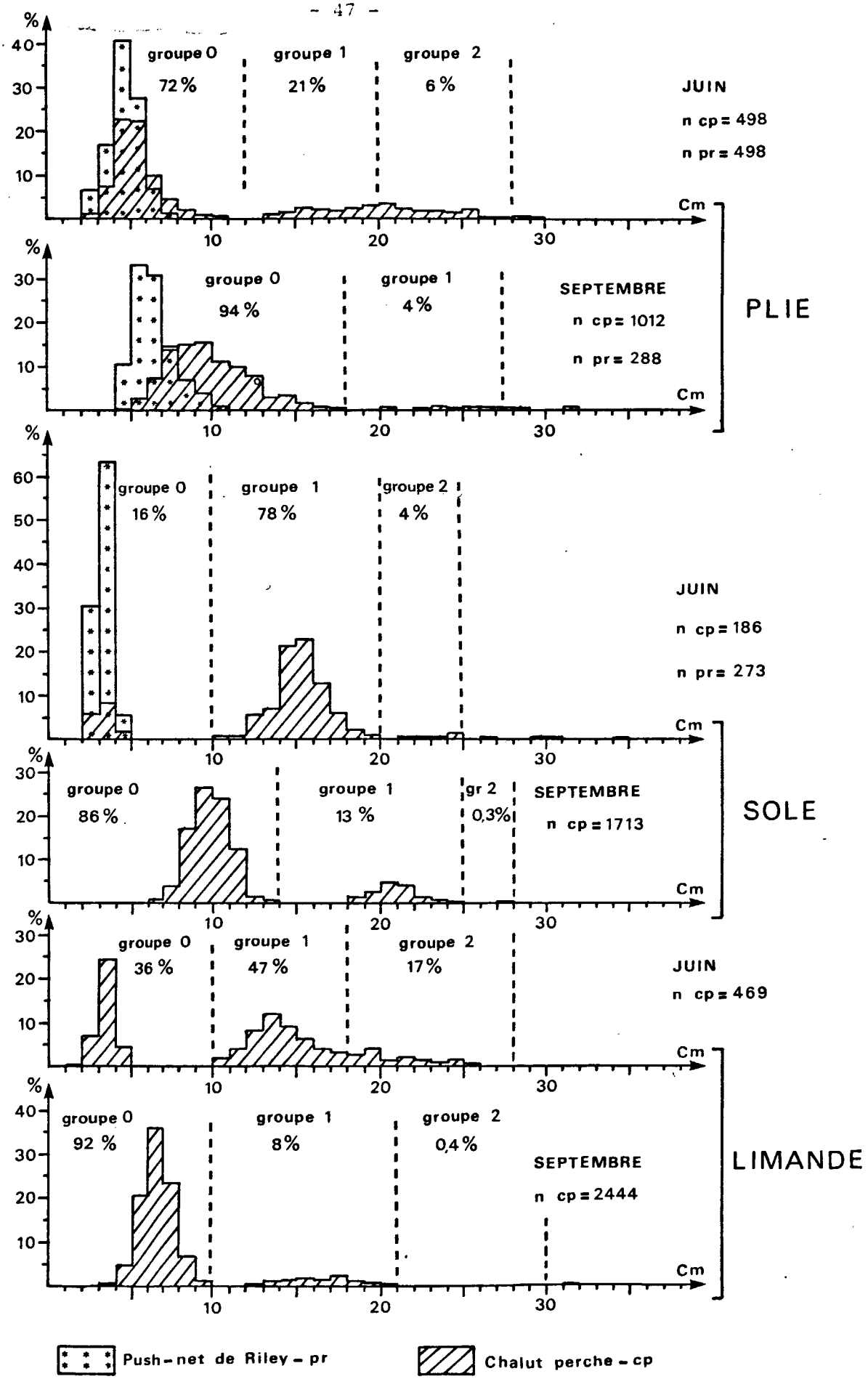


Fig. 1._POISSONS PLATS: distributions mensuelles des fréquences de taille en 1983.

tout à fait semblables d'une année à l'autre.

Groupe 0

Au début de l'été les juvéniles du groupe 0 colonisent essentiellement la zone intertidale. En 1983, de très fortes concentrations ont été observées au niveau de la radiale des Hemmes de Marck : 189,6 ind./1000 m² (tabl. 1). En 1983, le prérecrutement des juvéniles s'est probablement achevé au cours de l'été et les jeunes soles ont vraisemblablement migré vers des fonds plus importants dès le début de l'automne. Les jeunes individus sont en effet pratiquement absents dans les prélèvements à pied de septembre alors que les densités enregistrées sur la zone subtidale sont élevées, en particulier sur le secteur compris entre Oyes-Plage et Grand Fort Philippe (Strate B : 24,5 ind./1000 m²).

