

ISTPM 204
Obl

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES PÊCHES MARITIMES



ETUDE HALIEUTIQUE
DE PROJET DE SITE

FLAMANVILLE
(Manche)

RAPPORT SUR DEUX CYCLES ANNUELS

Iere PARTIE

ZOOPLANCTONOLOGIE HALIEUTIQUE

Volume I

FLAMANVILLE
ETUDE HALIEUTIQUE DE PROJET DE SITE

RAPPORT DE FIN D'ETUDE
DE DEUX CYCLES ANNUELS SUCCESSIFS

Iere PARTIE
ZOOPLANCTONOLOGIE HALIEUTIQUE
(2 Volumes)

Etudes et rapports réalisés par :

J. MARTIN
D. HALGAND
D. WOEHRLING

avec la collaboration

- . des autres membres du laboratoire, J.L. BIGOT, J.J. JOFFRAUD, B. GUIRAUD, V. LABORDE, J.L. LABORDE, J.C. POULARD, C. ROUXEL
- . du Centre de calcul de l'I.S.T.P.M. - Nantes : A. BATTAGLIA

Direction scientifique : A. VINCENT
assisté de : N. LACROIX

Dactylographie : R. EMONNET
D. LINYER
M. DEBREYER

(Avril 1981)
Décembre 1982

AVERTISSEMENT

Les études d'écologie halieutique exécutées à la demande d'Electricité de France par l'Institut des Pêches maritimes sur le site de Flamanville, en Normandie occidentale, d'abord sélectionné puis retenu au vu du dossier d'Avant-Projet, comportent deux parties, pour l'Avant-Projet comme ensuite pour l'Etude de Projet établissant l'état initial sur le site et objet du présent rapport de synthèse.

La Ière Partie traite de zooplanctonologie halieutique. En premier lieu sont prises en compte les principales espèces constituant les ressources vivantes exploitables, observées là aux premières étapes de leur vie, dans l'oeuf ou aux différents stades larvaires précédant l'état juvénile. Il est également porté intérêt à certains groupes formant l'essentiel de l'alimentation de ces larves. L'ensemble de ces observations établit l'état des populations zooplanctoniques d'intérêt halieutique antérieurement au fonctionnement de la centrale.

La IIème Partie est consacrée, d'une part au relevé et à l'analyse des activités de la pêche professionnelle dans les dernières années, d'autre part à la biologie des juvéniles et adultes des différentes espèces exploitables dont la reproduction et le début ou la totalité de la croissance ont lieu à proximité du site. En outre il est utile de porter attention, également dans cette partie, à certaines espèces entrant pour une large part dans l'alimentation des espèces exploitables. Cela amène à considérer pour toutes ces espèces leurs rapports avec le milieu et leurs habitudes (écologie et éthologie), et en particulier, pour certaines, de bonne valeur commerciale, leur dispersion à partir des nourriceries vers les secteurs de recrutement à la pêche (mise en oeuvre de marquages).

Ces deux parties sont habituellement ordonnées ainsi, afin de suivre les espèces de l'oeuf à l'adulte. Toutefois les méthodologies utilisées étant différentes pour l'une et l'autre partie de l'étude, selon les circonstances entourant les observations et prélèvements, les dépouillements et les traitements, elles peuvent ne pas être terminées simultanément. C'est le cas pour le présent rapport dont les deux parties se trouvent livrées séparément et en ordre inversé. La deuxième partie est parue en janvier 1981 sous le titre "IIème Partie. Biologie halieutique".

Enfin l'exposé des travaux et des résultats est présenté normalement pour chaque partie de rapport en deux volumes afin de permettre au lecteur de suivre sur les illustrations avec la meilleure commodité les commentaires s'y rapportant ; le premier volume comporte en effet le texte et des tableaux de synthèse ainsi que la bibliographie, tandis que le second est constitué par les figures et les données brutes en annexes.

FLAMANVILLE
ETUDE HALIEUTIQUE DE PROJET DE SITE

RAPPORT DE FIN D'ETUDE
DE DEUX CYCLES ANNUELS SUCCESSIFS

Iere PARTIE
(2 Volumes)

ZOOPLANCTONOLOGIE HALIEUTIQUE

VOLUME I

EXPOSE ET BIBLIOGRAPHIE

SOMMAIRE

INTRODUCTION	13
CHAPITRE I. - METHODOLOGIE	15
1. - Nature et fréquence des observations	17
2. - Trame des prélèvements	17
3. - Mesures hydrologiques	18
<i>Température</i>	18
<i>Salinité</i>	18
<i>Oxygène dissous</i>	19
<i>Sels nutritifs</i>	19
4. - Echantillonnage du zooplancton	19
<i>Description de l'échantillonneur</i>	19
<i>Méthode d'échantillonnage</i>	20
<i>Conservation des échantillons</i>	20
5. - Dépouillement des échantillons	21
<i>Comptage des organismes</i>	22
<i>Identification des organismes</i>	22
<i>Identification du stade des larves de décapodes</i>	23
<i>Identification du stade des oeufs de poissons</i>	23
<i>Mesure des larves de poissons</i>	23
<i>Transformation des données et présentation des résultats</i>	23
CHAPITRE II. - PARAMETRES HYDROLOGIQUES	25
1. - Température	27
2. - Salinité	28
3. - Densité relative	28
4. - Oxygène dissous	29
5. - Sels nutritifs	30
<i>L'azote</i>	30
<i>Le phosphore</i>	30

POISSONS D'INTERET COMMERCIAL REDUIT OU NUL	102
Bélonidés	103
Syngnathidés	103
Gadidés	103
Ammodytidés	105
Trachinidés	106
Gobiidés	107
Callionymidés	107
Blennidés	108
Cottidés	108
Liparidés	109
Gobiesocidés	109
POISSONS PLATS	109
Scophthalmidés	109
Bothidés	110
Pleuronectidés	110
Soléidés	111
CONCLUSION	115
PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES	117
ZOOPLANCTON	118
1. - Larves de décapodes	118
2. - Ichthyoplancton	119
BIBLIOGRAPHIE	121

INTRODUCTION

Le choix de Flamanville comme site d'implantation d'une centrale électronucléaire a conduit l'ISTPM à réaliser une "étude de Projet" des ressources halieutiques du secteur d'avril 1977 à septembre 1979. Un rapport de premier cycle de travaux a été déposé en décembre 1978. Le présent document constitue le rapport final de cette étude.

Le site retenu est situé sur la côte ouest du Cotentin à une vingtaine de kilomètres au sud du cap de la Hague et face aux îles anglo-normandes (fig. 1). Il s'étend sur la moitié nord du cap de Flamanville, massif granitique s'avancant dans la mer entre les plages de Siouville au nord et de Sciotot et Surtainville au sud.

La variété des substrats, ajoutée à la situation en Manche occidentale, confère une certaine diversité à la faune d'intérêt halieutique ou trophique.

Le secteur est soumis à des courants intenses (mouvements de va-et-vient approximativement est-ouest et mouvements de rotation) qui entraînent un brassage important des masses d'eau.

L'étude écologique de zooplanctonologie halieutique réalisée par l'ISTPM a été abordée selon deux voies d'approche :

- . étude de paramètres hydrologiques,
- . étude de peuplements zooplanctoniques en liaison avec la biologie des ressources halieutiques ; oeufs et larves planctoniques d'espèces exploitables (poissons et crustacés principalement) et secondairement les principaux groupes trophiques.

Cette analyse descriptive doit permettre d'une part d'établir un état écologique de référence, d'autre part d'apprécier ou de prévoir, compte tenu des résultats des études expérimentales, l'impact éventuel des centrales sur le milieu et plus particulièrement sur les ressources vivantes.

CHAPITRE I

MÉTHODOLOGIE

1. - Nature et fréquence des observations

Les observations effectuées sur le site comprennent des pêches de zooplancton auxquelles sont associés des relevés hydrologiques ; ces opérations ont lieu à bord d'un chalutier artisanal (1).

La première mission sur le site s'est déroulée le 4 avril 1977. Les sorties ont eu lieu en principe tous les quinze jours environ, notamment au printemps et en été, de façon à mieux cerner l'apparition des larves de crustacés et de certains oeufs et/ou larves de poisson, ainsi que leur pic d'abondance. Lorsque cette périodicité bimensuelle a été respectée, une mission "légère" d'un ou deux points de prélèvement a été effectuée entre deux "lourdes" comprenant 4 à 6 points.

Les dates des campagnes sont données dans le tableau 1 ; il y a eu 28 campagnes lourdes et 13 légères, soit 41 au total.

2. - Trame des prélèvements

La trame spatio-temporelle des mesures est commune à l'échantillonnage du zooplancton et aux relevés hydrologiques. Directement héritée de la méthodologie mise au point sur les sites étudiés précédemment, elle tient compte du déplacement des masses d'eau avec les courants de marée.

Pour le premier cycle d'observations, la trame est commune à l'ISTPM et au CNEOX. Elle comporte 4 points dont 3 sont situés sur une radiale au droit du futur rejet (respectivement à 1,2 et 3 milles environ de la côte) et le quatrième au sud (fig. 2). Les trois points de la radiale font l'objet d'un prélèvement à la renverse de courant (le plus souvent renverse de flot, trois heures après la pleine mer), ces derniers étant grossièrement parallèles à la côte (MALHERBE et MANOHA, 1977). Le point 2 est prélevé de surcroît à mi-courant pour apprécier l'ampleur de la variabilité dans les données, variabilité due au remplacement des masses d'eau en un point donné ; toutefois, ces prélèvements n'ont pas encore été examinés. Le point 4 est prélevé à un moment quelconque.

(1) D'avril 1977 à janvier 1978, le "SOIZIC", de février à mai 1978, le "JEAN BERNARD PAUL" puis de juin 1978 à septembre 1979, le "CAP DE CARTERET" excepté pour les campagnes du 21 juillet et du 3 août effectuées à bord du "BARRACUDA" de Diélette ; les trois premiers bateaux sont de Carteret.

Au début du second cycle d'observations, nous avons ajouté d'une part un point de prélèvement plus côtier, le point 0 situé à 0,5 mille de la côte, afin de voir si l'abondance en larves de crustacés était plus forte et d'autre part le point 5, hors radiale, situé plus au nord (dans une zone sableuse, comme le point 4) afin de voir si l'absence d'oeufs de sole, sur la radiale, était liée au substrat (fig. 3). En revanche, nous n'avons pas continué d'effectuer le replicat du point 2. Le point 0 est prélevé, comme les autres points de la radiale, au moment de la renverse de flot, le point 5, comme le point 4, à un moment quelconque.

3. - Mesures hydrologiques

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

Les échantillons d'eau ont été prélevés au moyen de deux bouteilles à renversement TSURUMI de type Nansen, immergées simultanément, une pour chaque niveau.

Température

Le relevé est fait à l'aide de thermomètres à renversement YOSHINO fixés sur les bouteilles. Ils sont laissés cinq minutes dans l'eau pour la stabilisation des températures ; leur lecture est faite à la loupe (RICHTER et WIESE), la précision atteinte est de 10^{-2}°C .

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

Salinité

Elle est mesurée par conductimétrie au salinomètre à induction 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 WINKLER. 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 éditées par l'UNESCO (CARPENTER, 1973).

Sels nutritifs

Deux sels minéraux sont mesurés : la somme nitrates + nitrites et les phosphates. Les échantillons d'eau de mer sont dosés à l'Autoanalyser II Technicon. Les résultats sont exprimés en micromole d'azote (pour la somme nitrates + nitrites) et de phosphore (pour les phosphates) par dm^3 d'eau de mer.

4. - Echantillonnage du zooplancton

Depuis le début de l'étude de Projet, l'appareil utilisé pour les pêches de plancton est un échantillonneur de type Bongo grand modèle spécialement conçu pour l'échantillonnage de l'ichthyoplancton (1). Ses caractéristiques et ses performances ont été notamment décrites par SHERMAN et HONEY (1971), SMITH (1974), SCHNACK (1974), ALDEBERT (1975), ARBAULT et LACROIX (1975).

D'autres échantillonneurs ont parfois été utilisés afin de comparer leurs récoltes à celle du Bongo grand modèle. Ainsi, au cours de la mission 12, des traicts supplémentaires ont été effectués avec le "petit Bongo" (de maillage 200 et 315 microns) et le "Miller net" (de maillage 200 microns) ; de même au cours des missions 40 et 41 le "WP 3" a été trainé simultanément avec le Bongo grand modèle de façon à voir si son ouverture plus grande et son maillage supérieur (1 000 microns) permettaient de mieux échantillonner les larves de homard.

Description de l'échantillonneur

L'échantillonneur Bongo grand modèle utilisé pour les études de sites comporte deux filets de maillages 315 et 505 microns (ou deux filets de 505 microns) montés sur une même armature et pêchant simultanément. Chaque filet a un diamètre d'ouverture de 61 cm, mesure 3 m de longueur et présente une partie cylindrique à l'avant du cône de filtration terminal. A chaque embouchure, ainsi qu'à l'extérieur

(1) L'étude d'Avant-Projet avait été réalisée avec le Bongo "petit modèle" (diamètre : 20 cm).

Oxygène dissous

Son dosage est réalisé selon la méthode de WINKLER. 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 éditées par l'UNESCO (CARPENTER, 1973).

Sels nutritifs

Deux sels minéraux sont mesurés : la somme nitrates + nitrites et les phosphates. Les échantillons d'eau de mer sont dosés à l'Autoanalyser II Technicon. Les résultats sont exprimés en micromole d'azote (pour la somme nitrates + nitrites) et de phosphore (pour les phosphates) par dm^3 d'eau de mer.

4. - Echantillonnage du zooplancton

Depuis le début de l'étude de Projet, l'appareil utilisé pour les pêches de plancton est un échantillonneur de type Bongo grand modèle spécialement conçu pour l'échantillonnage de l'ichthyoplancton (1). Ses caractéristiques et ses performances ont été notamment décrites par SHERMAN et HONEY (1971), SMITH (1974), SCHNACK (1974), ALDEBERT (1975), ARBAULT et LACROIX (1975).

D'autres échantillonneurs ont parfois été utilisés afin de comparer leurs récoltes à celle du Bongo grand modèle. Ainsi, au cours de la mission 12, des traicts supplémentaires ont été effectués avec le "petit Bongo" (de maillage 200 et 315 microns) et le "Miller net" (de maillage 200 microns) ; de même au cours des missions 40 et 41 le "WP 3" a été trainé simultanément avec le Bongo grand modèle de façon à voir si son ouverture plus grande et son maillage supérieur (1 000 microns) permettaient de mieux échantillonner les larves de homard.

Description de l'échantillonneur

L'échantillonneur Bongo grand modèle utilisé pour les études de sites comporte deux filets de maillages 315 et 505 microns (ou deux filets de 505 microns) montés sur une même armature et pêchant simultanément. Chaque filet a un diamètre d'ouverture de 61 cm, mesure 3 m de longueur et présente une partie cylindrique à l'avant du cône de filtration terminal. A chaque embouchure, ainsi qu'à l'extérieur

(1) L'étude d'Avant-Projet avait été réalisée avec le Bongo "petit modèle" (diamètre : 20 cm).

du couple de filets, est fixé un volucompteur (2030 "Digital Flowmeter" 10 à 500 cm.s⁻¹ de General Oceanics) permettant le calcul des volumes filtrés. Un dépresseur en V de 40 kg environ assure la plongée et la stabilité de l'engin en pêche. Chaque filet se termine par un collecteur à oreilles où les organismes se rassemblent dans un volume d'environ 2 litres empêchant leur détérioration.

Méthode d'échantillonnage

La méthodologie d'échantillonnage du Bongo s'inspire en grande partie du manuel de standardisation des méthodes (JOSSI et Coll., 1975) édité par le service des pêches des Etats-Unis ; toutefois, certaines caractéristiques techniques et modalités d'utilisation ont été adaptées aux études de sites qui s'effectuent dans des eaux côtières peu profondes (HERAL et Coll., 1976).

La pêche se fait en traict oblique depuis le voisinage du fond jusqu'en surface. Des paliers sont réalisés à différentes profondeurs (dont un palier en sub-surface) afin d'allonger la durée de la pêche pour filtrer un volume suffisant ; celle-ci dure de 5 à 20 minutes selon le risque de colmatage. La distance parcourue est ainsi de plusieurs centaines de mètres à chaque traict. La vitesse de traîne est de 1,5 à 2,5 noeuds (70 à 135 cm.s⁻¹), le plus souvent 2 noeuds. On procède à un traict par station. La récolte de chacun des filets constitue un échantillon distinct.

Conservation des échantillons

Les premiers échantillons ont été fixés par addition d'une solution de formol (solution aqueuse de formaldéhyde à 36,5 % en poids) de façon à obtenir une dilution de 3 à 5 % en volume ; une solution tampon de Borax (tétraborate de sodium, 10 H₂O) est ajoutée à raison de 20 ml par litre pour prévenir l'acidification du liquide conservateur (JOSSI et Coll., 1975 ; STEEDMAN, 1974).

A partir du mois d'octobre 1977, le Borax a été remplacé par un mélange d'antioxydants et de stabilisants afin d'obtenir une meilleure conservation des pigments des larves et permettant ainsi une identification plus sûre et plus rapide, notamment des larves de décapodes (MASTAIL et BATTAGLIA, 1978 ; BIGOT, 1979).

5. - Dépouillement des échantillons

Au cours des quatre premières missions, nous avons dépouillé les échantillons provenant des filets 315 et 505 microns. Le 315 microns permettait de prendre en compte des petits organismes ayant tendance à être extrudés du 505 microns ; ceux-ci figurent dans le tableau ci-après déjà donné dans le rapport premier cycle.

Filet de 315 microns	Filet de 505 microns
Petits organismes présentant une tendance à l'extrusion	Gros organismes (méso- et macroplancton)
copépodes de taille moyenne (type <i>Temora longicornis</i>) larves de cirripèdes oeufs d'anchois appendiculaires	cnidaires cténaïres chaetognathes larves d'annélides copépodes de grande taille (type <i>Calanus sp.</i>) mysidacés cumacés amphipodes isopodes euphausiacés larves de décapodes oeufs et larves de poissons (sauf oeufs d'anchois)
Terminologie du classement par taille :	
ultraplancton : jusqu'à 5 microns nanoplancton : de 5 à 50 microns microplancton : de 50 microns à 1 mm	mésoplancton : de 1 mm à 5 mm macroplancton : supérieur à 5 mm

Ensuite, nous avons abandonné l'étude systématique du prélèvement provenant du filet de maillage 315 microns, considérant que les petits organismes capturés (copépodes de taille moyenne, larves de cirripèdes, appendiculaires) étaient mieux échantillonnés par l'équipe du CNEOX qui utilise des filets de maillage inférieur (200 et 80 μ). Le prélèvement 315 microns a cependant été examiné pendant la période de ponte de l'anchois.

Le tableau 1 indique les prélèvements qui ont été dépouillés de façon complète ou seulement partielle (oeufs d'anchois, larves de homard).

Comptage des organismes

La quantité des planctons recueillis à chaque prélèvement nous oblige à opérer sur des sous-échantillons. La récolte de chaque filet est fractionnée à l'aide de la cuve de MOTODA qui permet d'en réaliser des bipartitions successives. Les taxons sont dénombrés à partir des fractions aliquotes de l'échantillon initial ainsi obtenues, et d'autant plus petites que les organismes sont plus abondants (le niveau de fractionnement est estimé rapidement au départ, suivant l'abondance des organismes que l'on veut dénombrer).

D'après FRONTIER (1972), le comptage est jugé satisfaisant si la fraction examinée contient environ une centaine d'individus (l'erreur dont sera affecté le résultat -densité des organismes- est jugée petite devant l'erreur introduite par l'échantillonnage lui-même). D'autres auteurs montrent cependant que le sous-échantillonnage introduit une erreur qui s'ajoute à celle faite au cours de l'échantillonnage sur le terrain (HORWOOD et DRIVER, 1976 ; STEEDMAN, 1974 ; CHARDY et LAUREC, 1979). Il faut donc éviter de choisir des fractions trop petites.

En pratique, nous avons été amenés à fractionner jusqu'au 1/512 pour quelques organismes particulièrement abondants comme les larves de Porcellanidés en été ; en revanche, les organismes peu abondants (l'ichthyoplancton, les mysidacés, certaines larves et les stades post-métamorphose de décapodes) ont été triés au minimum sur le 1/32 et la plupart du temps sur le 1/4, le 1/2 et même parfois la totalité de l'échantillon ; cependant pour les taxons peu abondants et présentant moins d'intérêt le comptage a généralement été arrêté au 1/8, quel que soit le nombre trouvé sur cette fraction.

Identification des organismes

Nous essayons autant que possible d'identifier les organismes jusqu'au niveau de l'espèce (1) ; c'est particulièrement le cas pour les groupes où l'on ren-

(1) C'est l'espèce qui constitue, ainsi que le rappellent beaucoup d'auteurs dont LAUREC et CHARDY (1977), l'unité écologique de base, quels que soient les découpages que l'on adopte dans la classification des êtres vivants d'une biocénose ; chaque espèce présente un répertoire unique d'interactions avec l'écosystème (niche écologique). D'autre part, les informations bibliographiques dont on dispose pour l'interprétation des données sont souvent relatives à des travaux portant sur des espèces et non des groupes d'espèces.

contre des oeufs et larves d'espèces exploitables (ichthyoplancton et larves de crustacés décapodes) quelquefois difficiles à distinguer des espèces non commerciales ; par exemple le tourteau *Cancer pagurus* et l'étrille *Macropipus puber* ont une morphologie très proche d'*Atelecyclus rotundatus* (BIGOT, 1979).

Identification du stade des larves de décapodes

L'identification systématique des stades de larves de décapodes a seulement été entreprise au début du second cycle d'observations (avril 1978), en vue de cerner les périodes et aires d'éclosions des différentes espèces. Dans cette optique seuls les résultats concernant les stades 1 sont donnés et interprétés dans ce rapport.

Identification du stade des oeufs de poissons

L'identification du stade des oeufs de poissons est destinée à préciser, pour les oeufs à développement court, la localisation des géniteurs en période de ponte.

Nous avons distingué deux "grands" stades dans l'embryogénèse, le premier allant de la fécondation à l'apparition de l'axe embryonnaire et le second de l'embryon à l'éclosion. Ces deux stades regroupent respectivement les stades 1-4 et 5-8 de MANSUETY et HARDY, cités par JOSSI et Coll., 1975 (fig. 4) ; ils permettent une observation rapide et la plupart du temps suffisante pour nos besoins.

Mesures des larves de poissons

Les larves de poissons d'intérêt économique sont mesurées afin de suivre l'évolution et la succession des pontes dans le temps.