A cette époque, la densité moyenne sur l'ensemble du secteur d'étude (zone subtidale) est de 16,7 ind./1000 m². La classe d'âge 1983 apparaît donc presque aussi abondante que la classe d'âge 1979; cette dernière ayant été jugée pour l'ensemble du sud de la mer du Nord, comme une classe d'âge remarquable comparativement à la moyenne observée les années précédentes (tabl. 2).

Groupe 1

Aucune capture de soles appartenant à ce groupe d'âge n'a été réalisée sur la zone intertidale. Par contre, sur la zone subtidale, ces juvéniles se répartissent de façon homogène sur la frange la plus littorale. A l'automne, tous les traits effectués sur cette zone comportent des soles appartenant à ce groupe d'âge (annexe 2), de sorte que la densité moyenne est légèrement plus élevée qu'au début de l'été : 2,55 ind./1000 m² en septembre - 1,56 ind./1000 m² en juin. Ce phénomène est assez inhabituel, les juvéniles ayant tendance, normalement, à migrer au cours de l'été vers des fonds situés plus au large.

L'abondance de soles du groupe 1 laisse supposer que la classe d'âge 1982 avait été sous-estimée dans les prélèvements effectués en 1982, ou bien que cette classe d'âge n'a pas été soumise à de fortes mortalités au cours de l'hiver passé à proximité de la nourricerie, la clémence des températures observées au début de l'hiver n'ayant pas du affecter la survie des juvéniles.

Groupe 2 et plus

Les captures d'individus âgés sont restées assez faibles au cours

des deux campagnes. Leur répartition semble aléatoire sur l'ensemble du secteur d'étude, les prises pouvant avoir lieu aussi bien dans les strates les plus côtières que dans celle du large. Ces groupes d'âge sont cependant inexistants dans les prélèvements effectués au push-net sur la zone intertidale (annexe 2).

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 92% de la structure démographique de septembre alors qu'en juin les groupes 1 et 2 représentent encore respectivement 47% et 17% des captures totales de cette espèce.

La croissance de la limande est rapide au cours des premières années. La taille modale du groupe 0 est de 3 cm en juin et atteint 7 cm en septembre; dans le même temps le groupe 1 passe de 15 à 18 cm.

Groupe 0

Les jeunes limandes ayant un comportement d'évitement vis-à-vis de la zone de balancement des marées, elle n'est pas observée dans les prélèvements réalisés sur cette zone.

Aucune modification sensible n'est intervenue dans la répartition spatiale de ces juvéniles (annexe 2). Les plus fortes concentrations s'observent toujours à l'est du secteur d'étude dans la frange littorale de la zone subtidale (strate B : 59,85 ind./1000 m² en septembre) et les densités maximales par trait peuvent y être très élevées, jusqu'à 108 ind./1000 m² (annexe 1).

De même que pour les autres espèces de poissons plat mentionnées précedemment, le prérecrutement de limande en juvéniles du groupe 0 semble

important cette année. La densité moyenne pour l'ensemble de l'aire étudiée est de 24,7 ind./1000 m², valeur la plus forte enregistrée depuis 1977(tabl.1,3).

Groupe 1

Sa répartition est superposable à celle du groupe 0, les plus fortes densités se rencontrant également à l'est du secteur d'étude (strate B : 4,61 ind./1000 m² en juin - 5,32 ind./1000 m² en septembre). La densité moyenne sur l'ensemble du secteur, 2,49 ind./1000 m² en juin, n'est pas aussi élevée que le laissait supposer le fort indice de prérecrutement du groupe 0 observé à l'automne 1982 (18,01 ind./1000 m²).

Groupe 2

La classe d'âge 1981 représente 17% des captures de juin et moins de 1% de celles de septembre (fig. 1). Au début de l'été, l'est du secteur d'étude est le plus fréquenté par ces individus conduisant ainsi à une répartition spatiale à peu près identique à celle des groupes 0 et 1; ce qui laisse transparaître une absence de répartition bathymétrique, en fonction de la taille, des individus de cette espèce.

2.- Autres espèces

Le merlan

Les juvéniles de cette espèce proviennent de pontes effectuées à la fin de l'hiver, fin mars - début avril. Le groupe 0 apparaît habituellement en nombre relativement important dans les prélèvements du mois de septembre.