Transformation des données et présentation des résultats

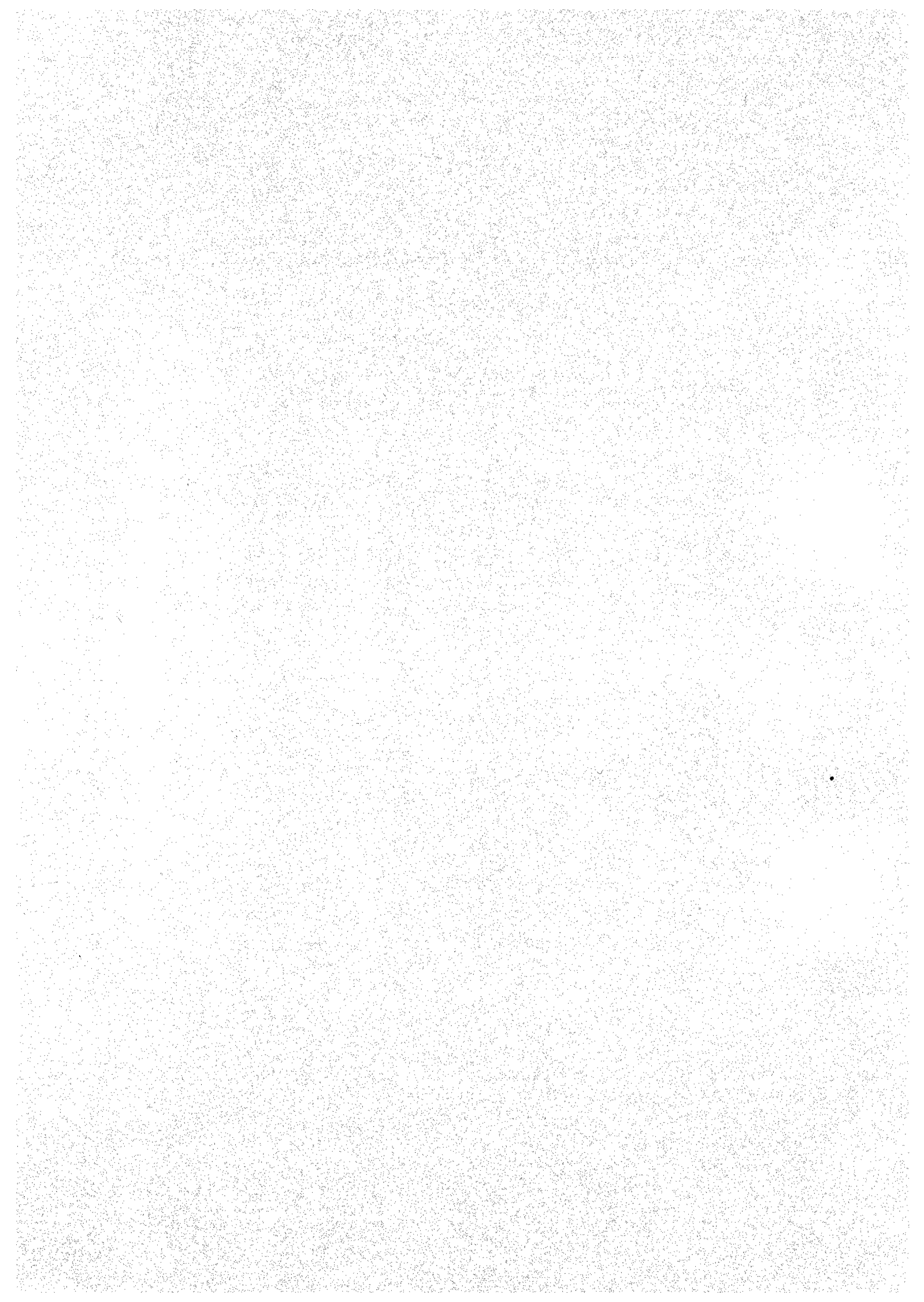
Les effectifs comptés sont ramenés à l'échantillon total, puis à l'unité de volume filtré (10 m^3) ; pour le tracé des figures correspondant aux espèces très abondantes (ou appartenant à la même famille que des espèces très abondantes) nous avons appliqué la transformation $\log(x + 1)$ où x représente l'abondance des organismes en nombre par 10 m^3 d'eau filtrée.

En raison de l'absence presque générale de gradient, ce qui est probablement dû au brassage important des eaux dans la région de Flamanville, nous avons choisi de représenter les variations de la densité de chaque taxon par une courbe moyenne, chaque point de prélèvement figurant cependant avec un symbole particulier sur la même figure.

A chaque fois que l'on parlera de densité dans le texte il s'agira de densité moyenne, excepté lorsque nous préciserons le point de prélèvement.

CHAPITRE II

PARAMETRES HYDROLOGIQUES



1. - Température

Les caractères hydrologiques de la Manche apparaissent clairement sur les cartes mensuelles des températures moyennes de surface établies par LUMBY (1935). On remarque en particulier que la variation thermique annuelle s'accroît de l'ouest vers l'est et du large vers la côte.

Au cours de cette étude, les températures varient entre les valeurs minimales de 7,5°C (février 1977, valeur CNEOXO ; mars 1978 et 1979) et maximales de 16,5°C (septembre 1977, 1978, 1979). L'amplitude thermique annuelle de l'ordre de 9°C est à peu près stable d'une année sur l'autre (fig. 5a).

Les gradients thermiques horizontaux et verticaux observés suivent les schémas classiques des réchauffements estivaux et des refroidissements hivernaux des eaux de la Manche. Mais ils sont moins intenses à Flamanville que sur les sites du Pays de Caux (Paluel, Penly) et du sud de la Mer du Nord (Gravelines).

Les variations horizontales sont de l'ordre de quelques dixièmes de degré seulement. Les eaux côtières ont des températures légèrement plus élevées que celles du large au printemps et en été et au contraire légèrement plus faibles lors du refroidissement hivernal, en octobre ou novembre suivant les années.

La faiblesse des gradients surface-fond montre l'absence de thermocline saisonnière et témoigne de l'importance du brassage continu dû aux courants de marée dans cette zone côtière de faible profondeur.

La figure 5b montre les variations saisonnières de la température moyenne surface-fond mesurée au point 1 au cours des trois années d'études. Les cycles annuels sont dans l'ensemble assez reproductibles.

Les fluctuations pluriannuelles les plus importantes sont observées à la fin de l'hiver et au cours de la période printanière. On observe des écarts de 1° à 1°7 entre 1977 et 1979 pour une époque donnée.

2. - Salinité

Les courbes isohalines moyennes annuelles de surface tracées par LUMBY (1935) caractérisent assez bien les différentes régions de la Manche. On observe en particulier une diminution de la salinité de l'ouest vers l'est et du large vers la côte.

La salinité est en moyenne plus élevée que sur les sites de Paluel et Gravelines. Elle varie entre 34,5 et 35,10 ‰. Les moyennes calculées sont de 34,75 ‰ en 1977, 34,73 ‰ en 1978 et 34,92 ‰ en 1979. Les minimums sont observés en été, les maximums en hiver (fig. 6a).

Les fluctuations de la salinité à Flamanville sont peu importantes, les précipitations ainsi que les arrivées d'eau continentale semblent avoir assez peu d'influence sur la salinité, car il n'existe pas d'écart significatif entre les salinités des stations côtières et celles du large et le gradient surface-fond est pratiquement inexistant.

La figure 6b montre pour chaque année les variations saisonnières de la salinité (moyenne surface-fond) au point 1. Les cycles annuels sont assez bien reproductibles ; la valeur de la salinité observée au point 1 en mai 1977 semble erronée, les autres valeurs au cours de cette mission avoisinant 35 ‰. Les salinités observées en 1979 sont légèrement supérieures à celles de 1977 et 1978.

3. - Densité relative

La densité, calculée à partir de la température et de la salinité, est minimale à la fin de l'été (de l'ordre de 25,5) et croît régulièrement jusqu'au printemps pour atteindre 27,3 (fig. 7a).

Au cours de cette étude, les variations de la densité de l'eau du point 1 sont assez bien reproductibles (fig. 7b).

4. - Oxygène dissous

La quantité d'oxygène dissous dans l'eau résulte de plusieurs facteurs : il y a production d'oxygène par photosynthèse assurée par le phytoplancton et consommation par respiration (tant celle des plantes que celle des animaux) et par oxydation de la matière organique. A cette production et à cette consommation viennent s'ajouter les échanges avec l'atmosphère qui peuvent se faire vers l'air ou vers la mer selon que l'eau est sur-saturée ou sous-saturée. La vitesse d'échange dépend de l'intensité du brassage vertical et de l'état de la mer (les échanges étant plus rapides par mer agitée que mer d'"huile").

A Flamanville, la quantité d'oxygène dissous qui dépend essentiellement de la température, varie entre 4,5 et 8,5 $\text{cm}^3 \cdot \text{dm}^{-3}$ (fig. 8a).

Le taux de saturation qui est le rapport (en %) entre l'oxygène effectivement dissous et l'oxygène soluble à saturation, est une grandeur qui varie relativement peu dans des eaux peu profondes, amplement brassées et bien agitées, puisqu'il y a échange permanent avec l'atmosphère.

Les variations observées (fig. 9a) sont dues essentiellement à une différence de cinétique entre deux phénomènes : la photosynthèse (ou consommation) et les échanges avec l'atmosphère. Au cours de cette étude l'oxygène dissous présente un taux de saturation souvent supérieur à 100 %.

Les maximums observés, de l'ordre de 125 % correspondent aux minimums en nitrates, donc à des poussées phytoplanctoniques importantes.

Le déficit en oxygène observé en avril 1977 doit correspondre à une oxydation importante de la matière organique (maximum de nitrate : $8 \mu \text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$, grande turbidité: 18 mg/l de matières en suspension d'après les données CNEXO).

Les figures 8b et 9b montrent les variations saisonnières en oxygène dissous et en % de saturation du point 1 au cours des trois cycles annuels. Ces courbes montrent des fluctuations pluriannuelles relativement importantes. Il est à noter que le taux de saturation est très souvent supérieur à 100 % et présente un maximum en mai-juin.

5. - Sels nutritifs

D'après IVANOFF (1972), les éléments les plus susceptibles d'être en quantité insuffisante dans les océans et qui risquent ainsi de limiter la production de matière vivante, sont l'azote, le phosphore et le silicium. Ces éléments nutritifs ont des concentrations essentiellement variables dans le temps et dans l'espace à cause même de leur rôle biologique.

L'azote

L'azote se trouve dans l'eau de mer sous forme de divers composés organiques en solution ou en suspension, à l'état de gaz dissous et sous forme d'ions ammonium NH_4^+ , nitrite NO_2^- et nitrate NO_3^- . Dans l'eau de mer, l'azote inorganique se trouve essentiellement à l'état de gaz N_2 dissous, mais sous cette forme son rôle biologique est restreint. Il existe cependant des bactéries et des algues bleues capables de fixer l'azote gazeux. Une fraction de l'azote minéral en solution sous forme NH_4^+ est assimilée par les plantes, l'autre est régénérée sous forme de nitrite NO_2^- et nitrate NO_3^- sous l'action des bactéries nitrifiantes.

Le phosphore

Le phosphore est présent dans l'eau de mer sous forme de divers composés organiques en suspension ou en solution, sous forme inorganique insoluble et sous forme de phosphates inorganiques solubles (H_2PO_4^- et surtout HPO_4^{2-} au pH de l'eau de mer).

Les variations des concentrations des nitrates + nitrites et des phosphates (fig. 10a et 11a) présentent une allure similaire classique avec un minimum à la fin du printemps et un maximum en hiver.

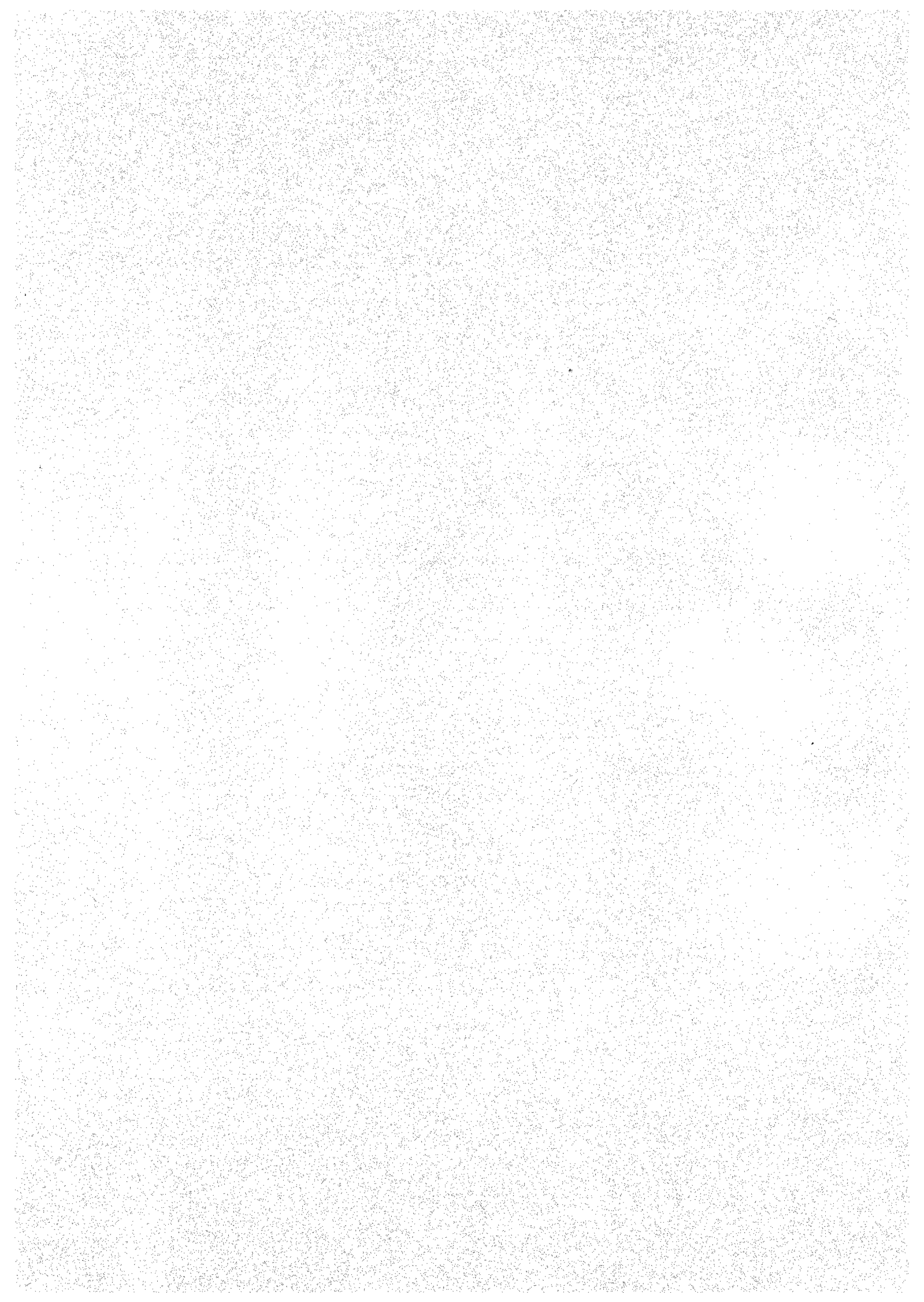
Les maximums observés sont de $8,9 \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ pour les nitrates + nitrites et de $1,0 \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$ pour les phosphates ; les concentrations de ces sels nutritifs sont beaucoup plus faibles que celles observées à Paluel et Gravelines (respectivement 30 et $3 \mu\text{mol} \cdot \text{dm}^{-3}$).

Les différences de concentration entre la surface et le voisinage du fond sont relativement plus importantes que pour les autres paramètres hydrologiques. Les concentrations du fond en nitrates et phosphates sont souvent supérieures à celles mesurées en surface. Cela tient essentiellement à ce que la minéralisation bactérienne est plus importante au voisinage du fond, ainsi que les échanges eau-sédiment.

Les figures 10b et 11b montrent les variations de concentrations en nitrates + nitrites et phosphates du point 1 au cours des trois cycles annuels. On observe bien les maximums d'hiver et les minimums de juin.

CHAPITRE III

-ZOOPLANCTON



Le zooplancton est constitué d'organismes hétérotrophes qui se nourrissent par absorption de particules vivantes ou non ; il est représenté par la plupart des animaux marins que ce soit au titre de l'holoplancton ou du méroplancton et constitue l'élément essentiel des écosystèmes marins benthiques et pélagiques.

Dans l'étude du zooplancton du site de Flamanville, l'accent est mis particulièrement sur les groupes méroplanctoniques halieutiques : oeufs et larves de poissons d'intérêt économique et surtout larves de crustacés commerciaux. Nous avons également considéré dans nos comptages un certain nombre d'organismes méroplanctoniques (notamment dans le groupe des décapodes) en raison, soit de leur morphologie larvaire proche des espèces commerciales, soit de leur rôle trophique important ; certains organismes holoplanctoniques ont également été identifiés, il s'agit des phytophages plus ou moins stricts (copépodes surtout responsables de l'essentiel de la productivité secondaire pélagique), saprophages et prédateurs (chaetognathes, cnidaires et cténaïres) qui sont en même temps des compétiteurs vis-à-vis des larves d'espèces commerciales.

Les densités des différents taxons inventoriés sont consignés dans les tableaux présentés dans le volume II.

A. - HOLOPLANCTON

Les espèces holoplanctoniques constituent le "plancton permanent" et plus précisément, accomplissent l'intégralité de leur cycle biologique au sein du plancton.

De l'ensemble des espèces holoplanctoniques, nous ne récoltons généralement que les derniers stades larvaires ou uniquement la phase adulte en raison de la sélectivité des maillages que nous avons choisis d'utiliser pour le type d'étude que nous effectuons (1). Les densités observées sont donc, pour une espèce donnée, minorées d'une quantité variable selon la saison en fonction de la proportion de jeunes stades dans le plancton. Les cycles annuels obtenus correspondent, pour la plupart des taxons holoplanctoniques retenus, à la variation d'abondance des adultes.

La composition de ce compartiment permet de discuter de certains aspects de la valeur biologique du site du point de vue des ressources halieutiques : richesse trophique potentielle pour les larves de poissons et crustacés commerciaux, pression de prédation.

(1) Rappelons que le CNEOX réalise de son côté une étude zooplanctonique complémentaire de la nôtre en utilisant des maillages plus petits.

Nous examinerons successivement les groupes suivants :

cténaïres,
chaetognathes,
copépodes de grande taille,
stomatopodes,
mysidacés,
cumacés,
amphipodes,
isopodes,
euphausiacés.

Pour les groupes non mentionnés mais qui font l'objet d'un comptage le lecteur pourra se reporter aux tableaux.

CTENAÏRES

Ces gros organismes holoplanctoniques (de l'ordre du centimètre) sont représentés à Flamanville par deux espèces : l'une tentaculée (*Pleurobrachia pileus* Müller) observée surtout au printemps, l'autre "nue" (*Beroe cucumis* Fabricius) apparaissant en été.

Ces grands prédateurs du printemps et d'été sont également des compétiteurs importants pour les autres carnivores (comme les larves de poissons). Leur nourriture se compose essentiellement d'éléments planctoniques, petits pour le genre *Pleurobrachia* (copépodes, larves de crustacés, oeufs de poissons), plus gros pour *Beroe* sp. (larves de poissons par exemple) (TREGOUBOFF et ROSE, 1957).

Les cténaïres sont très mal dénombrés dans nos échantillons car ils sont souvent présents sous forme de débris ; d'autre part nos comptages portent essentiellement sur les formes adultes récoltées.

Les densités maximales, obtenues au cours du mois de juin, sont de l'ordre de 10 à 40 par 10 m³ suivant les années (fig. 12). Ces densités sont relativement faibles un effectif maximum d'environ 300 par 10 m³ étant observé sur le site de Gravelines en 1977.

CHAETOGNATHES

Ces organismes typiquement marins et planctoniques ont une répartition pratiquement mondiale. En Manche, les espèces les plus communes sont *Sagitta setosa* qui caractérise plus spécialement les eaux néritiques côtières et *Sagitta elegans* qui indique un mélange d'eau océanique et d'eau côtière d'une salinité égale ou supérieure à 35‰. Les eaux à *S. elegans* se trouvent actuellement à l'ouest de l'entrée de la Manche (BOUGIS, 1974).

Les chaetognathes sont des prédateurs très actifs, leurs proies sont très variées et il n'y aurait que peu de sélection qualitative lors de la prédation.

Ils sont rencontrés dans la presque totalité de nos pêches (fig. 12). Ils sont bien représentés dès la fin de l'été et en hiver. Les densités maximales de l'ordre de 50 par 10 m³ en moyenne, sont plus faibles que celles observées à Penly (environ 300 par 10 m³) et Gravelines (150 par 10 m³).

Présents en automne et en hiver, les chaetognathes prennent le relais des cnidaires et cténaires, prédateurs de printemps et d'été, comme le montre la figure 12.

ARTHROPODES

CRUSTACES

Copépodes

Etant donné l'examen approfondi (densités, cycles reproducteurs, rythmes de générations) mené au CNEOX sur les copépodes de taille moyenne, leur étude à l'ISTPM n'a pas été poursuivie au-delà de la quatrième campagne. En revanche, étant donné les performances spécifiques déjà évoquées du filet Bongo, l'étude des copépodes de grande taille a été poursuivie, en raison notamment de leur rôle trophique important.

. *Calanus* sp., Leach

Le genre *Calanus* comporte notamment les deux espèces néritiques des zones tempérées froides, *C. helgolandicus* abondant en Manche et Mer du Nord (COLEBROOK et ROBINSON, 1963) et *C. finmarchicus* plus nordique et dont la distribution est "intermédiaire" entre le domaine océanique et le domaine néritique.

Ces calanidés forment souvent des essais considérables et servent de nourriture au hareng, au maquereau et à d'autres poissons. Il est à noter que *C. helgolandicus* semble éloigné des zones où la température est de l'ordre de 19 à 21°C (BEAUDOUIN, 1975).

A Flamanville, le genre *Calanus* sp. est récolté dans toutes nos pêches au cours de cette étude, avec des maximums de juin à septembre (660 par 10 m³ en août 1977, 1 480 par 10 m³ en juin 1978, 870 par 10 m³ en juin 1979) et des minimums en fin d'hiver (fig. 13). Les densités observées sont nettement supérieures à celles rencontrées sur les autres sites.

En général, les points les plus riches sont ceux les plus éloignés de la côte.

. *Anomalocera pattersoni*, Templeton

De large distribution géographique, ce calanidé de 3 à 4 mm est récolté de mai à octobre avec un effectif maximum en juillet 1978 d'environ 20 par 10 m³ au point 4 et en août 1979 de 5 par 10 m³ au point 3 (fig. 14).

. *Candacia armata*, Boeck

Candacia armata, forme atlantique typique, très fréquente en Manche à moyenne profondeur (SCOTT, 1911) est cité par tous les auteurs comme un indicateur du flux atlantique vers la Mer du Nord.

Il est présent dans de nombreux prélèvements, mais les effectifs observés sont relativement faibles (fig. 14) ; les densités maximales (de 1 à 3 par 10 m³) sont rencontrées à la fin du printemps et en été.

Monstrillidés

Ils sont surtout récoltés dans nos pêches estivales. La densité maximale observée est de 1,5 par 10 m³ au point côtier en août 1978 (fig. 14).

. *Euchaeta hebes*, Giesbrecht

Copépode des couches superficielles, donc pouvant être transporté sur de longues distances par les courants, il se trouve en Manche ouest toujours de préférence au large (SOUTHWARD, 1962) et indique une origine nettement océanique (BEAUDOUIN, 1975).

Cette espèce de 3 mm de taille a été observée à Flamanville pendant une période restreinte à la fin de l'automne 1977 (maximum en novembre) et de manière sporadique en 1978 et 1979 (fig. 14). Les effectifs de cette espèce sont toujours restés très faibles.

Stomatopodes

. *Squilla desmaresti* Risso

Présentes en août et septembre, les larves de cette espèce atteignent des densités de l'ordre de 1 larve par 10 m³ (fig. 15).

Mysidacés

Ces crustacés de taille relativement grande (plusieurs mm à quelques cm) qui effectuent des déplacements diurnes en essaims près du fond et des migrations verticales nocturnes, constituent une nourriture importante pour de nombreux poissons.

Ce groupe de crustacés est relativement rare sur le site de Flamanville. Les effectifs totaux ne dépassent jamais 10 ind./10 m³ tandis qu'à Paluel des densités de l'ordre de 300 à 400 par 10 m³ sont observées.

Parmi les taxons inventoriés sur le site, le plus abondant et le plus fréquent au cours de cette étude est *Gastrosaccus* sp. (*G. spinifer*, *G. sanctus*, *G. normani*). La densité maximale observée est de 7,7 par 10 m³ en août 1977 au point 4 qui se trouve sur une aire sableuse (fig. 16).

Les autres espèces (voir liste faunistique et tableaux de données) sont très peu abondantes sur le site. Leurs effectifs sont compris entre 0,5 et 1,5 ind. par 10 m³ (fig. 16). Sur le site de Flamanville, le groupe des mysidacés présente une diversité spécifique plus grande que sur les autres sites, néanmoins les effectifs restent faibles.

Cumacés

Présents dans toutes les mers, les cumacés sont benthopélagiques et sont plus fréquents sur les fonds sableux ou vaseux. Ces filtreurs de sédiments (phytophages et saprophages), de taille relativement grande (comparable à celle de *Calanus*) constituent une nourriture non négligeable pour certains poissons.

Beaucoup d'aspects de la biologie des cumacés (modalités de la reproduction, croissance et longévité de la grande majorité des espèces) sont pratiquement inconnus. Chez les grandes espèces, les femelles vivraient plusieurs années et accompliraient une ponte par an ; les mâles ne vivraient qu'un an. Chez les autres espèces (la majorité des espèces benthopélagiques) on pense que les femelles comme les mâles ne vivent qu'une seule année.

Observés dans de nombreux prélèvements (fig. 17), leurs effectifs sont faibles (maximum de 2 par 10 m³ en août 1978).

Amphipodes et Isopodes

Crustacés essentiellement benthiques, les amphipodes effectuent des montées nocturnes parfois massives vers la surface (FAGE, 1933). Certains sont adaptés à la vie pélagique et appartiennent au sous-ordre des Hypériens comprenant 12 familles.

De part leur éthologie, les amphipodes et isopodes constituent une partie importante de la nourriture des juvéniles de poissons plats aux stades benthiques (après la métamorphose).

Les amphipodes sont rencontrés dans la presque totalité de nos échantillons (fig. 17). Les maximums sont observés en été (10 par 10 m³ en juillet 1977 ; 40 par 10 m³ en août 1978). Leurs effectifs sont plus importants que ceux observés à Paluel (3 à 4 par 10 m³) et Gravelines (1 à 2 par 10 m³). La reproduction a lieu généralement en été. D'après différents auteurs, il peut y avoir plusieurs pontes successives chez un même individu au cours d'une saison.

Les isopodes, crustacés franchement benthiques sauf en période de forte agitation des eaux, sont présents dans nos pêches planctoniques (fig. 17). Leurs effectifs sont faibles (maximum de 1,5 par 10 m³ au point côtier en mai 1978).

Euphausiacés

Qu'ils soient détritiphages et phytophages ou zoophages, les euphausiacés ont un rôle trophique très important pour les prédateurs zooplanctoniques (chaetognathes, syphonophores, cténaires, céphalopodes, larves de crustacés et de poissons) et les poissons (thunidés, scombridés, carangidés, gadidés).

La plupart de ces crustacés sont cantonnés dans le domaine océanique, seule l'espèce *Nyctiphanes couchii* est à tendance néritique. Dans le plancton

de Flamanville sont observés essentiellement les derniers stades larvaires ("Calyptopis", "Furcilia", "postlarve") et quelques adultes. Il est à noter que les larves les plus jeunes se trouvent dans l'hyponeuston, tandis que les plus âgées et les adultes sont situés dans des couches plus profondes.

Dans les eaux de Plymouth, selon LEBOUR (1925) la ponte serait continue tout au long de l'année avec cependant un maximum printanier. A Flamanville les larves de *Nyctiphanes couchii* sont présentes dans la presque totalité de nos prélèvements et le maximum observé est de 176 larves par 10 m³ au point 4 en août 1977 (fig. 18) ; c'est au cours de cette mission qu'ont été récoltés des adultes. En 1978 et 1979 la moyenne des larves est de l'ordre de 20 par 10 m³

Il est fort possible, vue l'éthologie des euphausiacés (formes holoplanctoniques du large), qu'une majorité de leurs larves soit en fait apportée sur le site par les courants.

B. - MEROPLANCTON

Pour un certain nombre d'animaux marins fixés ou sédentaires à l'état adulte, la dissémination ou la compétition au sein d'un peuplement (colonisation d'un substrat par exemple) est assurée par les jeunes stades planctoniques (oeufs et larves), exceptionnellement par des formes sexuées libres (stades méduses de cnidaires fixés). Ces organismes constituent des éléments temporaires du zooplancton ; l'apparition de ces éléments méroplanctoniques, les densités rencontrées, la durée de leur présence au sein du pélagos, varient en fonction des caractéristiques physiologiques des espèces en liaison avec les facteurs hydrologiques, essentiellement la température.

Le méroplancton de Flamanville comporte des cnidaires, des larves d'annélides, des larves de mollusques et de crustacés (cirripèdes et surtout décapodes), des oeufs et larves de poissons. L'étude des larves de cirripèdes a été abandonnée après les premières campagnes, ces planctontes étant, en raison de leur faible taille, mal échantillonnées par nos filets.

CNIDAIRES

Les cnidaires planctoniques sont représentés à Flamanville par de grandes méduses holoplanctoniques (scyphoméduses) mais surtout par la phase sexuée libre des hydrozoaires (hydroméduses). Les cnidaires, ont un rôle trophique souvent négligeable, ce sont principalement des prédateurs et compétiteurs pour les autres organismes pélagiques.

A quelques exceptions près, ce sont les hydroméduses, en majorité de petite taille (de l'ordre du millimètre ou du centimètre) qui sont rencontrées dans nos prélèvements. A Flamanville, les maximums observés ont lieu au printemps ou en été (fig. 12). Les effectifs, de l'ordre de 30 par 10 m³, restent faibles par rapport à ceux observés sur d'autres sites (à Gravelines, maximum de 200 par 10 m³ en avril 1977). Les densités sont généralement mal évaluées en raison de la fragmentation de ces organismes dans les échantillons fixés.

Ces cnidaires qui constituent essentiellement les prédateurs de printemps et d'été, peuvent présenter un risque non négligeable de colmatage des filtres rotatifs de la centrale.

ANNELIDES

Les formes holoplanctoniques (comme les tomoptéridés) sont peu nombreuses chez les polychètes ; la plupart sont benthiques, sédentaires ou errantes. Les adultes de ce groupe cosmopolite abondent dans la zone intertidale ou au voisinage des côtes, généralement dans des zones sableuses ou sablo-vaseuses.

Beaucoup d'annélides benthiques émettent des larves planctoniques à la suite du réchauffement printanier qui, de façon plus ou moins indirecte, agit sur la maturation des adultes.

A Flamanville comme sur les autres sites, l'espèce majoritaire est *Lanice conchilega* (fig. 19), vertubicole des substrats sableux. Bien que ses densités larvaires soient certainement sous-estimées par nos filets, on peut dire que *Lanice conchilega* est très peu représentée à Flamanville, les densités maximales trouvées (environ 5 larves par 10 m³) étant 20 fois moins importantes qu'à Paluel et 1 000 fois moins qu'à Gravelines.

Les tomoptéridés, également peu abondants, sont présents dans nos prélèvements estivaux (fig. 19).

Les autres larves d'annélides non identifiées à l'espèce (sauf pour la première mission au cours de laquelle des spionidés, des sabellaridés, des aphroditidés ont été identifiés), sont présentes dans presque tous nos prélèvements (fig. 19) leurs effectifs restant faibles.

De régime alimentaire varié (les unes sont macrophages et prédatrices, d'autres microphages), les larves d'annélides jouent un rôle trophique important pour les larves de crustacés et de poissons.

MOLLUSQUES

L'embranchement des mollusques contient peu de forme pélagique à l'état adulte. Seuls quelques groupes de gastéropodes sont adaptés à la vie du plancton. Par contre toutes les classes de mollusques ont des larves pélagiques.

Dans le plancton de Flamanville nous avons surtout récoltés des larves et/ou des adultes de gastéropodes. Les variations saisonnières en "dents de scies" (fig. 20) correspondent à des pontes fréquentes et irrégulières de nombreuses espèces. Les densités maximales observées (38 par 10 m³ au point côtier en octobre 1977 et environ 25 par 10 m³ en août 1978) sont nettement plus faibles que celles relevées sur les sites de Paluel et Penly.

ARTHROPODES

CRUSTACES

Décapodes

Chez les décapodes, excepté les pénéidés (décapodes natantia non représentés dans nos prélèvements), les femelles ne libèrent pas leurs oeufs dans le milieu au moment de la ponte comme le font beaucoup d'animaux marins, les téléostéens par exemple. Entre la ponte et l'éclosion, c'est-à-dire pendant la période d'incubation, les oeufs sont maintenus entre les appendices abdominaux de la femelle.

La durée de cette période est longue comparée à celle de la plupart des oeufs de téléostéens qui n'est que de quelques jours, voire quelques semaines ; elle varie selon l'espèce et en fonction de différents facteurs, essentiellement la température.

La variation d'une espèce à l'autre peut être considérable ; ainsi chez certains natantia comme *Thorulus cranchi* l'incubation des oeufs dure une quinzaine de jours (1) alors que chez le homard (*Homarus gammarus*) et chez deux reptantia brachyours (*Corystes cassivelaunus* et *Hyas coarcticus*) elle est de l'ordre de 10 mois. La durée de la période d'incubation pour ces deux dernières espèces est en partie liée à l'existence d'une diapause chez l'oeuf, lequel cesse de se développer après la gastrulation (c'est-à-dire 3 ou 4 jours après la ponte) ; cet arrêt dans le développement dure 14 semaines chez *Corystes cassivelaunus* et

(1) 12-13 jours à Roscoff (NOUVEL et NOUVEL, 1937).

16 chez *Hyas coarcticus*, ceci pour une température de l'eau de mer comprise entre 11 et 15°C (WEAR, 1974). L'existence d'une diapause a également été démontrée par WEAR chez le trouteau (*Cancer pagurus*) et chez l'araignée de mer (*Maia squinado*) ; elles sont respectivement de 8 et 6 semaines. Comme le fait remarquer WEAR la diapause permet aux oeufs de *Corystes cassivelaunus* et *Hyas coarcticus* d'éclore à un moment plus favorable au développement larvaire ; les oeufs pondus de mai à juillet restant en diapause jusqu'à octobre ou novembre, se développent lentement pendant l'hiver de telle sorte qu'ils éclosent au printemps au moment où la nourriture est suffisamment abondante.

Parmi les facteurs susceptibles d'agir sur la durée d'incubation d'une espèce donnée, la température est la plus étudiée. WEAR (1974) donne les durées d'incubation expérimentales de 19 espèces de crustacés décapodes maintenus à différentes températures. Pour en donner un exemple, l'éclosion des oeufs de crevette grise, *Crangon crangon*, a lieu après 45 jours d'incubation à 11,2°C, seulement 12 jours à 23,8°C. L'effet de la saison sur la durée d'incubation indiqué par MEIXNER (1968) pour la crevette grise doit dépendre en grande partie de la température. Il en est de même pour l'effet du numéro du lot d'oeufs pondus au cours d'une même saison de reproduction ; comme le fait remarquer WEAR chez *Macropipus depurator*, le premier lot d'oeufs pondus en mars au moment où la température moyenne de surface est de 7,9°C sera porté plus longtemps que le dernier, pondus en juin avec une température de 15°C, la première incubation pouvant dans ce cas durer 9 semaines et la dernière seulement 3 semaines.

A côté de son action sur l'incubation des oeufs, la température peut agir sur la physiologie des adultes d'arthropodes (HIGHNAM et HILL cités par WEAR). Selon les observations de WEAR sur *M. depurator*, une augmentation brutale de la température de 3°C aurait un effet plus marqué sur l'ovogénèse et la vitellogénèse que sur l'incubation pouvant ainsi rompre la fréquence normale de ponte des lots d'oeufs successifs (4-5 jours entre deux lots) et entraîner une réduction significative du nombre d'oeufs (90%).

Ainsi une modification de la température peut entraîner des modifications sur la date d'apparition des larves par l'intermédiaire de la durée d'incubation mais aussi sur la densité des larves émises en agissant sur le développement ovarien.

Enfin, la densité des larves varie également en fonction de leur mortalité dans le milieu sous l'influence directe de la température ou d'autres

facteurs essentiellement trophiques : nourriture disponible dans le milieu ou prédation.

A l'éclosion, les larves sont libérées et leur développement consiste en une série de stades séparés par des mues. On distingue deux phases de développement, une phase "zoé" et une phase "mégalo", termes préconisés pour tous les décapodes par WILLIAMSON (1969) ; ces deux phases sont séparées par une mue entraînant des changements portant à la fois sur le comportement et la morphologie, c'est la métamorphose. Le terme "zoé" généralement réservé pour les reptantia brachyours (crabes) est remplacé par "larve" pour les autres groupes ; il en est de même pour le terme "mégalo" remplacé par "glaucothoé" pour les reptantia anomours (galathéidés, porcellanidés, paguridés) ou "postlarve" pour les reptantia macroures (homard) et pour les natantia (crevettes).

Le nombre de stades "zoé" est variable selon les groupes ou les espèces. De 2 pour certains décapodes reptantia brachyours, il peut aller jusqu'à 10 chez certains natantia. Ce nombre n'est pas toujours constant pour une espèce ; chez les natantia il peut dépendre de la nourriture comme le soulignent PIKE et WILLIAMSON (1961) à propos de l'espèce *Eualus occultus*. Ainsi, en élevage on n'observe pas toujours le même nombre de stades que dans la nature. Pour chacun des taxons examinés plus loin, nous indiquerons entre parenthèses dans le titre le nombre de stades larvaires dans les conditions naturelles.

Le maillage 500 microns utilisé dans nos prélèvements permet de récolter l'ensemble des stades larvaires de décapodes. A Flamanville, nous avons inventorié parmi les larves de décapodes 67 taxons, lesquels se répartissent comme suit :

- Natantia : 21 espèces (dont 2 non identifiées) et une famille
- Reptantia macroures : 6 espèces (dont 1 non identifiée) en comptant seulement 2 espèces pour le genre *Upogebia*
- " anomours : 17 espèces
- " brachyours : 15 espèces et 7 genres dont certains regroupent probablement plusieurs espèces.

Si nous comparons ce relevé à ceux des sites de Paluel et Gravelines ainsi qu'à d'autres établis pour la région de Plymouth et la Mer du Nord (res-

pectivement par LEBOUR et GURNEY, et REES, cités par BOURDILLON-CASANOVA, 1960), nous constatons que le plancton de Flamanville se caractérise par une grande diversité proche de celle de Plymouth (d'autant plus que l'identification arrêtée parfois au genre entraîne une sous-estimation de nos chiffres). Le tableau suivant indique le nombre d'espèces de crustacés décapodes trouvées à l'état larvaire dans les différentes aires maritimes concernées.

Groupes de décapodes	Mer du Nord	Gravelines 1975-1981	Paluel 1975-1981	Flamanville 1977-1979	Plymouth
Natantia	12	12	16	22	24
Reptantia macroures	5	4	3	6	7
" anomoures	11	9	11	17	7
" brachyoures	15	18	20	22	36
Nbre total d'espèces	43	43	50	67	74

A la diversité s'ajoute l'importance des effectifs chez la plupart des espèces, notamment dans le groupe des reptantia anomoures (larves de porcellanidés, galathéidés, paguridés) et dans le groupe des reptantia macroures avec les larves appartenant au genre *Upogebia*. Le groupe des reptantia brachyoures comprend également trois espèces abondantes (*Pilumnus hirtellus*, *Pinnotheres pisum* et *Atelecyclus rotundatus*).

Notons enfin que le site de Flamanville comporte le plus d'espèces commerciales de décapodes (langouste, homard, étrille, tourteau et araignée).

Décapodes natantia

Ce groupe est caractérisé par une grande variété d'espèces (tableau ci-dessus) mais par contre les densités larvaires sont faibles, même si la plupart des espèces sont nettement plus abondantes sur le site de Flamanville que sur les autres sites étudiés en Manche et au sud de la Mer du Nord.

La figure 21 qui regroupe les 6 familles de natantia présentes dans le plancton de Flamanville indique que les larves d'hippolytidés et d'alphéidés constituent l'essentiel des récoltes, les quatre autres familles montrant des densités moyennes n'excédant pas 5 larves par 10 m³.

Deux espèces commerciales sont présentes dans nos prélèvements mais leur abondance est négligeable, il s'agit de la crevette grise *Crangon crangon* et de la crevette rose *Palaemon serratus* ; la deuxième, non identifiée à l'état larvaire, se trouve probablement parmi les larves de palaemonidés récoltées sur le site, des adultes étant capturés dans les pêches (voir IIème partie : Biologie Halieutique). Nous avons regroupé les figures relatives à ces deux espèces commerciales (fig. 22), mais leur étude est incluse dans les paragraphes concernant leur famille respective. Notons que les différentes familles sont étudiées par ordre d'abondance décroissante.

Hippolytidés

Famille la plus riche parmi les natantia (avec un effectif total de larves atteignant 52 par 10 m³ fin août 1977), c'est aussi la famille la plus diversifiée. Parmi les 6 espèces identifiées 4 sont bien représentées : les espèces du genre *Eualus* (*Eualus pusiolus* et *Eualus occultus* dont la distinction n'a pas toujours pu être faite, ce qui explique leur regroupement dans les courbes), l'espèce *Hippolyte prideauxania* et l'espèce *Thoralus cranchi* (fig. 24) ; les espèces *Caridion steveni* et *Caridion gordonii*, très peu abondantes, n'ont pas fait l'objet de figure. Une septième espèce a été récoltée mais nous n'avons pu jusqu'à présent l'identifier.

. *Eualus* sp. Thallwitz

entre 6 et 9 stades "larve", 1 stade "postlarve"

LEBOUR (1936) a observé à Plymouth 9 stades "larve". Selon PIKE et WILLIAMSON (1961) en Mer d'Irlande et dans l'estuaire de la Clyde, la majorité des individus passeraient par 6 stades "larve" mais des spécimens intermédiaires entre les stades 5 et 6 peuvent être récoltés, le nombre de stades étant en partie dû au régime alimentaire.

Présentes presque toute l'année (seuls les prélèvements de décembre et janvier n'en contiennent pas), les larves sont essentiellement abondantes en juin-juillet. Des postlarves ont été pêchées de fin mai à fin août 1978 et en juin 1979 ; quelques postlarves d'hippolytidés, trouvées en août 1977, mais non identifiées, pourraient appartenir également à ce genre (fig. 24).

La densité maximale de larves est comprise chaque année entre 5 et 20 par 10 m³, l'effectif maximal en un point étant de 34 larves par 10 m³ en juillet 1979.

La courbe des stades 1 nous montre que les éclosions ont lieu de février ou mars à septembre, avec un maximum en juin. D'après les résultats de 1979, période où toutes les larves d'*Eualus* ont été identifiées à l'espèce, il semblerait que l'espèce *Eualus pusiolus* soit beaucoup plus abondantes que l'espèce *E. occultus* et que la présence de ces deux espèces soient décalées dans le temps, la première, présente dès mars étant responsable du pic d'abondance de juin, la deuxième présente à partir du mois de mai étant seule responsable des effectifs d'août et septembre.

Dans le golfe de Marseille, BOURDILLON-CASANOVA (1960) signale au moins deux pontes par femelle d'*Eualus occultus* dans l'année.

. *Hippolyte prideauxiana* Leach (appelé *H. inermis* dans le rapport Avant-Projet).

entre 5 et 9 stades "larve", 1 stade "postlarve"

Selon LE ROUX (1963) il y aurait entre 5 et 9 stades "larve", ce nombre variant en fonction de l'individu et des conditions alimentaires. En élevage, REGNAULT (1967) a dénombré 9 stades dont seuls les 3 premiers ont été décrits par LEBOUR (1931 b).

Présentes de janvier ou février 1978 à janvier 1979, les larves ne réapparaissent ensuite que dans les prélèvements de juin 1979. En fait, en raison de leur densité très faible en hiver et au début du printemps, il est probablement difficile de les capturer régulièrement. Leur période de présence principale se situe de juin à septembre (fig. 24). Les postlarves sont régulièrement pêchées de juin ou juillet à septembre ou octobre avec un maximum entre la mi-août et le début de septembre (fig. 25) alors que pour les autres espèces d'hippolytidés elles ne sont qu'occasionnelles.

La densité maximale de larves est comprise chaque année entre 15 et 20 par 10 m³ (fig. 24) ; le densité maximale de postlarves entre 0,2 et 1,6 par 10 m³ (fig. 25).

Nous n'avons pêché que très peu de stades 1 (fig. 24) ce qui montrerait que les larves sont apportées par les courants, les éclosions ne se produisant pas ou peu sur le site, à moins que la faible taille des stades 1 de cette espèce ne leur fasse subir une extrusion importante au travers des maillages utilisés pour les pêches.

D'après REGNAULT (1967) la durée du stade 1 est de 7 jours à 14°C et la température optimale pour le développement des larves est de 21°C.

. *Thoralus cranchi* Leach

9 stades "larve" selon LÉBOUR (1932 a, 1936), 1 stade "postlarve"

Les larves apparaissent chaque année en juin et sont présentes jusqu'en décembre ou février, la période de présence principale se terminant en septembre ; quelques postlarves ont été récoltées fin août et début octobre 1978 (fig. 24).

La densité maximale de larves est comprise chaque année entre 5 et 8 par 10 m³ et comme pour l'espèce précédente les stades 1 sont très peu abondants dans les prélèvements.

Dans le secteur de Roscoff, le nombre de pontes par femelle serait de 5 par an (H. et L. NOUVEL, 1937).

. *Caridion gordonii* Bate et *Caridion stevensi* Lebour

9 stades "larve", 1 stade "postlarve"

D'après LÉBOUR, les larves de ces deux espèces sont surtout fréquentes dans le plancton du large. Cette particularité peut expliquer leur rareté dans le plancton côtier étudié ici.

A Flamanville, nous avons trouvé une seule larve de *C. gordonii*, au stade 1 (en mars 1978 au point 2). Les larves de *C. stevensi* sont présentes de mai à fin juillet-début août, mais leur densité ne dépasse pas 0,4 par 10 m³. Aucune postlarve n'a été capturée.

En Manche, à Plymouth, les femelles "grainées" de *C. stevensi* seraient présentes de janvier à mai, les larves étant récoltées dans le plancton de mars à octobre ; les larves de *C. gordonii* d'avril à septembre (LÉBOUR, 1930 a). La période de présence semblerait ainsi plus restreinte à Flamanville, mais l'hypothèse annoncée dans le rapport concernant le premier cycle d'observations (répartition différente des stades âgés) ne semble pas confirmée, au moins pour l'espèce *C. stevensi*, puisque nous avons capturés, en plus des stades 1, des stades 2, 4, 8 et 9.