En 1983, les captures, bien que composées presque exclusivement d'individus du groupe 0, sont restées très réduites aussi bien en juin qu'en septembre; les densités par trait ne dépassant pas 1,5 ind./1000 m² (annexe 1).

Au total, 24 individus du groupe 0 et seulement 3 individus du groupe 1 ont été capturés en septembre. Cette faiblesse des effectifs ne permet pas, cette année, de faire une analyse de la répartition spatiale et de la

croissance. La densité moyenne du groupe 0 en septembre n'est que de 0,26 ind./1000 m² pour l'ensemble du secteur d'étude, soit environ vingt fois moins que l'indice de prérecrutement obtenu l'an passé à la même époque.

Bien que l'engin de prélèvement soit peu adapté à l'échantillonnage des gadidés, les indices de prérecrutement sont toutefois comparables d'une année à l'autre et la faible densité enregistrée à l'automne 1983, pour le groupe 0, laisse bien présager une faiblesse de cette classe d'âge.

Le tacaud

Le tacaud,comme le merlan, est presque uniquement représenté dans nos prélèvements par le groupe 0 (fig. 2). 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).

Quelle que soit l'époque de prélèvement, le tacaud est absent de la zone intertidale. Au printemps comme à l'automne, les juvéniles occupent l'ensemble du secteur d'étude (annexe 2) mais fréquentent préférentiellement l'est de la zone subtidale où l'on rencontre les densités maximales par trait : plus de 100 ind./1000 m² en septembre et jusqu'à 348 ind./1000 m² en juin (annexe 1 et 3).

La densité moyenne sur l'ensemble du secteur d'étude est très élevée aussi bien en juin qu'en septembre, respectivement 53,76 ind./1000 m² et 31,27 ind./1000 m² (tabl. 3).

La croissance des individus du groupe 0 est importante, la taille modale s'accroissant de 7 cm au cours de la période séparant les deux campagnes de prélèvements (fig. 2).

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 presque exclusivement sur la zone intertidale. Les densités relevées dans les pêches à pied sont de l'ordre