Alphéidés

Bien que d'après NOUVEL et NOUVEL (1935) *Athanas nitescens* soit l'alphéidé le plus commun des côtes françaises, la plupart des larves appartenant à cette famille et récoltées sur le site de Flamanville appartiennent au genre

Alpheus (*A. glaber* et *A. macrocheles* non distinguées sur les courbes en raison de la difficulté à les identifier avec certitude), l'espèce *Athanas nitescens* présentant chaque année des effectifs 10 fois moindre au moment du maximum (fig. 23).

. *Alpheus* sp. Olivi

9 stades "larve", 1 stade "postlarve"

Récoltées de juillet à décembre ou janvier, les larves d'*Alpheus* sp. présentent un pic d'abondance en août ou septembre ; quelques postlarves ont été trouvées en août et septembre 1978.

La densité maximale atteint chaque année environ 15 larves par 10 m³ (fig. 23).

Très peu de stades 1 ayant été récoltés il semblerait que le site ne représente pas un lieu d'éclosion pour l'espèce.

. *Athanas nitescens* Montagu

9 stades "larve", 1 stade "postlarve"

Les larves d'*Athanas nitescens* sont présentes dans le plancton au moment où les larves d'*Alpheus* sp. sont abondantes, soit essentiellement en août et septembre ; quelques postlarves ont été pêchées aux mêmes périodes (fig. 23).

La densité maximale est comprise chaque année entre 1 et 3 larves par 10 m³.

Aucun stade 1 n'a été observé dans nos prélèvements.

Selon NOUVEL et NOUVEL (1937) la période de ponte se situe de fin mai à mi-août à Roscoff et la durée d'incubation serait de 16 à 19 jours en juillet et août permettant ainsi 5 incubations successives.

Processidés

8 ou 9 stades "larve", 1 stade "postlarve"

Selon WILLIAMSON et ROCHANABURANON (1979), les larves de *Processa noveli holthuisi* élevées au laboratoire passent par 8 ou 9 stades aussi bien à 15°C qu'à 20°C.

Les espèces récoltées appartiennent toutes au genre *Processa* Leach, le seul connu en est-Atlantique. Aux deux espèces mentionnées dans le rapport concernant le premier cycle d'observation (*P. edulis* Risso et *P. canaliculata* Leach) doit s'ajouter au moins une troisième identifiée plus récemment grâce à la publication de WILLIAMSON et ROCHANABURANON (1979) : *P. noveli holthuisi* ADHUB et WILLIAMSON ; les effectifs de cette espèce, morphologiquement très proche

de *P. edulis*, n'ont pu être dissociés dans les tableaux en annexe.

Rares en Mer du Nord (REES, 1952), les larves du genre *Processa* sont récoltées en grand nombre dans le plancton de Plymouth, essentiellement au large (LEBOUR, 1947).

D'après ces auteurs, leur période de présence dans le plancton se situe d'avril à octobre. A Flamanville elles ont été trouvées dès mars en 1979 et jusqu'en décembre en 1978, mais elles sont essentiellement récoltées de juillet à septembre (fig. 26). Quelques postlarves ont été pêchées en avril, juillet et août 1978.

Les densités maximales de larves sont comprises approximativement entre 2 et 6 par 10 m³ (fig. 26) ; l'effectif maximal de postlarves observé en un point est de 0,3 par 10 m³.

D'après les tableaux donnés en annexe il semblerait que l'espèce *P. canaliculata*, peu abondante (effectif maximal inférieur à 1 larve par 10 m³), soit plus précoce que les deux autres.

D'après les résultats de WILLIAMSON et ROCHANABURANON (1979), en mer d'Irlande, on trouve des femelles oeuvées de *P. noveli holthuisi* de février à septembre et les larves sont pêchées en été et en automne ; ces auteurs ont observés des éclosions en laboratoire à partir du mois de mars ; par ailleurs ils ont obtenu la métamorphose des larves après 49 jours à 15°C et environ 25 jours à 20°C.

Crangonidés

La famille des crangonidés se caractérise à Flamanville par sa diversité plus grande que sur les autres sites étudiés en Manche et au sud de la Mer du Nord, et en revanche par une richesse moindre, tant pour l'espèce d'intérêt économique *Crangon crangon* que pour l'espèce *Philocheras trispinosus*.

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

5 stades "larve", 1 stade "postlarve"

Présente dans toutes les eaux de l'Europe occidentale, cette espèce est commune en Manche. Toutefois elle y fréquente principalement les zones sableuses et vaseuses, les estuaires en particulier, et le secteur de Flamanville ne lui semble donc pas très favorable.

Selon plusieurs auteurs cités par MEIXNER (1968), la reproduction s'effectue selon un rythme saisonnier produisant un maximum de larves en été et

un minimum en hiver ; chaque femelle pond plus d'une fois par an, le temps d'incubation variant d'environ trois mois l'hiver à trois semaines l'été au niveau des côtes allemandes. Ceci est en relation directe avec la température : WEAR (1974) trouve une durée expérimentale d'incubation de 45 jours pour une température de 11,2°C et de 19 jours pour une température de 18°C.

Dans nos prélèvements, les premières larves ont été observées en février (1978) et les dernières en octobre ; les postlarves ont été récoltées en été, de mai ou juin à août ou septembre selon les années (fig. 22).

La densité maximale ne dépasse pas 1 larve par 10 m³ ; les postlarves, généralement moins abondantes, montrent toutefois un effectif maximum (observé en un point) de 2 par 10 m³, soit de l'ordre de l'effectif maximum de larves. Des densités beaucoup plus importantes de larves et postlarves sont trouvées dans les secteurs de Paluel et surtout de Penly et Gravelines où les effectifs atteignent parfois 300 larves et 50 postlarves par 10 m³.

. *Philocheras trispinosus* Hailstone

5 stades "larves", 1 stade "postlarve"

Présentes du printemps à l'automne à Plymouth (LEBOUR, 1931 b, 1947), les larves de *Philocheras trispinosus* sont récoltées de mars à décembre à Flamanville, mais essentiellement de juin à septembre (fig. 28) ; les postlarves sont trouvées de juin à octobre (fig. 29).

Les densités maximales de larves sont comprises entre 0,5 et 2,5 par 10 m³, les densités de postlarves entre 0,05 et 0,10 par 10 m³.

La courbe des larves au stade 1 montre que les éclosions sont étalées sur toute la période de présence.

. *Philocheras fasciatus* Risso

5 stades "larve", 1 stade "postlarve"

La période de présence donnée par LEBOUR (1931 b, 1947) est la même que celle de l'espèce précédente (du printemps à l'automne) ; cependant à Flamanville les larves de *Philocheras fasciatus* ne sont récoltées chaque année qu'entre juin et septembre et plus particulièrement en juillet ou en août (fig. 28) ; quelques postlarves ont été pêchées en août et septembre 1979 (fig. 29).

Les densités maximales de larves sont comprises entre 1 et 2 par 10 m³.

Des larves au stade 1 sont pêchées durant toute la période de présence de l'espèce.

. *Philocheras sculptus* Bell

5 stades "larve", 1 stade "postlarve"

Les larves de *P. sculptus* sont présentes de juillet à octobre 1978 mais seulement en juillet 1977 et juillet et août 1979. Aucune postlarve n'a été identifiée comme appartenant à cette espèce, mais il est possible qu'il y en ait parmi les postlarves de crangonidés non identifiées.

Cette espèce est très peu abondante ; la densité moyenne obtenue pour une campagne atteint au maximum 0,5 par 10 m³ en juillet 1977.

Comme pour *P. fasciatus* des larves au stade 1 sont trouvées durant toute la période de présence de cette espèce.

Pandalidés

Trois espèces de pandalidés sont présentes dans le plancton de Flamanville, mais seule l'espèce *Pandalina brevirostris* est récoltée de façon régulière. La variation de la densité de ses larves se superpose pratiquement à la variation de la densité de la totalité des larves de pandalidés (fig. 27). L'espèce *Pandalus montagui* est très peu représentée de même que la troisième espèce (qui n'a pu être identifiée).

. *Pandalina brevirostris* Rathke

entre 7 et 9 stades "larve", 1 stade "postlarve"

Selon PIKE et WILLIAMSON (1964) les larves de *Pandalina brevirostris* issues de l'estuaire de la Clyde et de la mer d'Irlande passent par 7 stades, mais certaines par 8 ou 9 comme le suggèrent LEBOUR (1940) et BOURDILLON-CASANOVA (1960).

Cette espèce se trouve en Méditerranée et en Atlantique nord-est, sa limite nord étant constituée par les côtes norvégiennes. Dans les eaux anglaises, elle a été trouvée sur des mélanges variés de sables, vase et graviers à des profondeurs allant de 37 à 91 m, la plupart des individus étant pêchés entre 37 et 55 m (ALLEN, 1965).

D'après les observations de cet auteur sur les côtes du Northumberland, l'espèce *Pandalina brevirostris* aurait une période de reproduction beaucoup plus longue que celle de *Pandalus montagui*. Toutes les femelles ne sont pas matures en même temps et chacune effectue 2 ou 3 pontes par an entre janvier et septembre ; l'incubation dure de 12 à 14 jours.

Présentes à Flamanville de février ou mars à août ou septembre, les larves de *P. brevirostris* sont récoltées essentiellement de juin à août ; quelques postlarves ont été pêchées en mars et août 1978 et en juin 1979 (fig. 27).

Les densités maximales de larves sont comprises entre 0,5 et 2 par 10 m³ ; l'effectif maximal de postlarves observé en un point est de 0,1 par 10 m³.

Des larves au stade 1 ont été capturées d'avril à juillet 1979 en 1978, nous en avons trouvées jusqu'en août.

. *Pandalus montagui* Leach

6 stades "larve", 1 stade "postlarve"

C'est une espèce boréo-arctique sublittorale tolérant une assez grande fourchette de température (1 à 20°C) et pouvant se trouver sur des substrats variés (mélange de sable, vase, graviers et rochers) à des profondeurs allant de 2 à 800 m (ALLEN, 1963).

Sa période de reproduction est courte, les femelles étant matures à peu près en même temps et pondant une seule fois par an entre fin novembre et début janvier. Les larves éclosent entre la deuxième quinzaine d'avril et la première quinzaine de mai (ALLEN, 1965). A Flamanville, quelques larves ont été récoltées en juin 1978 et en mai et juin 1979 (densité maximale observée en un point : 0,3 larve par 10 m³).

Palaemonidés

La famille des palaemonidés est la moins bien représentée sur le site dans le groupe des natantia, bien que les effectifs trouvés soient supérieurs à ceux notés sur les autres sites de Manche et du sud de la Mer du Nord.

La figure 22 montre que les larves sont essentiellement présentes en été, la densité maximale observée étant de 1,7 larve par 10 m³ fin juillet 1977 au point 4.

Plusieurs espèces sont présentes mais une seule a pu être identifiée avec certitude, il s'agit de *Palaemon elegans* (appelée *laander squilla* dans le rapport 1er cycle). En ce qui concerne la crevette rose *Palaemon serratus* la capture d'adultes sur le site (IIème partie : Biologie Halieutique) nous laisse supposer la présence de leurs larves dans le plancton.

Décapodes reptantia macroures

Ce groupe, très peu diversifié, comprend en revanche deux espèces à haute valeur commerciale qui sont le homard et la langouste, la première étant relativement bien représentée à Flamanville. En outre ce groupe comporte un taxon non commercial mais très abondant dans le plancton : *Upogebia* sp.

Nephropsidés

. *Homarus gammarus* (L.), le homard

4 stades "larve"

Au cours des trois cycles étudiés, des larves, pour la plupart au stade 1 (les autres au stade 2) ont été pêchées entre les mois de juin et d'août (tabl. 2). Parallèlement, l'étude des homards adultes sur le site nous montre d'une part la présence de femelles en éclosion uniquement entre juin et août et d'autre part une diminution dans le pourcentage de femelles oeuvées dans les pêches au cours de cette période ; ce pourcentage devient pratiquement nul vers la mi-août lorsque les éclosions sont terminées puis il subit ensuite une augmentation à l'automne, au moment de la ponte des oeufs qui éclosent l'été suivant (IIème partie : Biologie Halieutique).

Les données bibliographiques rejoignent également nos résultats. D'après les observations de ALLEN faites à Plymouth sur *H. gammarus*, la majorité des homards pondent au cours du mois d'août et la plupart des oeufs éclosent au mois de juin de l'année suivante, les oeufs étant ainsi portés par les femelles au moins 10 mois. L'éclosion a lieu de mai à août sur la côte ouest de l'Ecosse (THOMAS, 1959) et dans la partie nord de la Mer d'Irlande (BRANFORD, 1978) et de juin à août au nord du Pays de Galle (RICHARDS et WICKINS, 1979) c'est à dire à la même époque qu'à Flamanville. L'éclosion de la totalité des oeufs d'une femelle demande deux à six semaines et a lieu la nuit (BRANFORD, 1978).

Comparées aux pêches d'adultes (voir IIème partie : Biologie Halieutique) les densités de larves obtenues peuvent paraître faibles mais, de la même façon, les résultats observés dans d'autres secteurs également riches en adultes ne montrent pas de densités larvaires très importantes, comme l'indique le tableau suivant.

	Durée du traict (mn)	Ouverture du filet Ø cm	Maillage (µ)	Profondeur	Distance à la côte	Nombre de larves
Flamanville juillet 1978	10	60	500	3 paliers du fond à la surface	3 milles	2
Flamanville août 1979	23	113	1 000	surface	3 milles	4
Côte est Angleterre août 1976	15	200	670			2 en moy. sur 47 traicts
Nouvelle-Ecosse juillet-août 1976	60	100	1 000	surface		41

Nombre maximum de larves de homard capturées devant le cap de Flamanville : *H. gammarus* (ISTPM non publié), sur la côte est de l'Angleterre : *H. gammarus* (NICHOLS et LAWTON, 1978) et en Nouvelle-Ecosse : *H. americanus* (TEMPLEMAN, 1937).

D'autre part, la plupart des traicts ont été effectués avec le filet Bongo (tabl. 2) dont l'ouverture de 60 cm et la maillage de 500 µ utilisé ne sont sans doute pas très appropriés à la capture de larves d'aussi grande taille (environ 1 cm au stade 1). Les essais effectués à l'aide du filet WP3 plus adéquat n'ont pu être entrepris qu'à partir de fin août 1979, soit à la fin de la période d'éclosion, ce qui ne nous a pas permis de faire les comparaisons nécessaires.

Enfin, il faut signaler que l'étude des adultes du secteur de Flamanville montre des captures plus élevées de femelles oeuvées vers le large (IIIème partie) alors que nos prélèvements planctoniques ont été effectués au maximum à 3 milles de la côte ; la capture de femelles oeuvées augmenterait également du cap de Flamanville au Nez de Jobourg.

Des études complémentaires (programmées pour 1980 et 1981) devraient nous permettre :

. de mieux tester l'efficacité du filet WP3 et d'essayer d'autres filets à plancton afin de voir si les densités trouvées au cours de l'étude de Projet ne sont pas sous-estimées,

. de couvrir un secteur plus vaste afin de voir s'il existe des concentrations supérieures de larves vers le large et plus au Nord.

Palinuridés

. *Palinurus elephas* Fabricius, la langouste

10 stades "phyllosome", 1 stade "puerulus" selon BOUVIER, 1914

Au cours de l'étude nous n'avons récolté que 3 larves, toutes au stade 1, l'une en avril (1977) et les 2 autres en juillet (1977 et 1979).

Etant donné l'absence d'adultes sur le site ces quelques larves doivent provenir d'un autre secteur, peut-être du secteur de pêche de l'île d'Aurigny, ce qui est tout à fait plausible puisque les larves peuvent dériver à de grandes distances de leur lieu d'éclosion sous l'action des courants (CAMPILLO et AMADEI, 1978).

La période de reproduction se rapprocherait de celle observée en Irlande par GIBSON (1962) et au Royaume Uni par HEPPER (1977) et ANSELL et ROBB (1977) ; ces auteurs indiquent en effet que les pontes s'effectuent d'août à septembre et les éclosions de mai à juin.

Thalassinidés

. *Upogebia* sp. Leach

4 stades "larve", 1 stade "postlarve"

Par souci de rapidité dans le tri du plancton nous n'avons pas distingué les stades larvaires à l'espèce. D'après les postlarves capturées deux espèces au moins doivent être présentes sur le site : *Upogebia deltaura* Leach, 1815 et *Upogebia littoralis* Risso, 1816. Signalons toutefois que les deux espèces trouvées en Manche dans le plancton de Plymouth par WEBB (1919) et LEBOUR (1947) sont *U. deltaura* et *U. stellata*.

Selon WEBB (1919), les adultes vivent enfouis dans la vase et sont plus difficile à capturer que les larves; d'après BOHN (cité par BOUVIER, 1940) *U. deltaura* emprunte les galeries d'autres animaux, mais en sort pour "venir en bande à la côte".

La figure 30 montre que les larves peuvent être récoltées toute l'année, leur période de présence principale se situant entre les mois de juin et d'octobre, les effectifs les plus forts étant trouvés en août et début septembre ; les postlarves ont seulement été récoltées entre les mois de juillet et d'octobre 1978.

Les densités maximales de larves sont comprises entre 100 et 600 par 10 m^3 ; l'effectif maximum de postlarves capturées en un point est faible (de 1,1 par 10 m^3 en 1977 il ne dépasse pas 0,05 par 10 m^3 au cours des deux autres années), ce qui peut aisément s'expliquer par le mode de vie enfouie des *Upogebia* à ce stade (WEBB, 1919).

La proportion des stades 1 par rapport à la totalité des larves (généralement proche des deux tiers au moment des maximums), associée aux fortes densités trouvées, signifie que le site de Flamanville représente une zone d'éclosion très importante pour *Upogebia sp.* Remarquons toutefois que ce taxon est relativement abondant sur tous les sites étudiés en Manche et au sud de la Mer du Nord.

. *Axius stirhynchus* Leach, 1815

2 stades "larve", 1 stade "postlarve"

Il s'agit de larves presque aussigrosses que celles de *Homarus gammarus*, le second stade larvaire mesurant environ 9 mm (WEBB, 1921).

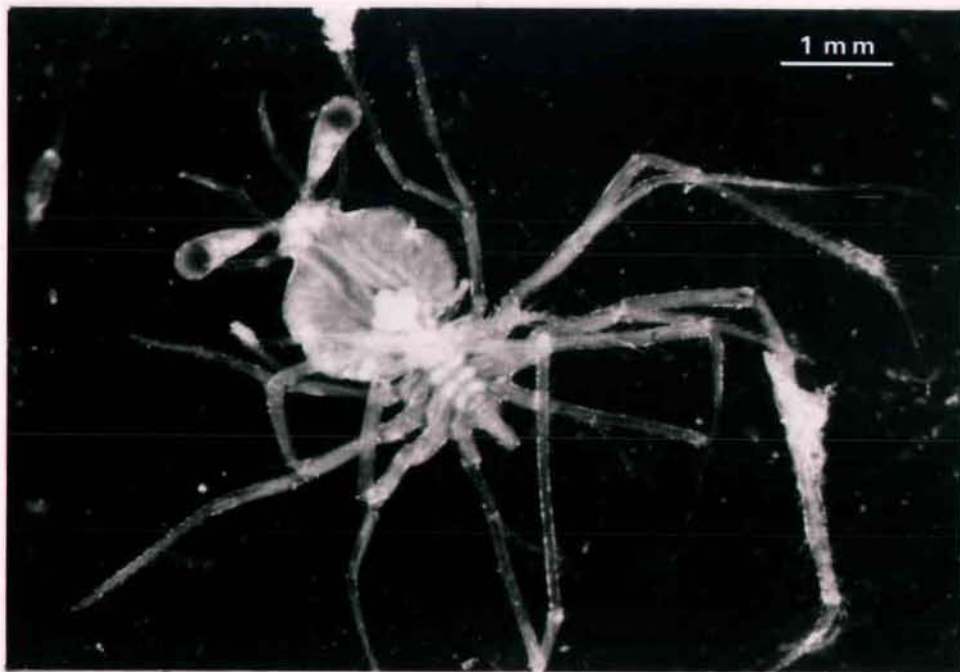
Présentes de juin ou juillet à septembre ou octobre, ces larves sont peu abondantes dans les prélèvements, la densité maximale étant comprise entre 0,5 et 1 par 10 m^3 fin août ou début septembre (fig. 31).

La faiblesse de leurs effectifs sur tous les sites étudiés pourrait s'expliquer par leur grande taille (évitement du filet), mais aussi par la courte durée de développement de ces larves; en effet le stade 2 ne durerait que 5 jours (WEBB, 1921).

D'après ce même auteur, *Axius stirhynchus* a une vie benthique dès le stade "postlarve" et si le substrat le permet il s'enfouit. C'est sans doute pour cette raison que nous n'avons jamais trouvé de postlarve dans nos prélèvements.

. Autre thalassinidé non identifié

Présentes seulement en 1978 et 1979 du mois d'août au mois d'octobre avec un maximum début septembre, les larves sont très peu abondantes, la densité maximale ne dépasse pas 0,5 par 10 m^3 (fig. 31). Nous n'avons capturé aucune postlarve ni à Flamanville ni à Gravelines où les densités de larves sont pourtant assez importantes.



Phyllosome (stade 1) de la langouste, *Palinurus elephas*.

(Photo A. BATTAGLIA)



Larves (stades 1 et 2) du homard, *Homarus gammarus*.

(Photo J.L. BIGOT)

Décapodes reptantia anomoures

Ce groupe réunit trois familles de décapodes dont les larves sont particulièrement abondantes à Flamanville, notamment celles de porcellanidés et de galathéidés pouvant atteindre respectivement des densités de l'ordre de 3 000 et 700 par 10 m³ ; la famille des paguridés qui semble moins régulièrement abondante a atteint en 1978 un effectif de 300 larves par 10 m³. C'est donc le groupe "trophique" par excellence.

La figure 32 montre la succession de ces trois familles dans le plancton. Ce sont les larves de paguridés qui apparaissent en premier vers la fin de l'hiver, puis les larves de galathéidés au début du printemps, enfin les larves de porcellanidés à la fin du printemps. Les abondances maximales ont lieu début mars pour les paguridés, en juin pour les galathéidés, fin août-début septembre pour les porcellanidés (celles-ci étant toutefois très abondantes dès le mois de juillet).

Ces trois familles sont étudiées par ordre d'abondance décroissante.

Porcellanidés

2 stades "larve", 1 stade "glaucothoé"

La famille des porcellanidés comprend deux espèces communes en Manche et dans les environs de Plymouth : *Pisidia longicornis* Leach et *Porcellana platycheles* Pennant. Par souci de rapidité dans le tri du plancton nous n'avons pas distingué à l'espèce les stades larvaires, mais d'après les proportions observées dans les stades glaucothoés, beaucoup moins abondants dans les prélèvements et très faciles à reconnaître, il s'avérerait que l'espèce *Pisidia longicornis* soit beaucoup plus abondante que l'espèce *Porcellana platycheles* (fig. 33).

Présentes d'avril à octobre ou novembre, les larves de porcellanidés sont essentiellement abondantes de juin à septembre, les effectifs maximums ayant été observés en septembre (1978 et 1979) ; les premières glaucothoés de *P. longicornis* ont été récoltées en mai (1977), celles de *P. platycheles* en juillet (1977), mais les deux espèces ont été observées à ce stade dans des prélèvements d'octobre (fig. 33).

Les densités maximales de larves sont comprises entre 200 et 2 000 par 10 m³ en 1977 et 1979 respectivement, les densités de glaucothoés entre 1,5 et 15 par 10 m³ les mêmes années. Les effectifs de l'année 1978 se rapprochent de ceux de 1979 (fig. 33).

La distinction des deux espèces n'ayant pas été effectuée pour les larves, l'identification de leur stade ne nous a pas paru utile.

Dans le rapport 1er cycle, nous avons mis en relation les deux pics d'abondance observés en 1977 avec les deux pics d'éclosion suggérés par JORGENSEN cité par REES (1952) pour la Mer du Nord, mais les résultats de 1978 et 1979 infirmeraient cette hypothèse.

WEAR (1974) a obtenu expérimentalement les durées d'incubations suivantes pour les deux espèces :

	<i>P. platycheles</i>				<i>P. longicornis</i>			
Température en °C	12,8	15	21	24	12	16	18,3	21
Durée d'incubation (en jours)	61	43	20	16,5	41	23	18	15

La durée de développement larvaire est probablement très courte, car il n'y a que 2 stades "larve" avant la métamorphose en glaucothoé.

Galathéidés

L'identification des larves à l'espèce n'ayant pas été effectuée pour le premier cycle annuel (1977), les résultats de toutes les espèces capturées ont été regroupés sur une même courbe afin d'apprécier la reproductibilité des 3 cycles (fig. 34).

Comme les larves de porcellanidés, les larves de galathéidés ont été moins abondantes en 1977 qu'en 1978 et 1979 (effectifs environ 10 fois moindre en 1977 qu'en 1979) mais ce n'est pas visible dans les résultats portant sur les glaucothoés pour lesquelles les cycles annuels d'abondance sont beaucoup plus reproductibles.

Les larves ont été récoltées tous les mois sauf en décembre.

La famille des galathéidés est représentée dans le plancton de Flamanville par 4 espèces appartenant au genre *Galathea* et qui figurent parmi les 5 récoltées en Manche dans la région de Plymouth (LEBOUR, 1930). Ce sont par ordre d'abondance décroissante :

- . *G. squamifera* : 4 stades "larve" (LEBOUR, 1931 b), 1 stade "glaucothoé"
- . *G. intermedia* : 4 stades "larve" (LEBOUR, 1931 a), 1 stade "glaucothoé"
- . *G. dispersa* : 4 ou 5 stades "larve" (LEBOUR, 1930 b), 1 stade "glaucothoé"
- . *G. strigosa* : 4 stades "larve" (LEBOUR, 1930 b), 1 stade "glaucothoé".

L'observation des courbes relatives aux quatre espèces à partir d'août 1978 (fig. 35 à 37) montre que les larves de *G. intermedia* apparaissent plus tard que les trois autres espèces et qu'elles sont encore très abondantes en septembre alors que les effectifs des autres sont nuls ou très faibles.

Le tableau suivant présente les résultats des périodes et densités (en nombre d'individus par 10 m³) de chacune des 4 espèces de façon détaillée. Notons que la période de présence donnée pour chaque espèce concerne la totalité des larves sans distinction de stade. Les stades 1 cependant sont présents sur la totalité de cette période ; toutefois on s'aperçoit qu'en début de saison la courbe du total des larves se superpose à celle des stades 1 alors qu'en fin de saison la courbe des stades 1 décroît plus vite.

Espèces	Période de présence		Date des pics d'abondance	Densités moyennes maximales (\bar{d})	Densité maximale observée en 1 point
	Début	Fin			
<i>G. squamifera</i>	mi-janvier	fin août	juin	100 < \bar{d} < 250	699
<i>G. intermedia</i>	fin mars	octobre	juin à début sept.	60 < \bar{d} < 90	244
<i>G. dispersa</i>	février ou mars	septembre	juin	20 < \bar{d} < 40	72
<i>G. strigosa</i>	mi-janvier	fin sept.	juin (d'après 1979)	0,2 < \bar{d} < 2	9,4

Les glaucothoés, non identifiées à l'espèce en raison de leur rareté dans les prélèvements (fig. 34), ne doivent pas fréquenter beaucoup le site ou sont très mal échantillonnées. La courbe moyenne n'atteint jamais la densité de 1 par 10 m³ (effectif maximal observé en un point : 1,6 glaucothoé par 10 m³).

La proportion des stades 1 est généralement comprise entre la moitié et les trois quart du total des larves, à l'exception du pic de *G. squamifera* en juin 1979 où elle représente le quart ; toutefois, cette proportion est due essentiellement au résultat d'un seul point de prélèvement, le point 1 où l'on a observé 150 larves au stade 1 pour un total de 700 larves par 10 m³.

A cela près, on peut dire que les stades 1 sont plus abondants que chacun des autres stades, ce qui permet de penser que le site de Flamanville est une zone d'éclosion de plus ou moins grande importance pour les quatre espèces de galathéidés.

Paguridés

Comme pour les galathéidés, l'identification des larves à l'espèce n'ayant pas été effectuée durant le premier cycle annuel (1977), les résultats de toutes les espèces capturées ont été regroupés sur une même courbe afin d'apprécier la reproductibilité des 3 cycles (fig. 34).

A la différence des larves de porcellanidés et de galathéidés, les larves de paguridés n'ont pas été plus abondantes en 1979 que les deux autres années. C'est le début du printemps 1978 qui se distingue de 1977 et 1979 par la plus forte abondance des larves.

Des larves de paguridés ont été observées chaque mois.

Parmi les huit espèces rencontrées sur le site de Flamanville, quatre sont relativement bien représentées et font l'objet des figures 38 à 40. Ce sont par ordre d'abondance décroissante : *Pagurus bernhardus*, *Anapagurus hyndmanni* (1), *Pagurus cuanensis* et *Pagurus prideauxi* ; pour les autres le lecteur se reportera aux tableaux de données, il s'agit de : *Diogenes pugilator*, *Pagurus pubescens*, *Catapaguroïdes timidus* et *Anapagurus laevis*. Notons que le développement larvaire de chacune de ces espèces comprend 4 stades "larve" et 1 stade "glaucothoé".

Les figures 38 à 40 montrent nettement que la période de présence des larves et glaucothoés de *Pagurus bernhardus* diffère de celle des trois autres espèces ; c'est une espèce à reproduction printanière alors que les autres sont essentiellement estivales, *Pagurus prideauxi* et *Anapagurus hyndmanni* étant toutefois présentes presque toute l'année.

Le tableau suivant donne les résultats des périodes et densités (en nombre d'individus par 10 m³) de chacune des 4 espèces de façon détaillée, pour les larves et les glaucothoés. Comme pour la famille des galathéidés les périodes de présence concernent la totalité des larves sans distinction de stade. Les stades 1 cependant sont présents sur la totalité de cette période ; toutefois on s'aperçoit qu'en début de saison la courbe du total des larves se superpose à celle des stades 1, alors qu'en fin de saison la courbe des stades 1 décroît plus vite.

(1) Les figures relatives à cette espèce prennent en compte une majorité de larves identifiées avec certitude plus quelques unes, plus décolorées, qui pourraient correspondre à l'espèce *A. chiroacanthus*, les deux espèces étant morphologiquement semblable, notamment au stade 1 (MAC DONALD, PIKE et WILLIAMSON, 1957 ; PIKE et WILLIAMSON, 1958).

Espèces	Période de présence		Dates des pics d'abondance	Densités moyennes maximales (d)	Densité maximale observée en 1 point	
	Début	Fin				
Larves	<i>P. bernhardus</i>	décembre-janvier (ou février)	juillet-août	mars (et mai)	30 < d < 100	≈ 300
	<i>P. cuanensis</i>	mai	octobre	juin-juillet et début sept.	4 < d < 8	16
	<i>P. prideauxi</i>	presque toute l'année sauf décembre, (février ?) et mars		juin et début sept.	d ≈ 1	2
	<i>A. hyndmanni</i>	toute l'année (sauf décembre)		juin et septembre	20 < d < 30	44
Glaucolites	<i>P. bernhardus</i>	mai	juin	juin	0,05 < d < 0,1	0,3
	<i>P. cuanensis</i>	juillet	septembre	août ou septembre	0,1 < d < 0,2	0,3
	<i>A. hyndmanni</i>	juin	octobre	août ou septembre	0,1 < d < 0,3	0,4

On remarque que les glaucothoés, absentes dans le cas de *P. prideauxi*, sont aussi peu abondantes pour chacune des trois autres espèces, malgré les différences observées dans les résultats de larves. DECHANCE et FOREST (1958) indiquent également la rareté de cette forme dans le plancton ; pour ces auteurs il est probable que la phase pélagique est courte et que la glaucothoé gagne rapidement le fond à la recherche d'une coquille qu'elle occupera un certain temps avant de se transformer en jeune pagure.

L'observation des plus jeunes pagures se trouvant dans les coquilles a permis par ailleurs à CARAYON (1942) de constater qu'un bon nombre d'entre eux étaient encore au stade glaucothoé.

L'examen plus approfondi des figures 38 et 39 montre que la proportion des stades 1 chez l'espèce *Pagurus bernhardus* avoisine les 100 %. Pour les autres espèces elle varie selon les pics entre le tiers et les trois quart du total des larves. Zone d'éclosion relativement importante pour l'espèce *P. bernhardus*, le site de Flamanville semble également constituer une zone d'éclosion non négligeable pour l'espèce *Anapagurus hyndmanni*.

La publication de PIKE et WILLIAMSON (1959) rassemblant de nombreuses observations intéressantes concernant la reproduction des paguridés et la distribution de leurs larves nous permet de mieux analyser nos résultats. C'est l'objet des paragraphes suivants.

. *Pagurus bernhardus* (L.)

L'abondance de cette espèce sur toutes les côtes de la Grande-Bretagne, de l'Irlande et des îles de la Manche semble se retrouver à Flamanville si l'on en juge par le nombre important des larves récoltées.

D'après PIKE et WILLIAMSON la majorité des femelles a probablement une seule période de ponte par an. Le pic observé en 1978 signifierait ainsi que toutes les femelles étaient matures en même temps, alors que les 2 pics qui se dessinent en 1979 laisseraient supposer 2 "lots" de femelles de maturité différente.

La période d'incubation doit durer plus de 3 mois l'hiver et moins en été et en automne. Les larves sont surtout abondantes au printemps mais peuvent être présentes de janvier à septembre, ce qui correspond bien à nos résultats.

Le développement larvaire est long, chacun des 4 stades larves durant 5 à 14 jours à 15°C et le stade glaucothoé 9 à 19 jours ; la durée totale peut donc atteindre presque 3 mois, décalage observé dans nos prélèvements entre le pic des stades 1 et celui des glaucothoés.

. *Anapagurus hyndmanni* Bell

Abondante dans la plupart des baies des îles anglaises de la Manche, l'espèce se trouve près du niveau de marée basse et jusqu'à une profondeur de 18 m et ses larves se trouvent dans le plancton de mars à novembre ; cependant à Flamanville nous en avons capturées chaque mois, sauf en décembre. D'après PIKE et WILLIAMSON la plupart des femelles doivent pondre au moins deux fois dans l'année, ce qui expliquerait les différents pics observés à Flamanville en 1978.

. *Pagurus cuanensis* Thompson

Espèce très abondante à Jersey, les premières femelles oeuvées sont pêchées en mars, mais une seconde période de reproduction intervient en automne. Ceci expliquerait les 2 pics observés en 1978 à Flamanville ; en 1979 l'absence de prélèvement entre début juillet et mi-août ne nous permet pas de tirer de conclusion.

. *Pagurus prideauxi* Leach

Près de l'estuaire de la Clyde et de l'île de Man on trouve quelques femelles oeuvées et quelques larves tout au long de l'année, la plupart des femelles ayant 2 et pour certaines 3 périodes de reproduction au cours d'un cycle annuel.

A Flamanville, les larves sont observées également toute l'année, et il semblerait qu'il y ait 2 pics d'éclosion.

. *Diogenes pugilator* Roux

Sa présence sur les côtes françaises a été observée à Trouville et Dunkerque et il est commun près de Roscoff. Il préférerait les fonds sableux ou vaseux. Dans les îles anglaises on trouve les femelles oeuvées de juin à septembre et les larves de juillet à octobre.

A Flamanville quelques larves ont été observées en septembre 1977 et de juillet à octobre 1978 (env. 0,2 par 10 m³). Cette espèce a été également capturée entre août et octobre à Gravelines (1978 et 1980) avec des densités comparables.

. *Pagurus pubescens* Kröyer

De distribution nordique, son habitat se situe sur des substrats sableux pouvant comporter des débris de coquilles et de pierres. Dans les eaux anglaises les femelles oeuvées sont trouvées seulement en hiver et au début du printemps et les larves sont présentes entre février et mai.

A Flamanville, quelques larves ont été observées en avril 1978 et de mars à mai 1979. L'espèce serait également présente à Penly (ISTPM, 1980) et à Paluel (ISTPM, 1982 a) ; en revanche nous n'avons jamais capturé de larves à Gravelines.

. *Catapaguroïdes timidus* Roux

Surtout méditerranéenne cette espèce a été sporadiquement signalée dans l'Atlantique, des côtes britanniques à l'Angola (DECHANGE et FOREST, 1958) ; elle a été trouvée à Roscoff mais les larves n'auraient jamais été récoltées. Les seules descriptions de larves trouvées dans la littérature proviennent de spécimens récoltés à Naples (ISSEL, 1910 ; BORASCHI, 1921).

A Flamanville en revanche, celles-ci ont été assez régulièrement capturées de mai à octobre 1978 et quelques unes ont été observées en septembre 1979.

. *Anapagurus laevis* Bell

Cette espèce, abondante sur toutes les côtes de Grande-Bretagne et d'Irlande (excepté au sud de la Mer du Nord) est rare sur les côtes françaises de la Manche.

Nos prélèvements planctoniques le confirment puisqu'une seule larve a été identifiée au cours de l'étude de Projet du site de Flamanville (dans un prélèvement de mars 1979) et qu'aucune n'a été trouvée sur les autres sites étudiés à l'ISTPM au sud de la Mer du Nord (Gravelines) et en Manche (Paluel, Penly).

Décapodes reptantia brachyours

Ce groupe se caractérise à Flamanville par sa diversité (il réunit une vingtaine d'espèces) et par le fait qu'il comprend trois espèces d'intérêt économique relativement bien représentées : l'étrille *Macropipus puber*, le tourteau *Cancer pagurus* et l'araignée *Maia squinado*.

Ces trois espèces qui sont étudiées en premier, ont fait l'objet d'une communication (MARTIN, 1980) dont nous reprenons ici l'essentiel. Précisons que les données concernant les adultes sont issues de l'étude pêche qui a été menée parallèlement à l'étude planctonique (II^e partie : Biologie Halieutique).

. *Macropipus puber* (L.), l'étrille

5 stades "zoé", 1 stade "mégalo"

Les zoés sont présentes d'avril (parfois dès mars, comme en 1979) à septembre (ou octobre en 1978), la période de présence principale s'étendant de juin à août ; les mégalopes apparaissent en juin, ou en août comme en 1978 et sont présentes jusqu'en septembre, leur abondance étant maximale fin août-début septembre (fig. 41).

Les densités maximales de zoés sont comprises chaque année entre 15 et 20 par 10 m³. Les densités maximales de mégalopes sont, en 1978 et 1979, 10 fois moins importantes que les densités de zoés ; en 1977, les effectifs sont encore plus faibles.

Les zoés au stade 1 sont plus abondantes que celles de chacun des stades plus âgés (fig. 42). Par ailleurs, la plupart des femelles sont capturées sur le site (en 1978 et 1979) entre mars et août et plus de la moitié d'entre elles sont oeuvées pendant cette période. L'ensemble de ces résultats permet d'affirmer que l'aire prospectée est un lieu d'éclosion pour l'étrille. A Gravelines (sud de la Mer du Nord), en revanche, les zoés au stade 1 sont rares alors que celles au stade 3 sont très abondantes ; ceci, joint à l'absence d'étrilles adultes dans les pêches, montre que les éclosions ont lieu dans d'autres secteurs.

L'abondance saisonnière des stades 1 (fig. 42) montre que les éclosions s'échelonnent de mars à octobre et présentent un maximum début juin. Le début des éclosions se traduit par une diminution de la proportion de femelles oeuvées dans les captures effectuées après le mois de mars. Bien que le secteur géographique soit différent, cela est en accord avec les résultats de GONZALES (1978) qui signale la présence de femelles oeuvées toute l'année sur la côte cantabrique (Espagne) avec un maximum en mars.

La période de présence des larves d'étrille dans la région de Flamanville se rapproche de celle indiquée par LEBOUR (1928b) pour la région de Plymouth (zoés abondantes d'avril à juin, mégalopes en été). En revanche, les éclosions semblent plus tardives dans les régions plus nordiques (Gravelines) où les zoés sont observées de mai à octobre avec un maximum en août.

Des densités de zoés plus élevées sont trouvées en d'autres secteurs : à Gravelines l'effectif maximal atteint 225 par 10 m³ en 1978 et à Plogoff nous en avons trouvé 640 par 10 m³ dans un prélèvement de juillet 1979. Ces densités comprennent toutefois une faible proportion de zoés au stade 1 de sorte que nous ne pouvons pas les comparer directement à celles de Flamanville pour situer l'importance de la zone d'éclosion sur ce site. Cependant, la population adulte d'étrille du secteur de Flamanville semblerait assez limitée dans l'espace et en nombre, aussi les densités de zoés au stade 1 caractériseraient plutôt une zone d'éclosion de moyenne importance.

. *Cancer pagurus* (L.), le tourteau

5 stades "zoé", 1 stade "mégalope"

Les zoés de tourteau sont présentes de mai (parfois dès avril, comme en 1979) à août (ou septembre en 1979), la période de présence principale s'étendant chaque année sur juin et juillet ; les mégalopes apparaissent fin juin-début juillet et sont présentes jusqu'en octobre en 1978, la plupart d'entre elles étant pêchées en juillet ou en août (fig. 43).

Les densités maximales de zoés se situent chaque année entre 1 et 8 par 10 m³ ; les densités maximales de mégalopes, comprises entre 0,1 et 0,8 par 10 m³, sont 10 fois moins importantes que celles de zoés, comme nous l'avons déjà noté pour l'espèce *Macropipus puber*.

Les zoés au stade 1 sont plus abondantes que celles de chacun des stades plus âgés (fig. 44) ; ceci indiquerait que l'aire prospectée est un lieu d'éclosion pour le tourteau. Cependant, nous ne pouvons le confirmer par la capture de femelles oeuvées, celles-ci étant rarement trouvées dans les casiers (EDWARDS, 1979), ce qui toutefois ne prouve pas leur absence dans la région considérée.

Les faibles densités de zoés observées à Flamanville pourraient s'expliquer par le fait que les points de prélèvements sont trop côtiers. En effet, si selon divers auteurs cités par EDWARDS, les femelles oeuvées de tourteau reviennent à la côte au printemps au moment de l'éclosion des oeufs, les résultats de NICHOLS et CRYER (1978) contredisent cette assertion puisqu'ils ont observé de très fortes densités de zoés au stade 1 au large, la plus élevée ayant été relevée à 38 milles de la côte sur des fonds de 40 m en juillet (cette densité, exprimée en nombre de zoés par m², équivaut à 298 par 10 m³).

Les variations saisonnières d'abondance des zoés au stade 1 (fig. 44) montrent que les éclosions s'échelonnent de mai (ou avril comme en 1979) à début août, avec un maximum en juin-juillet. Cette période se rapproche de celle indiquée par EDWARDS à partir de proportions de femelles oeuvées dans les pêches d'adultes et de celle indiquée par NICHOLS et CRYER (1978) à partir de pêches planctoniques.

Sur la côte orientale de l'Angleterre (EDWARDS) la période de ponte du tourteau s'étend de fin novembre à février et l'incubation dure de 7 à 8 mois selon plusieurs auteurs cités par EDWARDS. WEAR (1974) indique pour une température comprise entre 11 et 15°C une diapause de 8 semaines au début de la période d'incubation.



Les 2 stades zoé et la mégalope de l'araignée, *Maia squinado*. (Photo J.L. BIGOT).



Zoé (stade 5) et mégalope de tourteau, *Cancer pagurus*. (Photo J.L. BIGOT).

. *Maia squinado* Herbst, l'araignée

2 stades "zoé", 1 stade "mégalope"

Les zoés sont présentes chaque année d'août à octobre avec un effectif maximal début septembre, lequel correspond toujours au pic de température (fig. 45). Les données de 1978 montrent que les mégalopes apparaissent très peu de temps après les zoés (respectivement fin et début août) en raison notamment de l'existence de deux stades zoés seulement. GRAS et Coll. (1977) précisent qu'à 20°C la métamorphose intervient entre 14 et 15 jours après l'éclosion ; selon SCHLEGEL (1911), la vie larvaire ne dure que 15 ou 16 jours.

Les densités maximales de zoés sont comprises entre 3 et 13 par 10 m³, celles de mégalopes entre 0,1 et 0,7 par 10 m³. La faiblesse de ces densités comparée aux pêches abondantes d'araignées dans la région peut s'expliquer par la quasi-absence des femelles oeuvées dans les captures, celles-ci étant regroupées à 8-10 milles au sud-ouest du cap de Flamanville. En outre, les zoés au stade 1 ne sont pas plus abondantes que les zoés au stade 2 (fig. 46), ce qui contribue, avec les résultats précédents, à montrer que le site n'est pas une zone d'éclosion.

La comparaison des effectifs de zoés avec la température (fig. 45) indiquerait que celles-ci apparaissent entre 15 et 16°C, leur effectif étant maximal pour une température supérieure à 16°C. Cela se rapproche des suppositions de GRAS et Coll. (1977) selon lesquels les larves d'araignée sont rares pour des températures inférieures à 16°C. Toutefois cette correspondance ne suffit pas à établir une relation de causalité entre les températures citées plus haut et l'éclosion des larves, les cycles thermiques annuels se superposant de manière presque parfaite (fig. 5).

L'allure des pics d'abondance de zoés (fig. 46) traduit des éclosions groupées. Par ailleurs, l'étude des adultes n'a pas permis de mettre en évidence plusieurs périodes de reproduction : les femelles oeuvées sont pêchées de mai à août et lors du maximum de juin les oeufs sont en début de développement, leur maturité étant plus avancée fin août. Ces derniers résultats reposent sur un nombre de femelles oeuvées capturées faible, mais joints aux résultats de zooplancton, ils permettent de conclure à l'existence d'une seule ponte annuelle dans le secteur de Flamanville.

Nos résultats concordent avec les observations de HARTNOLL (1965) pour les côtes anglaises. Cet auteur parle également d'une seule ponte annuelle

avec éclosions en septembre. En revanche, DE KERGARIOU (1971, 1975) a observé sur les côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique deux maximums annuels dans le pourcentage de femelles dont les oeufs sont mûrs : vers la fin du mois de juin et durant la seconde quinzaine d'août. Selon cet auteur la plupart des femelles qui "dégrainent" (dont les oeufs éclosent) au début de l'été pondent à nouveau dans les 72 heures qui suivent et une seconde éclosion intervient entre fin août et octobre.