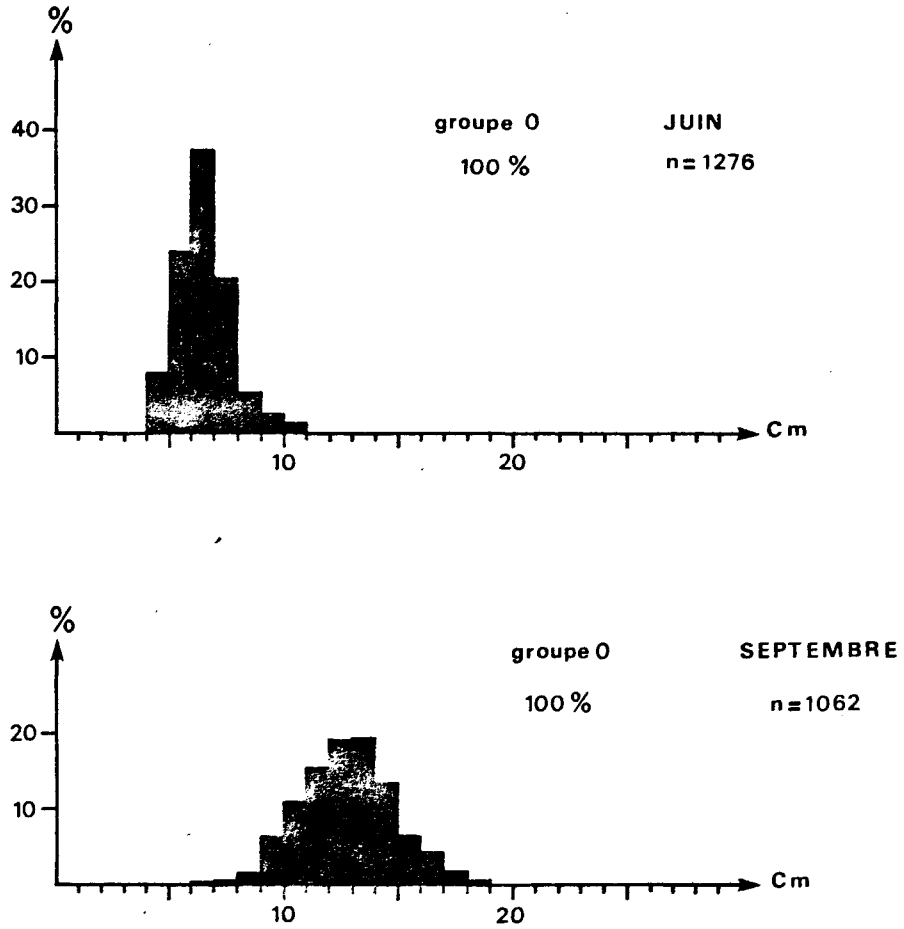
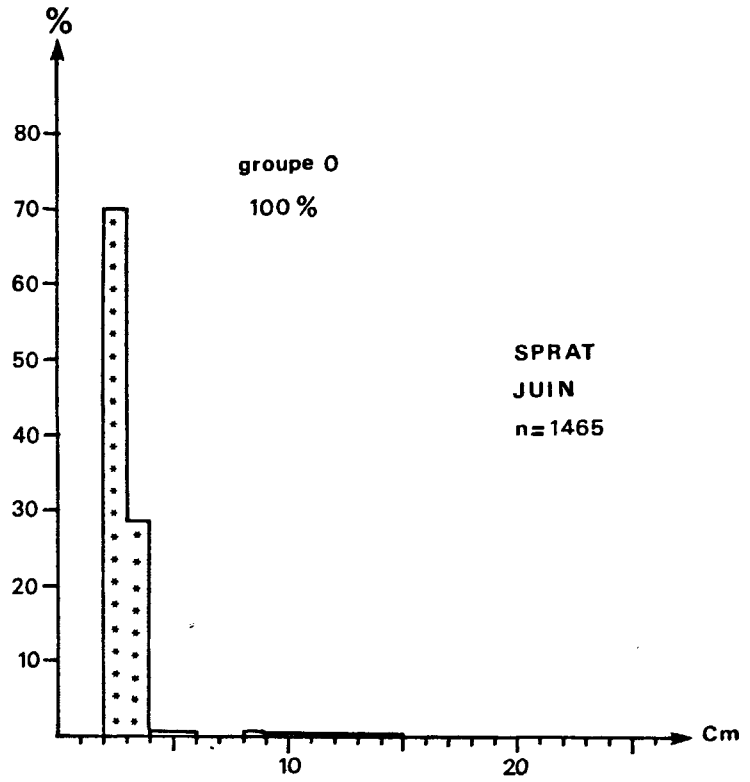


Fig. 2.- TACAUD : Distributions des fréquences de taille en 1983. CP3.



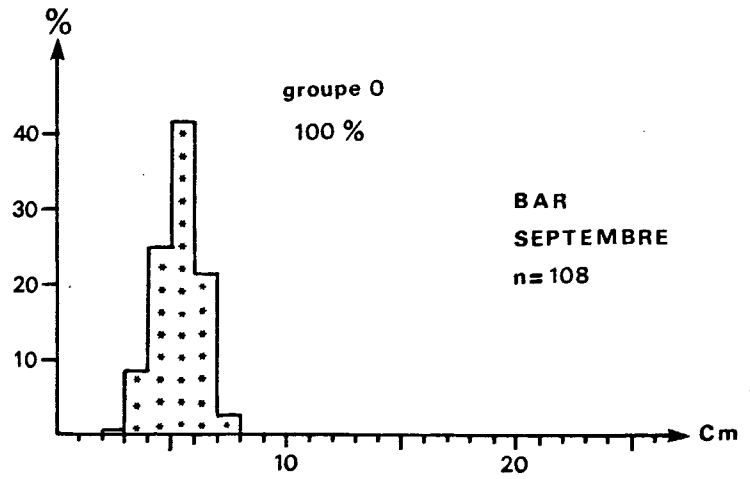


Fig. 3 .- SPRAT, BAR : Distributions des fréquences de taille au Push-net de Riley en 1983.

de 500 ind./1000 m² pour les radiales de Oyes-Plage et des Hemmes de Marck (annexe 1) et de 300 ind./1000 m² pour la radiale située à l'est du canal de rejet. Par contre, ces jeunes poissons sont pratiquement absents dans les prélèvements effectués à pied à l'ouest du canal de rejet.

La taille modale de ces juvéniles est d'environ 2 cm en juin. A l'automne, cette espèce est peu observée dans les prélèvements (fig. 3).

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 est observée depuis juillet 1981. Cette année, les juvéniles de cette espèce sont présents sur le site au cours de nos deux campagnes, aussi bien sur la zone subtidale que sur la zone intertidale.