D'après l'équation de DE KERGARIOU (1975) donnant la durée de développement des oeufs en fonction de la température moyenne du milieu pendant l'incubation, la ponte correspondant au pic de zoés au stade 1 de début septembre aurait lieu vers le début du mois de juillet. Ce calcul est probablement très approximatif, d'autant plus qu'il existe pour les oeufs d'araignée une période de diapause de six semaines, après la gastrulation (pour une température comprise entre 11 et 15°C), au cours de laquelle la température n'agit pratiquement pas (WEAR, 1974).

Après l'étude détaillée des trois espèces d'intérêt économique nous allons passer en revue plus sommairement les autres espèces par ordre d'abondance décroissante. Il est possible de former trois groupes :

- . les espèces à densités larvaires maximales dépassant 100 par 10 m³ et présentes quelques mois dans le plancton : *Pilumnus hirtellus*, *Pinnotheres pisum*, *Atelecyclus rotundatus*, *Macropipus* sp. ;
- . les espèces à densités larvaires maximales comprises entre 10 et 50 par 10 m³ et présentes au cours d'une période plus ou moins longue dans le plancton : *Carcinus maenas*, *Ebalia tuberosa*, *Pirimela denticulata*, *Pisa* sp., *Hyas* sp. ;
- . les espèces très peu abondantes en commençant par celles qui sont présentes toute l'année et en terminant par celles dont la présence est très ponctuelle dans le plancton : *Macropodia* sp., *Inachus* sp., *Eurynome aspera*, *Achaeus* sp., *Ebalia cranchi*, *Xantho* sp., *Portumnus latipes*, *Corystes cassivelaunus*, *Thia polita*, *Pinnotheres pinnotheres*.

. *Pilumnus hirtellus* (L.)

4 stades "zoé", 1 stade "mégalo"

Présentes de juillet à octobre ou novembre, les zoés de *P. hirtellus*

atteignent des effectifs importants en août et septembre ; les mégaloques récoltées à partir du mois d'août (fin juillet en 1978) présentent un pic d'abondance dès fin août ou début septembre (fig. 47).

Les densités maximales de zoés sont comprises entre 100 et 300 par 10 m³; les densités maximales de mégaloques entre 3 et 10 par m³, soit environ 30 fois moins importantes (fig. 47).

La quasi absence de décalage entre les pics de zoés au stade 1 et les pics de mégaloques laisserait supposer une durée de développement larvaire assez courte. Selon LÉBOUR (1928 b) cette durée serait de 22 jours.

La proportion de zoés au stade 1 par rapport à la totalité des zoés est assez importante (de l'ordre de la moitié en septembre 1978). Le site de Flamanville représente donc probablement une zone d'éclosion importante pour l'espèce.

. *Pinnotheres pisum* Pennant

4 stades "zoé", 1 stade "mégaloque"

P. pisum est le petit crabe qui se loge dans la coquille des moules où il vit en commensal.

Présentes de juillet ou août à octobre ou novembre, les zoés de *P. pisum* sont abondantes en août et parfois début septembre ; les mégaloques ont été récoltées de fin août ou début septembre à octobre et montrent un pic d'abondance fin août ou début septembre (fig. 48). la quasi-absence de pic d'abondance de mégaloques en 1977 provient probablement d'une confusion entre celles-ci et celles d'*Ebalia* sp. morphologiquement très proche.

Les densités maximales de zoés sont comprises entre 50 et 300 par 10 m³ ; les densités maximales de mégaloques entre 1 et 5 par 10 m³, soit environ 50 fois moins importantes (fig. 48).

Si l'on superpose les courbes relatives à cette espèce et la précédente (fig. 47 et 48) on remarque que les larves de *P. pisum* sont abondantes pendant une période plus courte que celle observée pour *P. hirtellus*.

La proportion de zoés au stade 1 par rapport à la totalité des zoés est faible, de l'ordre du 1/10 (fig. 48). Toutefois, compte tenu de la taille extrêmement petite de cette espèce, il est possible que le maillage 505 µ laisse

passer une partie des zoés et nous ne pouvons dire si le site de Flamanville représente ou non une zone d'éclosion pour l'espèce.

Les résultats de 1978 (fig. 48) montrent un décalage d'un mois entre le pic de zoés au stade 1 et celui des mégalopes. ATKINS (1955) a obtenu en élevage la métamorphose 6 semaines après l'éclosion mais précise que la durée de développement larvaire est certainement moins longue dans le milieu naturel, ce qui rejoindrait nos observations.

Selon le même auteur il y aurait deux pontes par an. Avec un intervalle de temps de 5 jours entre l'éclosion de la première ponte et la ponte suivante et 35 jours d'incubation pour une température de 16-18°C (données de ATKINS) la deuxième éclosion se produirait une quarantaine de jours après la première ce qui ne paraît pas incompatible avec nos résultats. La période de présence des zoés de *P. pisum* à Flamanville correspond d'ailleurs très bien à celle notée par ATKINS à Plymouth.

. *Atelecyclus rotundatus* Olivi

5 stades "zoé", 1 stade "mégalo"

Espèce à reproduction printanière, à la différence des deux espèces précédentes, la présence des zoés d'*Atelecyclus rotundatus* dans le plancton de Flamanville est observée entre les mois de janvier et juillet, et les zoés sont essentiellement abondantes de mars à mai avec un maximum en avril ; les mégalopes ont été récoltées en juin et juillet seulement (fig. 49).

La densité maximale de zoés qui atteint 100 par 10 m³ en avril 1978 n'est que de 30 par 10 m³ en mai 1979 mais l'allure de la courbe laisserait supposer que le pic d'abondance ait été manqué en 1979 ; les densités maximales de mégalopes ne dépassent pas 1 par 10 m³ (effectif maximal obtenu en un point : 2,6 mégalopes par 10 m³) (fig. 49).

La proportion des zoés au stade 1 par rapport à la totalité des stades larvaires est au moins égale aux deux tiers lors des effectifs maximums de 1979. Il semble donc que le site de Flamanville représente une zone d'éclosion relativement importante pour l'espèce.

Le pic des mégalopes se produisant assez tardivement par rapport à celui des zoés au stade 1 (environ 2 mois plus tard) il semblerait que la durée du développement larvaire soit assez longue.

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

5 stades "zoé", 1 stade "mégalo"

D'après LÉBOUR (1928 b) le genre *Macropipus* comprendrait 7 espèces en Manche à Plymouth soit 6 espèces autres que *M. puber*, parmi lesquelles 5 ont été trouvées à l'état larvaire (les larves de *M. corrugatus* n'ayant jamais été pêchées). Les larves de *M. pusillus*, *M. holsatus*, *M. arcuatus*, *M. marmoreus* sont présentes au printemps et en été et celles de *M. depurator*, le crabe le plus commun du groupe, sont présentes presque toute l'année avec une abondance plus élevée au printemps et au début de l'été.

Au cours des dépouillements nous n'avons distingué dans le genre *Macropipus* que l'espèce *M. puber*, la seule présentant un intérêt économique. Toutefois, nous avons observé des juvéniles appartenant aux espèces *M. pusillus*, *M. holsatus* et *M. depurator* ; ces trois espèces sont d'ailleurs les seules relevées à l'état adulte sur le site en dehors de *M. puber* (III^e partie : Biologie Halieutique).

Les zoés de *Macropipus* sp. sont présentes toute l'année, mais essentiellement au printemps et en été ; entre les mois de novembre et janvier nous n'en avons pas toujours observées. Les mégalo ont été récoltées d'avril (ou mai en 1979) à septembre ou octobre (fig. 50).

Les densités maximales de zoés sont comprises entre 30 et 100 par 10 m³ ; les densités maximales de mégalo entre 3 et 15 par 10 m³.

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

4 stades "zoé", 1 stade "mégalo"

Comme les larves du genre *Macropipus* sp., les zoés de *Carcinus maenas* sont présentes toute l'année dans le plancton de Flamanville (il n'y a qu'en octobre et novembre 1978 que nous n'en n'avons pas observées dans les prélèvements), leur période principale de présence se situant de mars à juillet avec un maximum en avril ou mai ; les mégalo, capturées entre les mois d'avril et octobre, présentent un pic fin mai ou début juin (fig. 51).

La densité maximale de zoés est comprise entre 10 et 15 par 10 m³ ; la densité maximale de mégalo entre 2 et 3 par 10 m³ (fig. 51).

Les zoés au stade 1 sont relativement peu abondantes, elles représentent au maximum le tiers des zoés capturées au moment des pics (fig. 51). La majorité des zoés pêchées n'ont donc pas été libérées sur le site. En fait, cette espèce n'est pas caractéristique du site de Flamanville, des effectifs beaucoup plus importants ayant été trouvés sur les autres sites étudiés en

Manche et au sud de la Mer du Nord (Paluel, Penly, Gravelines).

. *Ebalia tuberosa* Pennant

4 stades "zoé", 1 stade "mégaloïpe"

Au cours des dépouillements relatifs au premier cycle annuel nous n'avions pas distingué les deux espèces appartenant au genre *Ebalia* ; toutefois, l'espèce *Ebalia tuberosa* s'étant avérée beaucoup plus abondante, nous avons reporté les résultats de la première année d'étude sur la courbe représentant la variation de la densité des zoés d'*E. tuberosa* (fig. 52).

La période de présence des zoés d'*E. tuberosa* est presque aussi étendue que celle des zoés de *Carcinus maenas*, le mois de décembre étant le seul mois où nous n'en ayons jamais capturées ; la période principale est légèrement décalée par rapport à celle de *C. maenas*: essentiellement capturée entre mai et septembre les zoés sont abondantes en juin, puis en août et/ou septembre ; les mégaloïpes sont présentes de fin juin-début juillet à décembre (fig. 52).

La densité maximale de zoés (au moment du premier pic) est comprise entre 15 et 25 par 10 m³, l'effectif maximum de mégaloïpes trouvé en un point est seulement de 0,6 par 10 m³ (fig. 52).

Une différence très marquée entre cette espèce et la précédente se dégage de l'observation simultanée des figures 51 et 52 : la proportion des zoés au stade 1 par rapport à la totalité des zoés, assez faible dans le cas de l'espèce *Carcinus maenas*, atteint presque 100 % pour *Ebalia tuberosa* et en revanche les mégaloïpes bien représentées dans le cas de l'espèce *Carcinus maenas* le sont très peu pour *E. tuberosa*.

Il semble que le site représente une zone d'éclosion pour l'espèce *E. tuberosa* mais une fois écloses il est probable que les larves ne restent pas sur le site, le nombre de mégaloïpes capturées étant très faible.

. *Pirimela denticulata* Montagu

4 stades "zoé", 1 stade "mégaloïpe"

Une mauvaise connaissance des zoés de *Pirimela denticulata* lors des dépouillements relatifs au premier cycle annuel font que les densités indiquées dans les tableaux sont certainement sous-estimées, ce qui semble logique en regardant la variation de la densité des mégaloïpes très reproductible au cours des 3 cycles (fig. 53).

La période de présence des zoés de *P. denticulata*, un peu moins longue que celle des espèces précédentes, se situe de mars à septembre ou octobre et on observe un seul pic en août 1978 et juin 1979 ; les mégaloques sont capturées de juin à septembre mais on n'observe pas de pic si ce n'est en juin 1979.

La densité maximale de zoés est d'environ 15 par 10 m³ en 1979 ; la densité maximale de mégaloques est comprise chaque année entre 0,5 et 1,5 par 10 m³.

Les zoés au stade 1 représentent le tiers des zoés capturées lors du maximum de 1979.

. *Pisa sp.* Leach

2 stades "zoé", 1 stade "mégaloque"

Les zoés de *Pisa sp.* sont observées au maximum pendant 4 mois, de juillet à octobre (1977), essentiellement en août et septembre (pic en août) ; toutes les mégaloques ont été capturées entre début août et mi-septembre (fig. 54).

La densité maximale de zoés est comprise entre 2 et 10 par 10 m³ ; l'effectif maximum de mégaloques observé en un point est de 0,7 par 10 m³ (fig. 54).

Le site de Flamanville est un lieu d'éclosion pour cette espèce, la presque totalité des zoés capturées étant au stade 1 (fig. 54).

La durée de développement larvaire de cette espèce ne comprenant que 2 stades zoés doit être courte, ce qui semble confirmé par le court intervalle qui sépare le pic des zoés au stade 1 de celui des mégaloques (environ 15 jours).

. *Hyas sp.* Leach

2 stades "zoé", 1 stade "mégaloque"

La période de présence des zoés de *Hyas sp.* est également courte, celles-ci étant observées au maximum pendant trois mois (1978), mais dans le cas de *Hyas sp.* la reproduction est printanière et non pas estivale, le pic ayant lieu en mars ; quelques mégaloques ont été observées en avril, mai ou juin (fig. 55).

La densité maximale de zoés avoisine chaque année 5 par 10 m³.

La presque totalité des zoés capturées étant au stade 1 (fig. 55), le site de Flamanville représente aussi un lieu d'éclosion pour cette espèce.

Pour chacune des 10 espèces qu'il nous reste à étudier, l'effectif maximum de zoés observé en un point a toujours été inférieur à 5 par 10 m³. Aussi, afin d'alléger le texte nous éviterons de parler des densités obtenues pour chacune, celles-ci figurant dans les tableaux de données.

La période de présence de ces espèces dans le plancton est plus ou moins étendue. On trouve des zoés de *Macropodia* sp. et d'*Inachus* sp. toute l'année à Flamanville (fig. 56), ce qui n'est pas le cas sur d'autres sites, surtout pour le genre *Inachus* dont les zoés sont récoltées seulement de mai à décembre à Paluel, de juin à septembre à Gravelines. Les zoés d'*Eurynome aspera* sont présentes pendant deux saisons (fig. 57), le printemps et l'été (mars à octobre), comme à Plymouth, ce qui n'est pas le cas en revanche à Paluel (présence de juin à octobre seulement) et surtout à Gravelines où nous avons noté la présence de mégaloopes uniquement, en septembre 1981. Pour les autres espèces, la période de présence des zoés s'étend au maximum sur une saison, l'été (juin ou juillet à octobre) pour *Achaeus* sp. (1), *Ebalia cranchi*, *Xantho* sp. et *Portunus latipes*, ou le printemps (février-avril) dans le cas de l'espèce *Corystes cassivelaunus* (fig. 58 et 59). Deux espèces enfin n'ont été récoltées dans le plancton qu'en août et début septembre : *Thia polita* et *Pinnotheres pinnotheres* (fig. 59) ; ces espèces sont généralement trouvées en petit nombre dans le plancton de Manche (LEBOUR 1928 a et b, 1947 et ATKINS, 1955). La rareté des zoés de *Pinnotheres pinnotheres* serait liée à leur comportement, celles-ci se maintenant assez près du fond selon BOURDILLON-CASANOVA (1960). En revanche *Thia polita* serait plus abondante au sud de la Mer du Nord ainsi que le suggèrent les travaux de REES (1952) et nos résultats de Gravelines qui montrent une densité maximale de 24 zoés par 10 m³ dans un prélèvement de 1978.

La variation des zoés au stade 1, représentée pour *Macropodia* sp., *Inachus* sp., *Eurynome aspera*, *Achaeus* sp., *Ebalia cranchi* et *Xantho* sp. montre que la plupart des zoés récoltées ont éclos à proximité du site, excepté pour l'espèce *Ebalia cranchi*.

Le stade mégaloope, bien représenté pour *Macropodia* sp., *Inachus* sp. (fig. 56) et *Eurynome aspera* (fig. 57) est capturé seulement de manière sporadique pour *Ebalia cranchi*, *Xantho* sp., *Portunus latipes* et *Thia polita* ; il n'a

(1) En 1977, les zoés d'*Achaeus* sp. n'ont pas été identifiées en raison de la difficulté à les distinguer de celles d'*Inachus* sp.

pas été trouvé dans nos prélèvements dans le cas de *Corystes cassivelaunus* et *Pinnotheres pinnotheres*. L'absence de mégalope d'*Achaeus sp.* ne veut pas dire que nous n'en ayons jamais capturée car nous ne savons pas la distinguer de celle d'*Inachus sp.* De la même façon, l'absence de mégalope d'*Eurynome aspera* en 1977 est probablement due à leur méconnaissance au début de nos travaux.

Les courbes relatives aux zoés de stade 1 montrent que pour la plupart de ces 10 dernières espèces le site représente une zone d'éclosion : parmi les 6 espèces pour lesquelles nous avons fait figurer la variation des stades 1 (fig. 56 à 58), seules les zoés d'*Ebalia cranchi* n'éclosent probablement pas (ou très peu) sur le site. Pour les 4 espèces de la figure 59, espèces peu récoltées dans le plancton de Flamanville nous n'avons pas jugé utile de donner les résultats des zoés au stade 1.

POISSONS TELEOSTEENS

L'embranchement des vertébrés n'est représenté dans le plancton que par les oeufs et larves d'un certain nombre de poissons.

Beaucoup d'espèces présentent à la fois des oeufs et des larves planctoniques (sprat, anchois, maquereau, chinchard, poissons plats) bien que cette phase ne soit pas obligatoire pour les oeufs dont certains sont démersaux (hareng, lançon) ; en revanche, il est rare que les larves ne vivent pas durant un certain temps au sein du plancton, la nutrition des jeunes stades exigeant la présence de particules nutritives (phytoplancton, proies ou particules organiques) de tailles convenables en densité suffisante, conditions qui se trouvent plutôt en pleine eau que sur le fond. Cette phase planctonique permet également une bien meilleure dissémination des oeufs ou des larves à partir de frayères plus ou moins localisées, et pouvant se situer au large, vers des "nurseries" qui sont en grande partie dans les zones côtières, lesquelles conviennent généralement mieux à la vie des larves et des juvéniles.

La durée totale de la phase planctonique est déterminée par le temps d'incubation des oeufs (de quelques jours - 2 ou 3 au minimum - à quelques semaines - 3 au maximum - pour les oeufs pélagiques rencontrés) et l'éthologie des larves. Un certain nombre d'entre elles accèdent à un moment donné de leur croissance à un mode de vie franchement nectonique (poissons pélagiques)

ou benthique (triglidés, poissons plats) ; pour les premiers la vie larvaire planctonique aura duré quelques mois (3 ou 4 mois pour les sprats), pour les seconds quelques jours (sole, d'après EHRENBAUM 1905) à deux ou trois semaines (plie).

Les caractéristiques de la reproduction et de l'ontogénèse chez une espèce donnée sont bien entendu adaptées aux conditions de milieu qu'elle est susceptible de rencontrer durant les premiers stades de sa vie. Il en est ainsi de la fécondité compensant la mortalité (par prédation, conditions trophiques et/ou hydrologiques), de la taille des larves à l'éclosion (déterminée en partie par la richesse des oeufs en vitellus permettant une embryogénèse plus ou moins longue) qui autorise la nutrition à partir de proies plus ou moins grandes, et de la durée de la phase planctonique, laquelle est liée aux nécessités de la dissémination et qui, en retour, agit sur les autres aspects de l'ontogénèse.

Une remarque est à faire ici, car l'interprétation des densités en oeufs doit être prudente, surtout si leur émission est discontinue (générateurs fréquentant le site par vagues, ou émission des oeufs par lots importants espacés) et si la durée d'incubation est courte (4 à 6 jours à 10 -12°C pour la sardine). Selon l'instant du prélèvement par rapport à celui du maximum de ponte, les densités observées peuvent refléter de manière plus ou moins exacte les densités réelles émises : elles dépendront du nombre d'oeufs ayant déjà éclos ou disparu par prédation. Ces comparaisons entre saisons, ou entre sites, sont ainsi rendues délicates pour les espèces présentant ces modalités de ponte (sardine, sprat, maquereau, chinchard).

Cette difficulté est peut être surmontée pour des espèces plus sédentaires (sprat) où la désynchronisation des stades de maturité chez les différents individus présents en un même lieu aboutit à une émission d'oeufs dans le milieu plus régulière.

Enfin, pour les espèces se reproduisant sur le site et dont la ponte est régulière et continue chez un même individu (sole), l'échantillonnage peut être considéré comme reflétant assez bien les densités réelles et la période de ponte.

Dans l'étude qui suit, concernant l'ichthyoplancton de Flamanville, les espèces sont réparties en deux groupes selon qu'elles ont ou non un intérêt commercial, l'ordre dans chaque groupe étant celui de la liste faunistique.

POISSONS D'INTERET COMMERCIAL EFFECTIF ou POTENTIEL

Clupéidés

. *Sardina pilchardus* Walbaum, la sardine

Les oeufs et larves de cette espèce commune en Manche sont très peu représentés sur le site ; ils se rattachent aux populations de Manche constituées de grandes sardines âgées de 4 à 6 ans de la race nord-Atlantique ("pilchards" des anglo-saxons). Ces individus sont considérés comme issus des peuplements du golfe de Gascogne après plusieurs migrations successives vers le nord à la fin de chaque cycle reproducteur annuel, comportement correspondant à la perte progressive de la thermophilie en relation avec l'âge des individus ; corrélativement, a lieu une migration des immatures vers le sud à partir des zones où ils sont nés (FURNESTIN, 1943 et SOUTHWARD et DEMIR, 1974).

En hiver en Manche, on observe une migration d'une partie des individus, les plus jeunes surtout, vers le large, l'ouest et le sud. En revanche, au printemps vers avril-mai, des rassemblements ont lieu notamment au milieu de la Manche occidentale (fig. 60), en vue du frai et de la nutrition (la sardine est planctonophage), la nutrition ne cessant pas durant la reproduction (FURNESTIN, 1943 ; HOLZLOHNER, 1974).

D'autres frayères s'établissent dans des zones plus côtières qui sont également zones de nutrition (ALDEBERT et TOURNIER, 1967 et 1971 ALDEBERT et coll., 1970 ; WHEELER, 1969), entre autres la baie de Plymouth. On peut d'ailleurs considérer l'ensemble de la Manche comme une vaste frayère comportant des secteurs où la ponte est plus importante, notamment à l'intérieur d'une bande médiane joignant les frayères du sud de la Mer du Nord à celles de la Mer Celtique et du golfe de Gascogne, mais également dans quelques zones franchement côtières (WALLACE et PLEASANTS, 1972 ; ANON., 1977 a, document CIEM).

La ponte aurait lieu à proximité du fond et commencerait pour des températures de 9-10°C (FURNESTIN, 1943 ; ARBAULT et LACROIX, 1971) ; par ailleurs en deçà d'une température de 10°C les oeufs ne sont pas viables (SOUTHWARD et DEMIR, 1974 ; RUSSEL, 1976).

La période de reproduction varie en fonction de la latitude ; plus tardive dans les zones septentrionales (FURNESTIN, 1943 ; WALLACE et

PLEASANTS, 1972), elle débute vers avril-mai en Manche occidentale ; les pontes y sont observées jusqu'en automne en raison de l'émission échelonnée des ovocytes, lesquels parviennent à maturité en plusieurs lots successifs chez un même individu au cours d'une saison de ponte (MACER, 1974) et du décalage dans les eaux septentrionales entre les pontes d'individus d'âges différents n'ayant pas les mêmes exigences thermiques pour se reproduire (FURNESTIN) ; les contingents de reproducteurs peuvent ainsi se succéder en un même lieu et les pontes d'un même contingent ne sont pas forcément synchrones.