Les densités par trait et les densités moyennes enregistrées en 1983 sont plus faibles que celles de 1982 (annexes 1 et 2). Quelques individus du groupe 2 (nés en décembre 81) ont également été capturés en juin.

Le bar

Des juvéniles appartenant au groupe 0 ont été capturés à l'automne, en quantités non négligeables, sur l'ensemble de la zone intertidale. Les densités les plus élevées se rencontrent aux extrémités est et ouest du secteur d'étude : respectivement 51,1 ind./1000 m² et 25,9 ind./1000 m² (annexe 1). La taille modale de ces juvéniles est de 5 cm (fig. 3).

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.

ESPECES	JUILLET	SEPTEMBRE
Plie (*Pleuronectes platessa*) - groupe 0	4,21	10,81
Plie (*Pleuronectes platessa*) - groupe 1	1,24	0,46
Plie (*Pleuronectes platessa*) - groupe 2	0,36	0,17
Sole (*Solea vulgaris*) - groupe 0	0,29	16,74
Sole (*Solea vulgaris*) - groupe 1	1,56	2,55
Sole (*Solea vulgaris*) - groupe 2	0,08	0,07
Limande (*Limanda limanda*) - groupe 0	2,03	24,75
Limande (*Limanda limanda*) - groupe 1	2,49	2,02
Limande (*Limanda limanda*) - groupe 2	0,90	0,10
Turbot (*Psetta maxima*) - total	0,00	0,02
Barbue (*Scophthalmus rhombus*) - total	0,01	0,00
Flet (*Platichthys flesus*) - total	0,31	0,35
Tacaud (*Trisopterus luscus*) - groupe 0	53,76	31,27
Tacaud (*Trisopterus luscus*) - groupes $\geqslant$ 1	0,02	0,02
Merlan (*Merlangius merlangus*) - groupe 0	0,06	0,26
Merlan (*Merlangius merlangus*)-groupes $\geqslant$ 1	0,02	0,03
Morue (*Gadus morhua*) - groupe 0	0,00	0,01
Hareng (*Clupea harengus*) - groupe 1	0,33	0,03
Sprat (*Sprattus sprattus*) - groupe 0	0,06	0,01
Sprat (*Sprattus sprattus*) - groupes $\geqslant$ 1	0,15	0,02
Equille (*Ammodytes tobianus*) - total	0,07	0,03
Grondin (*Trigla lucerna*) - groupe 0	0,00	0,16
Grondin (*Trigla lucerna*) - groupes $\geqslant$ 1	0,15	0,04
Bar (*Dicentrarchus labrax*) - groupe 0	0,00	0,00
Crevette grise (*Crangon crangon*) - total	164,28	412,37

Tabl. 3 .- GRAVELINES 1983 : Densités moyennes pour la zone subtidale.

B.- CRUSTACES

La crevette grise

En 1983, les densités moyennes observées au niveau de la zone subtidale ont été de 164,2 ind./1000 m² en juin et de 412,1 ind./1000 m² en septembre.

La très forte abondance notée à l'automne, la plus forte enregistrée depuis le début de l'étude en 1977, traduit une très bonne survie des larves écloses au printemps.

La répartition géographique de la crevette grise ne montre pas de différences importantes par rapport à celle de 1982 (annexes 2 et 3).

CONCLUSION

L'analyse des résultats obtenus en 1983, sixième année de Surveillance écologique des ressources halieutiques du site de Gravelines effectuées par l'I.S.T.P.M. ne fait apparaître aucun phénomène qui puisse être imputé avec certitude au fonctionnement de la centrale, excepté les températures élevées du point 0. Les variations d'abondance des espèces zooplanctoniques étudiées peuvent être assimilées à des fluctuations naturelles des phénomènes biologiques.

Une remarque s'impose :

Les gradients thermiques négatifs côte-large et surface-fond au point 0, plus élevés et plus constants en 1983 qu'en 1982 ont probablement deux causes essentielles :

. la position du point 0 par rapport à la dilution du panache est plus constante d'une mission à l'autre qu'en 1982;

. d'autre part, la puissance électrique journalière de la centrale au moment des sorties en 1983 est plus importante qu'en 1982 (environ 2800 MW contre 1600 MW en moyenne).

Hydrologie

L'année hydrologique 1983 se caractérise par :

. un cycle thermique dont les traits dominants sont un début d'année doux puis une chute brutale des températures en février, suivie d'un été chaud, en relation avec la climatologie locale ; au point 0 on note une forte stratification verticale et des températures bien supérieures à celles du large.

. la dessalure du début d'année est relativement faible mais précoce (fin février, début mars), en relation avec l'hydrologie du sud de la Mer du Nord et le régime des vents.

.../...

. on n'observe pas cette année de régénération des sels nutritifs en été.

Zooplancton

La plupart des groupes zooplanctoniques ne manifestent pas en 1983 de modification inhabituelle dans leur cycle annuel d'abondance.

Les fluctuations observées au sein du plancton permanent (holoplancton), bien que certaines soient importantes par rapport à 1982, s'inscrivent dans la fourchette observée au cours des années antérieures si l'on excepte les chaetognathes dont le pic est deux fois plus élevé en 1983.

Parmi les espèces halieutiques planctoniques dans leurs jeunes stades, une mention particulière doit être faite pour la crevette grise et la sole.

Pour la première espèce, il semble qu'il y ait eu en 1983 beaucoup plus d'éclosions à proximité du site qu'au cours des années antérieures.

Pour la seconde, on note en 1983 une abondance quasi inhabituelle d'oeufs de sole. Le phénomène cependant semble s'être amorcé au cours des années précédentes puisqu'on observe une augmentation progressive des abondances moyennes depuis 1981 ; on peut émettre l'hypothèse que les fortes pontes de 1983 seraient le fait de géniteurs nés en 1979 et 1980, années particulièrement riches en juvéniles.

Pour les autres taxons, notons encore une précocité dans l'apparition de certains pics de larves de décapodes, notamment l'étrille et le crabe vert, pour ce dernier on observe une abondance inhabituelle de zoés.

Signalons enfin l'absence en 1983 d'oeufs de barbue, de sole panachée, de larves d'anguille, de lieu jaune, de bar, de sardine et de hareng. Ces espèces étaient numériquement accessoires dans le plancton au cours des années précédentes.

.../...

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. La zone orientale du secteur reste la plus fréquentée pour de nombreuses espèces.

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 prérecrutement peuvent être très importantes pour certaines espèces. La sole et la plie, à ce point de vue, sont les cas les plus significatifs, le prérecrutement variant d'un facteur 100 entre 1981 et 1983 pour la sole et entre 1980 et 1983 pour la plie.

Ces fortes variations des indices de prérecrutement sont probablement à relier au fait que Gravelines ne représente que l'extrémité occidentale de la nourricerie s'étendant le long des côtes hollandaises et belges. Il semblerait en effet que les années de faible recrutement, les juvéniles aient tendance à se cantonner au niveau de leur habitat préférentiel alors que les années de fortes densités, les juvéniles colonisent des secteurs beaucoup plus vastes. D'une façon générale, les fluctuations sont syndromes entre le coeur de la nourricerie et son extrémité occidentale. Les années de fortes abondances sont mises en évidence aussi bien à Gravelines que sur les côtes belges ; il en est de même pour les années de faibles abondances. Seuls les écarts entre les indices d'abondance se trouvent amplifiés au niveau des limites d'extension de la nourricerie.

Bien que rien ne permette, pour le moment, d'exclure une influence du rejet, il est probable que les fluctuations enregistrées en 1983, soient dues à des causes naturelles. Les pressions de mortalité s'exerçant sur les divers maillons de recrutement peuvent être très différentes d'une

année à l'autre et jusqu'à présent il n'apparaît aucune tendance évolutive, négative ou positive, bien marquée dans la série historique acquise.

Globalement, l'année 1983 apparaît dans cette série comme une année particulièrement faste pour le prérecrutement et le recrutement ; les niveaux d'abondance étant élevés tant pour les poissons plats que pour le tacaud et la crevette grise.

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.

____ 1982.- The seasonal growth in weight of plaice in the Southern North Sea.- Cons. int. Explor. Mer, C.M. 1982/G : 57.

____ 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 0 - 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.

HARDEN JONES (F.R.), 1980.- The migrations of plaice in relation to the environment.- Iclarm confé. Procced, Manila (Philippines), 1980, 5 : 383-396.

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

_____ 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 decapodlarvae 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 0-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 0-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.

VAN BEEK (F.), 1980.- Indice of recruitment from prerecruit survey on North Sea sole,- Cons. int. Explor. Mer, C.M. 1980/G : 44.

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.- 2ème 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.

ZIJLSTRA (J.J.), 1982.- Prédation of flat fishes larvae by *Pleurobrachia pileus* in coastal waters.- Cons. int. Explor. Mer, C.M. 1982/G : 16