Nos observations à Flamanville indiquent au cours de la première année (fig. 62 a) deux maximums de ponte, l'un au printemps pour des températures de 10 à 12°C environ, l'autre à la mi-septembre pour des températures de 16°C (ce qui concorde avec les observations de SOUTHWARD et DEMIR pour la frayère de Cornouaille) alors qu'en 1978 et 1979 un seul pic, par ailleurs beaucoup moins important, est observé en mai-juin pour des températures comprises entre 9,5 et 13°C. Les densités maximales observées en 1977, de l'ordre de 2 oeufs par 10 m³, semblent cependant très faibles si on les compare à ceux relevés par SOUTHWARD en Cornouaille (15 à 30 oeufs par 10 m³) ou à ceux relevés par l'ISTPM à Plogoff (80 oeufs par 10 m³) et dont les éléments se rattachent à la grande frayère qui couvre le plateau celtique. La majorité des oeufs observés est aux premiers stades de développement, ce qui indique une ponte sur le site ou à proximité immédiate compte tenu du temps de développement très court de l'oeuf de sardine (2 ou 3 jours au total aux températures rencontrées). Il est à noter que la température limite supérieure pour la ponte de la sardine mentionnée par FURNESTIN (1943) est de l'ordre de 17°C.

Les larves sont récoltées au printemps et en été avec une densité maximale comprise entre 0,2 et 2 par 10 m³ (fig. 62 b), l'effectif maximum atteignant toutefois 8 larves par 10 m³ au point 4 en août 1978.

Les très jeunes larves de clupéidés n'ont souvent pu, en raison de leur taille (comprise entre 4 et 20 mm) être identifiées avec certitude. Il s'agit uniquement de sardines ou de sprats. Le maximum relevé est de l'ordre de 60 larves par 10 m³ en juin 1979 au point 1 (fig. 63). Elles correspondent sûrement aux deux espèces, car c'est au cours de cette mission qu'on observe les maximums de larves âgées de sardine et de sprats.

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

Poisson de petite taille, pélagique planctonophage, le sprat effectue des migrations moins importantes que d'autres clupéidés (WHEELER) ; en Mer du Nord, après les concentrations hivernales dans des zones côtières localisées (WHEELER) suivies de regroupements dans certains secteurs du large, les individus se répartissent en bancs plus petits au début de la phase de nutrition et de la ponte au printemps (SCHULTZ et coll., 1974) et occupent principalement le secteur médian de la Manche et de la Mer du Nord. Une répartition des oeufs et larves conforme à ce schéma (fig. 61) est généralement observée (WALLACE et PLEASANTS, 1972 ; ANONYME, 1977 a). Certaines populations locales (écotypes ou espèces jumelles ?) seraient cependant côtières toute l'année (ORAY, 1965).

Dans le golfe de Gascogne, de la Gironde à la pointe de Bretagne, le frai se produit principalement le long du littoral, en raison peut être de la recherche de salinités inférieures à 35 ‰. (FURNESTIN, citée par ARBAULT et LACROIX, 1971) ; des salinités de cet ordre sont en fait rencontrées dans la majeure partie de la Manche, ce qui expliquerait en partie que le frai du sprat y ait lieu dans toute son aire de répartition.

La température joue également un rôle au moment du frai ; cependant son influence n'est importante pour la localisation des géniteurs qu'au début de la saison de reproduction et dans les zones septentrionales (le frai ne débutant généralement que vers 5-6°C).

En Manche et Mer du Nord, la reproduction peut débuter très tôt, en janvier-février, et s'achève généralement au début de l'été.

Les zones de ponte maximale se déplacent vers le nord au fur et à mesure que la saison avance (WALLACE et PLEASANTS) ; elles se trouvent ainsi en hiver dans le golfe de Gascogne (décembre-février), en février-mars au large de Plymouth, en mars-avril à Paluel et en mai-juin dans le sud de la Mer du Nord à Gravelines.

Ainsi le sprat, réputé être une espèce d'eaux "froides" et côtières, trouve les conditions favorables à sa reproduction en hiver dans le sud de son aire de reproduction (frai observé en février-mars dans le golfe de Gascogne entre 8 et 12°C) et au printemps dans les zones plus septentrionales (à Gravelines, des oeufs ont été recueillis pour des températures extrêmes comprises entre 5 et 17°C, leur maximum de densité se situant au printemps ; ISTPM, 1981 b).

A Flamanville, les oeufs de sprat sont surtout récoltés durant le printemps (fig. 64 a) pour des températures comprises entre 7,5 et 12,5°C. Leurs densités maximales sont respectivement de l'ordre de 1,5, de 0,5 et seulement de 0,25 oeuf par 10 m³ en 1977, 1978 et 1979. Ces densités sont très faibles comparées à celles trouvées sur d'autres secteurs : 20 par 10 m³ à Paluel, 30 par 10 m³ à Penly (Manche est), 200 par 10 m³ à Gravelines (sud de la Mer du Nord). Les effectifs maximums sont rencontrés au niveau des points du large (3 et 4).

La présence d'oeufs au stade I indique des pontes dans le secteur mais la proportion plus importante de stades II suggère que l'essentiel des oeufs pêchés sont apportés par les courants, probablement à partir de frayères situées au large comme c'est le cas habituellement en Manche.

Les larves (fig. 64 b), récoltées de mars à octobre, présentent un pic d'abondance en juin ou juillet, les densités maximales étant comprises entre 0,5 et 3,5 larves par 10 m³. Comme pour les oeufs, ces densités sont plus faibles que celles observées à Gravelines (50 larves par 10 m³), mais elles sont comparables à celles de Paluel et Penly malgré des effectifs d'oeufs nettement plus élevés.

Gadidés

Cette famille de poissons démersaux comporte un bon nombre d'espèces commerciales qui sont l'objet d'une exploitation intensive (ils viennent au second rang dans la pêche mondiale après l'ensemble des clupéidés et engraulidés). Sur le site, à l'état adulte, se trouvent des espèces commerciales comme la morue (*Gadus morhua*), le merlan (*Merlangius merlangus*), le lieu jaune (*Pollachius pollachius*) et la lingue (*Molva molva*) et des espèces importantes sur le plan trophique (espèces "fourrage") comme le tacaud (*Trisopterus luscus*), le capelan (*Trisopterus minutus*) et les motelles (*Onos sp.*).

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

Ne dépassant guère la bordure du plateau continental, la morue (ou cabillaud à la vente en frais), espèce des eaux froides (0 à 10°C), se rencontre le plus souvent dans la partie nord de l'océan Atlantique, la limite sud de l'aide de répartition se trouve au niveau de la Bretagne (BOUGIS, 1976).

Le frai aurait lieu pour des salinités supérieures à 32 ‰, et des températures comprises entre 3 et 9°C. La période de ponte s'étend de décembre à mai suivant les secteurs de reproduction.

A Flamanville seuls quelques oeufs de morue (0,06 par 10 m³) à des stades âgés ont été pêchés en mars 1978 au point le plus au large, pour une température de l'eau de 7,6°C et une salinité de 34,7 ‰. Le temps d'incubation étant assez long, ces oeufs ont probablement été apportés sur le site par les courants.

Aucune larve n'a été observée au cours de cette étude.

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

Le merlan, espèce commune en Manche, semble marquer une préférence pour des fonds meubles situés à de faibles profondeurs (25 à 100 m) où il mène une vie démersale.

La zone de reproduction occupe toute l'aire de répartition de l'espèce à l'exclusion des eaux de salinité inférieure à 32 ‰. (ORAY, 1965). La période de ponte a lieu en Manche de la mi-janvier au sud à juillet au nord, le maximum se produisant vers avril-mai pour des températures supérieures à 9°C (RUSSEL, 1976).

Les oeufs de merlan n'ont pu être dissociés des oeufs de deux autres espèces de gadidés (tacaud et capelan) avec lesquels ils sont regroupés (fig. 65). Par ailleurs, ils peuvent être confondus, surtout au stade I, avec d'autres espèces comme le flet, voire même la limande ; c'est ainsi qu'en 1977 quelques oeufs de merlan ont pu être identifiés en flet ou limande, ce qui expliquerait leur absence totale cette année (fig. 65) alors qu'on observe des larves ; à partir de 1978, nous avons réuni toutes les espèces pouvant être confondues dans un groupe composite (colonne LIMD PLG des tableaux 123 à 125).

La période d'incubation étant relativement longue, de 8 à 12 jours pour des températures de 5 à 12° (RUSSEL), les oeufs sont transportés par les courants et les nurseries peuvent être géographiquement dissociées des frayères.

Les larves sont surtout récoltées à la fin du printemps avec une densité maximale comprise entre 0,1 et 0,3 par 10 m³ (fig. 66) ; l'effectif

maximum observé (0,8 larve par 10 m³ au point 1 en juin 1979), est relativement faible comparé à ceux rencontrés à Paluel (2,5 par 10 m³ en mai 1976) et Grave-lines (4 par 10 m³ en avril 1977).

Ainsi le site de Flamanville fait partie de l'ensemble des zones côtières où le frai de ce poisson peut se produire, mais il n'apparaît pas comme une zone de frai importante.

. *Pollachius pollachius* (L.), le lieu jaune

Cette espèce côtière qui préfère les fonds rocheux, se trouve surtout dans les eaux boréales et tempérées du plateau continental du sud de la Mer du Nord et de l'Atlantique.

La période de ponte s'étend de février à mai suivant la latitude. Les aires de ponte sont très mal délimitées, toutefois l'une d'elles se situe en Manche occidentale.

Aucun oeuf n'a été observé dans nos échantillons au cours de cette étude.

Les larves sont présentes dans nos pêches printanières (fig. 66), mais les effectifs sont relativement faibles (maximum de 0,2 larve par 10 m³).

. *Molva molva* (L.), la lingue

Espèce commune des profondeurs de 150 à 300 mètres, la lingue, encore appelée julienne, se reproduit de mars à juin sur des aires de pontes situées de 60 à 200 mètres de profondeur, s'étendant de l'Islande au golfe de Gascogne.

Aucun oeuf de cette espèce n'a été observé sur le site au cours de cette étude (le frai ayant lieu vers le large) tandis que quelques larves, probablement apportées par les courants, sont présentes dans les prélèvements de mai 1977, juin 1978 et juin 1979.

Serranidés

. *Dicentrarchus labrax* (L.), le bar

De grande valeur commerciale, le bar présente une distribution géographique assez vaste, de la Norvège au Maroc ; on le trouve aussi en Méditerranée.

Ce prédateur carnassier très actif, qui se trouve essentiellement sur le plateau continental, effectue des migrations vers le littoral au printemps et en été, et vers le large en hiver.

Sa période de ponte s'étend d'avril à juin, lorsque la température de l'eau est de l'ordre de 10 à 12°C (BARNABE, 1972).

Au cours de cette étude, quelques oeufs ont été trouvés dans nos échantillons pour des températures de l'ordre de 11°C, l'effectif maximum étant de 0,16 par 10 m³ au point côtier en mai 1978 (fig. 67 a). D'après leur durée d'incubation (4 à 6 jours selon la température) et nos observations, on peut penser que le bar pond sur le site.

La larve, qui mesure 3,6 à 4 mm à l'éclosion, atteint au bout de 15 jours une taille de 13 mm (BARNABE). A Flamanville les larves sont surtout rencontrées dans les pêches de juin et juillet, avec des densités maximales de l'ordre de 0,05 par 10 m³ (fig. 67 b), l'effectif maximum observé en un point avoisinant 0,3 larve par 10 m³ en juin 1977. Dans l'ensemble les tailles s'échelonnent entre 6 et 15 mm. Ces larves très mobiles présentent certainement un évitement important à l'avancée du filet et nos densités sont très probablement sous-estimées.

L'adulte est pêché fréquemment dans les aires sableuses (dans la zone de déferlement) ainsi qu'au niveau du cap rocheux de Flamanville.

Carangidés

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

A l'heure actuelle, le chinchard est apprécié de manière très variable suivant les régions, mais il constitue une ressource halieutique potentielle permettant des apports de fort tonnage.

Cette espèce néritique pélagique, formant des bancs importants, a une vaste aire de répartition géographique allant des côtes de Norvège jusqu'au Sénégal.

Après des concentrations hivernales (fig. 68 a) dans le golfe de Gascogne, en Mer Celtique et à proximité des côtes anglaises (LOCKWOOD, 1977) il se produit des migrations vers le nord-est à travers la Manche au printemps et en été (fig. 68 b), les adultes recherchant alors des conditions favorables à la nutrition et à la reproduction.

La ponte qui est directement liée à des facteurs hydrologiques dont le plus important est la température de l'eau (le frai commence dès que l'eau atteint 11°C ; LETACONNOUX, 1951) se déroule en Manche de mai à septembre (RUSSEL, 1976) et le maximum a lieu l'été au large des côtes hollandaises (fig. 68 b) pour former une frayère très importante (WALLACE et PLEASANTS, 1972).

Sur le site de Flamanville les oeufs sont rencontrés au printemps et en été ; les densités sont très faibles, notamment en 1978 et 1979 où elles ne dépassent pas 0,05 par 10 m³ (fig. 69 a) ; en 1977 cependant, un effectif plus élevé de 0,95 par 10 m³ est observé au point 1. Sur les autres sites les densités maximales sont de 2 oeufs par 10 m³ à Paluel et Penly, et de 100 par 10 m³ à Gravelines.

La grande proportion des oeufs embryonnés nous suggère qu'ils ont été amenés par les courants et la ponte se ferait principalement vers le large, conformément à la répartition générale du frai.

La majorité des larves a été recueillie en été (fig. 69 b) ; elles sont plus abondantes en 1979 (0,3 par 10 m³ en août). Ces larves, qui mesurent 2,6 mm à l'éclosion, ont dans nos échantillons des tailles comprises entre 8 mm et 12 mm.

Mullidés

. *Mullus surmuletus* (L.), le surmulet ou rouget-barbet

De grande valeur commerciale et très appréciée, cette espèce côtière sédentaire présente une vaste distribution géographique, du Sénégal à la Norvège ; il est très commun en Méditerranée.

En Manche, la ponte a lieu de mai à juillet.

A Flamanville quelques oeufs pélagiques recueillis en août 1977 et 1979 ont été attribués à cette espèce, mais aucune larve n'a été observée au cours de l'étude.

Sparidés

Dans cette famille on trouve les daurades qui sont des poissons côtiers de fonds graveleux et rocheux. Il semble qu'ils effectuent des migrations vers le large à l'approche de l'hiver, dans des eaux plus profondes (POLL, 1947).

Aucun oeuf n'a été rencontré dans nos pêches au cours de cette étude (il est à noter qu'une grande partie des oeufs de sparidés est démersale). La période de ponte s'étend de janvier à septembre suivant les espèces.

Les larves de sparidés sont observées dans nos pêches estivales, notamment en juillet 1978 (fig. 70) où leur densité atteint 0,5 par 10 m³. Les critères morphologiques pour la diagnose des larves ne sont pas encore suffisants pour permettre une identification à l'espèce.

Labridés

D'intérêt économique variable suivant les régions, les labres ou "vieilles" sont des poissons côtiers qui recherchent des eaux peu profondes pourvues de plantes marines (zostères) et sont rencontrés principalement dans des endroits rocheux. Ils ont une aire de répartition assez vaste : très commun en Méditerranée, on les trouve également des côtes de l'Afrique jusqu'en Norvège.

La période de ponte des labridés s'étend d'avril à août (plus tôt dans le sud que dans le nord).

A Flamanville, les oeufs pélagiques de *Ctenolabrus rupestris* (les autres espèces ont des oeufs démersaux) ont été identifiés de juin à août en 1977. Les effectifs sont relativement faibles avec un maximum de 1 oeuf par 10 m³ en juillet au point le plus côtier (fig. 70) ; ces densités peuvent cependant être mal estimées en raison de confusions possibles avec les oeufs de limande et de flet, c'est pourquoi à partir de 1978 nous avons réuni les oeufs difficiles à identifier dans un groupe composite (colonne LIMD PLC des tableaux 123 à 125) et seuls les oeufs identifiés avec certitude sont pris en compte à partir de cette date sur la figure 70.

Les effectifs de larves les plus importants (correspondants en majorité aux espèces *Crenolabrus melops* et *Labrus bergylta*) sont rencontrés durant l'été. La densité maximale est d'environ 1 par 10 m³ en juillet 1977 et 1978 et de 1,5 par 10 m³ en juin 1979 (fig. 70) ; les points côtiers sont les plus riches (jusqu'à 4,5 larves par 10 m³ en juin 1979).

Scombridés

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

De grande valeur commerciale en raison des quantités traitées plus que de son prix, cette espèce pélagique migratrice est l'objet d'une pêche importante en Manche.

Cette espèce néritique est présente des deux côtés de l'Atlantique nord ; la race européenne, dont l'aire de répartition s'étend de la Norvège au sud du golfe de Gascogne, comporte deux stocks principaux : celui de la Mer du nord et celui dit de l'"ouest" (golfe de Gascogne, Mer Celtique, Manche), définis notamment par leurs aires principales d'hivernage (fig. 71).

Après une vie benthodémersale pendant cette concentration hivernale, le maquereau mène une vie épipélagique qui est l'amorce, d'une part de la reproduction printanière sur les aires principales de pontes du talus continental du golfe de Gascogne et de la Mer Celtique et, d'autre part, des migrations estivales vers le nord pendant lesquelles se poursuivent le frai et la nutrition. La période de ponte pour le stock de l'"ouest" s'étend d'avril à juillet suivant les secteurs à des températures comprises entre 9 et 17°C.

A partir des frayères principales, la ponte s'étend sur une grande partie de la Mer Celtique avec deux centres d'activité, l'un au sud de l'Irlande, l'autre à l'ouest de l'entrée de la Manche, à partir duquel les aires de reproduction remontent graduellement vers la Manche orientale de juin à juillet (WALLACE et PLEASANTS, 1972 ; COOMBS, PIPE et MITCHELL, 1979).

A Flamanville, les oeufs pélagiques sont surtout rencontrés dans nos prélèvements estivaux (fig. 72 a), mais les effectifs restent très faibles (au maximum 0,3 oeuf par 10 m³) bien que la fécondité du maquereau soit élevée (2.10⁵ à 10⁶ oeufs par femelle suivant la taille) et malgré la proximité de grandes frayères. La présence d'oeufs aux premiers stades et le temps de développement des oeufs relativement court, suggèrent que les pontes ont lieu dans un secteur proche du site.

Quelques larves sont présentes dans les pêches planctoniques estivales (fig. 72 b) avec un effectif maximum de 0,2 larve par 10 m³ au point côtier en juillet 1978.

Triglidés

Les triglidés sont des poissons côtiers grégaires, benthiques, vivants aux faibles et moyennes profondeurs sur des fonds variés.

En Manche, la période de reproduction est longue, de janvier à août suivant les espèces.

A Flamanville les oeufs pélagiques sont rencontrés de juin à août (fig. 67 a), avec des densités maximales de 0,5 par 10 m³ en juillet 1977 et seulement de 0,01 par 10 m³ en juin 1978 et 1979. L'étude des stades de développement de ces oeufs montre que certains d'entre eux sont pondus sur le site même.

Au cours de cette étude, seulement 8 larves dont les tailles varient entre 5 et 14 mm, ont été récoltées dans nos pêches estivales (fig. 67 b).

POISSONS PLATS

Les poissons plats ou pleuronectiformes comportent un grand nombre d'espèces commerciales. Ce sont pour leur quasi totalité des espèces benthiques néritiques pouvant présenter par moments un mode de vie partiellement enfoui (pour les espèces de fonds meubles). La plupart sont côtières notamment au cours de leur phase de nutrition ou de reproduction, activités qui se déroulent pour une espèce donnée approximativement sur les mêmes aires saisonnières et de manière simultanée. Ces deux activités peuvent cependant être légèrement dissociées, à la fois dans le temps et dans l'espace (dans ce dernier cas, essentiellement en fonction de la bathymétrie ou de la richesse en trophobenthos).

Des migrations printanières généralement de faible amplitude amènent les individus sur les aires côtières de nutrition-frai à partir de zones d'hivernage situées plus au large.

Cependant, ces frayères et zones de nutrition sont totalement dissociées chez la plie, laquelle se reproduit en hiver au milieu de la Manche et se nourrit à la côte au printemps.

Les oeufs de poissons plats sont pélagiques et l'importance de leur dérive est variable selon l'espèce et la température ; ils éclosent cependant pour la plupart au voisinage des frayères. Les larves, après une phase pélagique de quelques semaines, quittent le domaine planctonique approximativement au moment de la migration de l'oeil (réalisation de l'asymétrie qui marque la métamorphose chez les poissons plats) et se rapprochent du littoral.

Dans l'ichthyoplancton de Flamanville, les quatre familles de poissons plats sont représentées:

- . scophthalmidés, avec principalement la barbue et le turbot,
- . bothidés avec l'arnoglosse,
- . pleuronectidés avec la plie, la limande et le flet,
- . soléidés avec notamment la sole.

La barbue et le turbot seraient caractéristiques de zones exposées (et sont mieux représentées à Flamanville que sur les sites de Manche est et sud de la Mer du Nord) alors que la plie et la sole seraient plutôt représentatives de zones abritées (RILEY et SYMONDS, 1979). De même, les deux groupes ne fréquentent pas tout à fait le même type de substrat.

Scophthalmidés

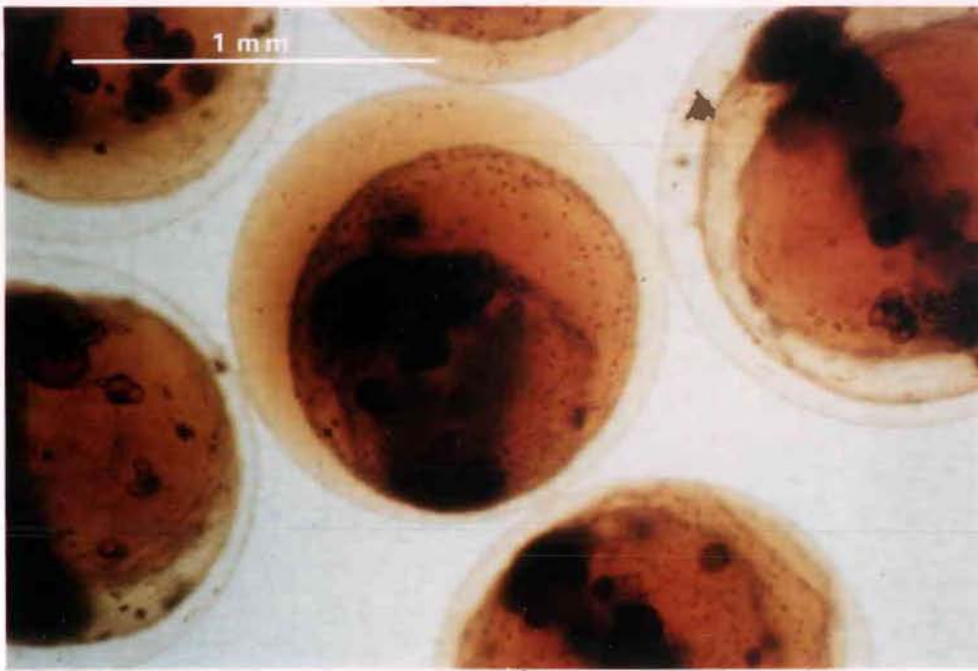
- . *Scophthalmus rhombus* (L.), la barbue

Dans les pêches d'adultes la barbue se trouve généralement mêlée au turbot ; les deux espèces présentent en effet une écologie voisine, fréquentent approximativement les mêmes types de substrats (sable plus ou moins fin, envasé ou graveleux, cailloutis) des zones peu profondes et exposées.

Les densités d'oeufs rencontrées dans le plancton de Flamanville ne sont pas beaucoup plus élevées qu'à Gravelines (site à dominante sableuse du sud de la Mer du Nord) mais leur fréquence est supérieure, liée à celle des adultes. La barbue se reproduisant dans toute l'étendue de son habitat, le site peut être considéré comme une fraction d'importance modérée d'une frayère étendue, bien qu'une partie des oeufs (et larves) puisse être apportée par les courants en raison de leur développement généralement long (15 jours environ).

Dans le détail (fig. 73 a) il semble exister en 1977 et 1978 deux périodes de ponte séparées par une courte période de repos située fin juin (en 1977) ou fin juillet (en 1978) ; ceci pourrait correspondre à la ponte de deux fractions distinctes de la population, la barbue pondant tous ses oeufs en une seule fois.

Les maximums sont plus tardifs en 1978 et 1979 qu'en 1977 en relation avec les températures du début de l'année 1977 plus élevées qu'en 1978 et 1979. Par ailleurs, on n'observe pas en 1979 le deuxième pic de ponte estivale comme lors des années antérieures. Enfin, les maximums décroissent de 1977 à 1979.



Oeuf et larve de la sole,
Solea vulgaris
(Photo B. GUIRAUD).



Larve du turbot,
Psetta maxima
(Photo B. GUIRAUD).

Les larves (fig. 73 b) sont rares dans les prélèvements. Cela pourrait être dû à leur localisation dans une frange côtière très étroite située en deçà de nos points de prélèvements. On les rencontre en juin-juillet et leurs effectifs sont identiques de 1977 à 1979 malgré des abondances d'oeufs différentes.

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

La ponte de cette espèce semble se produire à Flamanville légèrement plus tôt que celle de la barbue (fig. 74 a). Les oeufs sont plus fréquents qu'à Gravelines bien que les maximums soient identiques. On note comme dans le cas de la barbue une décroissance des effectifs de 1977 à 1979 mais on n'observe pas de retard des pontes en 1978 et 1979.

Les larves sont plus abondantes que celles de la barbue (fig. 74 b) alors que les oeufs sont moins abondants ; le site constitue vraisemblablement une nurserie de plus grande importance pour le turbot que pour la barbue.

Pleuronectidés

. *Pleuronectes platessa* (L.), la plie

C'est l'un des poissons plats les plus communs et les plus abondants. La plie vit sur le plateau continental dans des eaux peu profondes et sur des fonds sableux, vaseux ou graveleux.

Le frai a lieu en hiver de novembre à mars (la période du maximum variant suivant la région), principalement au milieu de la Manche et de la Mer du Nord (HOUGHTON et HARDING, 1976). Le développement des oeufs est lent (1 mois environ) et un grand nombre d'individus parviennent à l'état de larves sur les nurseries des côtes de la Mer du Nord à la faveur des courants dominants et des vents ; une fraction moins importante alimente les côtes de la Manche où les principales nurseries sont situées en zone abritée (baies de la Seine, des Veys et du Mont Saint Michel par exemple). Certains secteurs côtiers pourraient constituer ponctuellement des frayères accessoires comme le suggère quelquefois l'examen des stades de maturité sexuelle d'individus capturés à la côte. Il est rare cependant de récolter des oeufs de plie à la côte.

Aucun oeuf de cette espèce n'a été récolté à Flamanville au cours des trois années étudiées et il est peu probable que des pontes aient eu lieu dans le secteur côtier proche. En revanche, des larves ont été récoltées en avril 1977 ainsi que de mars à juin 1978 avec des effectifs relativement faibles (fig. 75 b). Elles provenaient probablement en grande

partie des frayères du centre de la Manche occidentale qui alimentent les nurseries côtières du secteur, notamment celle du golfe normano-breton pour laquelle la côte du Cotentin constitue la marge septentrionale. Le secteur proche du site, notamment les anses sableuses de part et d'autre du cap, ne semblent pas constituer une nurserie pour l'espèce d'après les pêches de juvéniles effectuées au chalut-perche (voir IIème partie Biologie Halieutique).

Il convient cependant de remarquer que les densités de larves de plie en zone côtière sont généralement faibles, même en zone de nurserie (comme à Gravelines), en raison notamment :

- . de la dispersion des larves au moment où elles atteignent les secteurs côtiers compte tenu de l'éloignement des frayères
- . du taux de mortalité dont sont déjà affectées les densités observées du fait de la longueur de la phase pélagique précédente,
- . de la présence fugace de ces larves dans le milieu pélagique côtier étant donné qu'elles sont souvent âgées et proches de leur stade benthique.

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

La limande abonde dans les zones côtières sableuses mais également sur les bancs proches au large. Adultes et jeunes migrent vers des aires de nutrition situées à faible profondeur en été, et vers le large en automne (WHEELER).

La période de reproduction, très longue, peut s'étendre dans certains secteurs de janvier à septembre (EHRENBAUM, 1905 ; RUSSEL, 1976). Le frai a lieu dans tout l'habitat de l'espèce avec une plus grande intensité au-dessus des fonds de moyenne profondeur, de 20 à 40 m (ORAY, 1965 ; WHEELER). Des frayères existent notamment le long des côtes anglaises (RUSSEL, 1976) et les oeufs sont plus abondants au large, surtout en hiver. L'émission des ovocytes d'un individu s'effectue au cours d'une période brève (LAHAYE, 1972) et l'étalement de la période de reproduction est dû à la succession des pontes d'individus différents.

Des confusions, évoquées précédemment à propos du merlan, pouvant être faites surtout au stade I avec les oeufs de certains gadidés (merlan, tacaud, capelan) ainsi qu'avec le flet et une espèce de vieille

(*Ctenolabrus rupestris*), la figure 75 a ne représente, à partir de 1978, que les oeufs de limande identifiés avec certitude.

La longue durée du développement des oeufs de la ponte à l'éclosion (7 jours à 10°C en mai 1977), suggère qu'une partie des oeufs récoltés sur le site provient de secteurs relativement éloignés ; la proportion assez importante d'oeufs aux premiers stades (50 % en mai 1977) indique que des pontes se produisent également dans le secteur proche. Les densités relevées sont supérieures d'un facteur 4 environ à celles notées à Gravelines. Néanmoins, il est possible que du fait de l'émission groupée des ovocytes d'un même individu ces densités soient sous-estimées, l'échantillonnage ne se situant pas obligatoirement au moment le plus favorable.

Ainsi on peut penser que le secteur constitue, pour la limande, une partie d'une frayère étendue couvrant l'ensemble des aires de nutrition printanières de l'espèce dont les plus fréquentées se situent à moyenne profondeur à quelque distance de la côte.

La présence de larves (fig. 75 b) dont beaucoup sont jeunes (la plupart mesurent entre 6 et 8 mm et sont donc proches de l'éclosion) confirme ce point de vue. Leurs effectifs décroissent de 1977 à 1979, phénomène qui avait déjà été noté à propos de la barbue et du turbot ; en 1979, les larves sont totalement absentes des prélèvements. Comme pour la plie, le secteur ne semble pas constituer une nurserie pour l'espèce.

Soléidés

Cette famille est représentée dans les secteurs côtiers de Manche et de Mer du Nord par quatre espèces dont la plus importante sur le plan économique est la sole commune ou "sole", *Solea vulgaris* (= *Solea solea*) ; deux autres espèces, la "sole perdrix", *Solea lascaris* (= *Pegusa lascaris*) et la sole panachée, *Microchirus variegatus* (= *Solea variegata*) sont de taille voisine et sont présentes accessoirement dans les captures commerciales du secteur bien que n'ayant pas strictement la même écologie. Enfin, la "solenette" ou "petite sole jaune", *Buglossidium luteum* (= *Solea lutea*), de la taille d'un céteau, est présente mais n'a pas un grand intérêt halieutique.

Ce sont des espèces néritiques typiques, fréquentes dans des eaux peu profondes à substrats sableux et sablo-vaseux (Gravelines) ou présentant une alternance de tels substrats avec des fonds hétérogènes ou rocheux (Paluel et Flamanville).

. *Solea vulgaris* Quensel, la sole commune

La sole commune peut être considérée comme l'espèce ichthyo-planctonique la plus importante à Flamanville de par sa valeur économique et l'abondance relative de ses oeufs et larves au sein de cette fraction du zooplancton par ailleurs assez pauvre sur ce site. Les densités d'oeufs qu'on y relève (fig. 77) représentent lors des maximums environ 10 à 50 % (selon les années) de celles observées sur un site côtier de Mer du Nord inclus dans un frayère importante (Gravelines) et 25 % de celles relevées en Manche est, à Penly, dans une zone marginale de frayère.

Elles sont de l'ordre de grandeur de celles relevées par RILEY (1974) sur certaines frayères des côtes anglaises du sud de la Mer du Nord et citées comme moyennement importantes (1 à 10 oeufs par 10 m³). Les résultats assez bien reproductibles obtenus au cours de trois périodes de ponte successives à Flamanville suggèrent que le site constitue une frayère, d'importance moyenne à faible cependant.

Les oeufs et larves de sole qu'on y observe sont le fait de géniteurs du stock de Manche distinct de celui de Mer du Nord et divisé en petites populations distribuées le long des côtes anglaises et françaises (ANON., 1979). Leur frai, contrairement à ce qui est observé en Mer du Nord, aurait lieu principalement en eau profonde au-dessus de fonds de 50 m environ. Les résultats de la campagne du N.O. "Corella" en juin 1979 semblent confirmer ce point de vue ; ils mettent en évidence en Manche ouest deux zones de pontes principales situées au large (fig. 76). Des concentrations secondaires sont observées dans le golfe normano-breton au sud et au nord des îles anglo-normandes et pourraient alimenter partiellement le site en oeufs et larves grâce à la phase ouest-est des courants de marée (au large) et à la dérive générale vers le nord-est. Néanmoins la proportion élevée dans nos prélèvements d'oeufs aux premiers stades (50 à 100 %) et l'observation d'un gradient d'abondance vers la côte (vers les points 1 et 4), suggèrent qu'une partie des pontes a lieu dans les secteurs côtiers voisins, vraisemblablement de part et d'autre du cap de Flamanville dans les anses à fonds sableux et graveleux, substrat convenant particulièrement bien à la sole ; ce gradient d'abondance des oeufs et larves vers le littoral, établi dans les anses, serait alors maintenu au droit du cap par les courants parallèles à la côte à proximité de celle-ci.

Dans le secteur la reproduction s'effectue d'avril à septembre environ d'après nos résultats (fig. 77 a). Cette période est identique à celle observée dans des secteurs septentrionaux comme le sud de la Mer du Nord (site de Gravelines) alors qu'on pourrait s'attendre à un décalage compte tenu des températures hivernales plus élevées à Flamanville. Cela peut s'expliquer par le fait que les premières pontes en Manche-ouest s'effectuent vers le large où les températures sont plus faibles qu'à la côte, se rapprochant ainsi de celles de Gravelines.

L'extension de la période de ponte durant une grande partie de l'été (confirmée par l'observation des stades de maturité sexuelle des femelles) peut s'expliquer par les températures estivales moins élevées en Manche-ouest qu'en Manche-est et dans le sud de la Mer du Nord où les pontes s'arrêtent généralement en juin.

Il est cependant possible que la sole de Manche-ouest présente une physiologie différente de celle de Gravelines et que les relations empiriques entre période de ponte et température dégagées à partir des données recueillies dans les zones septentrionales ne soient pas vérifiées à Flamanville, secteur voisin des côtes bretonnes où les soles pondent surtout en hiver. Néanmoins, les soles de Flamanville, par leur ponte typiquement printanière, semblent plutôt se rattacher aux stocks de Manche et de Mer du Nord avec lesquels elles partagent vraisemblablement d'autres caractéristiques écologiques (notamment ponte de 7 à 16°C environ (1) et optimum de 8 à 10°C). On observe par ailleurs à Flamanville, d'une année à l'autre, des décalages du début de la période de reproduction, identiques à ceux observés sur les autres sites et en rapport avec les cycles thermiques annuels.

Les larves présentent des maximums d'abondance décalés d'un mois environ par rapport à celui des oeufs (fig. 77 b). La distribution de leur taille permet de leur attribuer, d'après les données de FONDS (1979) et la température sur le site, un âge approximatif de quelques jours à un mois pour la plupart. Les fluctuations annuelles d'effectifs observées peuvent avoir plusieurs origines :

- . enrichissement variable du site en larves écloses sur des frayères plus ou moins éloignées,

(1) Ces températures constituant les températures létales, respectivement inférieures et supérieures, pour les oeufs (RILEY, 1974 ; IRVIN, 1974).

- . fluctuations quantitatives des pontes : en 1979 les effectifs à la fois d'oeufs et de larves sont plus élevés ; un tel parallélisme n'est cependant pas observé en 1977,
- . mortalité variable des oeufs en fonction de la température et de la prédation,
- . taux de survie variable des larves en fonction des facteurs trophiques principalement.

La proportion moindre de larves comparée aux densités d'oeufs en 1977 par rapport à 1978 pourrait être attribuée comme à Gravelines à une dystrophie des larves en 1977 liée à une baisse de productivité secondaire pélagique. La malnutrition est une cause de mortalité plus importante pour les jeunes larves que pour les larves âgées en raison de la grande sélectivité des premières vis-à-vis du trophoplancton l'éventail de proies possibles étant plus large pour les secondes ; l'absence de jeunes larves en mai 1977 pourrait accrédi-ter cette hypothèse. Cependant, si l'on confronte les données provenant de l'ensemble des sites étudiés ainsi que les données bibliographiques, la survie des larves paraît surtout liée à la production secondaire globale indépendamment de toute considération qualitative.

Malgré que l'échantillonnage soit effectué ponctuellement en milieu ouvert, ce type de comparaison reste dans des limites d'approximations raisonnables, les sites étudiés constituant des indicateurs d'évènements hydrobiologiques affectant l'ensemble du secteur dans lequel ils sont inclus.

La reproductibilité dans le temps des cycles d'abondance des larves laisse entendre que les abords du site constituent une nurserie pour la sole, mais son importance est cependant modérée.

POISSONS D'INTERET COMMERCIAL REDUIT OU NUL

Les oeufs et larves d'espèces non commerciales ou rencontrées de manière sporadique sur le site vont être brièvement examinés. Nous renvoyons le lecteur à la liste faunistique et aux tableaux de données pour une vue exhaustive et précise des résultats.

Belonidés

. *Belone belone* (L.), l'aiguillette ou orpie

Ce poisson côtier de surface est une espèce euryhaline qui se rencontre de la Norvège jusqu'en Espagne. La ponte a lieu de mai à juin dans des eaux à plantes marines auxquelles s'accrochent les oeufs démersaux. En Manche, les larves sont présentes dans le plancton en juillet (ROSENTHAL et FONDS, 1973).

A Flamanville nous n'avons observé que deux larves, l'une en juillet 1977 et l'autre en août 1979.

Syngnathidés

Ces espèces se tiennent de préférence près du fond, leur habitat privilégié étant constitué par les herbiers à zostères.

Cet habitat explique la faiblesse des effectifs trouvés dans les prélèvements. Nous avons seulement observé quelques juvéniles de syngnathes - *Syngnathus acus* (L.), *S. rostellatus* Nilsson, *Entelurus aequoreus* (L.) - et d'hippocampes - *Hippocampus ramulosus* (L.) - à des époques variées.

Gadidés

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

Le capelan est une espèce très commune en Manche, qui fréquente des eaux un peu plus profondes que le tacaud. Non commercial, de petite taille (de 17 à 23 cm au stade adulte), il est un constituant de base de la nutrition de certains poissons comme la morue, le merlan, le merlu et le turbot (WHEELER).

En Manche, la ponte a lieu de février à juin, avec un maximum au début du printemps, à des profondeurs variant entre 50 et 100 mètres.

Sur le site de Flamanville, les oeufs de *T. minutus* n'ont pas été identifiés en raison notamment de la difficulté à les séparer des espèces *M. merlangus* et *T. luscus* (fig. 65) et de confusions possible avec d'autres espèces avec lesquels ils sont parfois regroupés (colonnes LIMD PGL des tableaux 123 à 125).

Les larves sont surtout pêchées au printemps (fig. 78). Leur densité relativement faible sur le site est maximale en avril 1977 et 1978 (respectivement 0,6 et 0,2 par 10 m³) et en juin 1979 (0,4 par 10 m³). Il est à noter que les effectifs de larves présentent souvent un gradient croissant vers le large.

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

Espèces très commune en Manche, le sud de la Mer du Nord semble être la limite septentrionale de son aire de répartition (CHEVEY, 1929). Le tacaud, peu commercialisé en raison de sa conservation difficile, est important sur le plan trophique aux stades larvaires, mais également au stade adulte (poisson "fourrage").

La période de ponte s'étend de janvier à août (époque variable suivant la latitude) avec un maximum d'oeufs au début du printemps dans les eaux côtières (SCHMIDT, 1909). En Manche, la reproduction aurait lieu surtout au-dessus des fonds de 60 m (WHEELER). La ponte s'effectue à des températures de 8 à 10°C et le temps d'incubation varie de 10 à 12 jours suivant la température (RUSSEL, 1976).

A Flamanville, quelques oeufs au stade II ont été identifiés en mars 1978 ; quant aux larves elles sont présentes aux mêmes périodes que celles du capelan (fig. 78), et leurs densités maximales, de 0,2 à 0,4 par 10 m³, sont également faibles.

. *Onos* sp., les motelles

L'ancien genre *Onos* regroupe un certain nombre d'espèces côtières fréquentant des substrats rocheux ou sableux à des profondeurs variant suivant les espèces. Aucune de ces espèces ne présente un intérêt économique mais leurs oeufs et larves ont une importance trophique.

En Manche, cinq espèces sont rencontrées (RUSSEL, 1976) ; il s'agit de deux motelles à trois barbillons, *Gaidropsarus vulgaris* Cloquet et *G. mediterraneus* (L.), d'une motelle à quatre barbillons, *Rhinonemus cimbricus* (L.) et de deux motelles à cinq barbillons, *Ciliata mustela* (L.) et *C. septentrionalis* Collett.

Certaines espèces vivent très près du littoral et même dans la zone intertidale (*C. mustela*, *G. mediterraneus*), d'autres plus au large (*C. septentrionalis*, *G. vulgaris*) ou dans les eaux profondes (*R. cimbricus*).

Des migrations à la côte, ont généralement lieu au printemps (WHEELER). Parmi les oeufs pouvant éventuellement être confondus avec ceux des cinq espèces nous ajouterons ceux de *Raniceps ranimus* (le "Trident").

Les oeufs de motelles sont observés dans presque tous nos prélèvements (fig. 79 a) sauf en novembre-décembre. Cette fréquence élevée indique que plusieurs espèces participent aux effectifs, à des moments différents de l'année. Les densités maximales, observées en mars-avril, sont comprises entre 15 et 25 par 10 m³, l'effectif maximum atteignant 43 oeufs par 10 m³ au point 1 en avril 1977.

Les espèces ne sont pas distinguées, mais les premières pontes peuvent être attribuées à *G. vulgaris* (janvier-février), les suivantes à *C. mustela* (janvier à juin), *C. septentrionalis* (mars-début mai), *R. cimbricus* (mai-août) et enfin les dernières à *G. mediterraneus* et *Raniceps ranimus*, si l'on s'en réfère aux périodes de ponte indiquées par RUSSEL (1976).

Les effectifs de larves présentes dans le plancton d'avril à août (fig. 79 b) sont relativement faibles au cours de cette étude (densité maximale de l'ordre de 1 par 10 m³).

Le site fait partie de l'ensemble des zones côtières où se réalisent le frai et la croissance des larves.

Ammodytidés

Ces poissons de valeur commerciale variable suivant les régions, ont un rôle très important sur le plan trophique car ils servent de nourriture à un grand nombre de poissons démersaux (la plupart des gadidés) et benthiques (poissons plats).

Les espèces les plus communes en Manche sont l'équille (*Ammodytes marinus*, *A. tobianus*, *Gymnamodytes semisquamatus*) et le lançon (*Hyperoplus lanceolatus*, *H. immaculatus*). Ces espèces vivent dans des eaux relativement peu profondes jusqu'à l'isobathe des 40 m (WHEELER) sur des fonds de sable ou de graviers fins.

Les oeufs sont benthiques et l'incubation est longue (2 à 3 semaines pour *H. lanceolatus*, 23 à 26 jours pour *A. marinus*).

D'après RUSSEL (1976), *A. marinus* pond la première (de janvier à mars), *Hyperoplus lanceolatus* pendant la période printemps-été, tandis que pour *A. tobianus*, il existe deux périodes annuelles de reproduction, au printemps et à l'automne, chaque individu ne pondant qu'une fois dans l'année (KOPP, 1979).

A Flamanville nous avons rencontré des larves d'ammodytidés dans la presque totalité de nos prélèvements (fig. 80). La densité maximale, d'environ 2 par 10 m³ en 1977 et 1978, atteind 8 par 10 m³ en juin 1979. D'après nos identifications, les premières larves qui apparaissent sur le site sont *Hyperoplus lanceolatus*, ensuite *H. immaculatus* et enfin *Gymnamodytes semisquamatus* et *A. tobianus*, ce qui peut être en accord avec les données ci-dessus.

Trachinidés

Deux espèces sont présentes en Manche : *Trachinus draco* (la grande vive) et *Trachinus vipera* (la petite vive) beaucoup plus fréquente. Ces poissons sont comestibles, mais ont un faible intérêt économique en raison de leur petite taille (13 à 14 cm pour la petite vive, 40 cm pour la grande vive).

Ces poissons côtiers à vaste distribution géographique, très communs en Méditerranée et sur les côtes européennes de l'Atlantique nord oriental, vivent à de faibles profondeurs sur des fonds sableux dans lesquels ils s'enfouissent. Ils abondent sur les fonds à crevettes, celles-ci constituant leur nourriture principale.

En Manche, la ponte a lieu de mai à septembre. Dans nos pêches les oeufs pélagiques sont surtout rencontrés de mai à août (fig. 81 a), avec des densités maximales (en juillet) relativement faibles, comprises entre 0,2 et 0,4 par 10 m³. Les points côtiers sont les plus riches en oeufs, l'effectif maximum (1,2 oeuf par 10 m³) étant observé au point 0.

Les larves sont surtout pêchées en août et leurs effectifs sont encore plus faibles que ceux des oeufs (fig. 81 b).

Gobiidés

Cette vaste famille comprend de nombreuses espèces de petite taille (de 6 à 15 mm) souvent côtières et vivant en association étroite avec le fond. Certaines espèces grégaires (comme *Aphia minuta* et *Crystallogobius sp.*) ont une vie pélagique.

Les pontes de cette famille (RUSSEL fait état de 19 espèces recensées le long des côtes anglaises) ont lieu surtout au printemps mais s'échelonnent jusqu'en septembre. Les oeufs de tous les gobiidés actuellement connus sont benthiques et attachés à divers substrats.

Pendant la saison de reproduction, jeunes et adultes forment l'une des fractions les plus abondantes du pélagos et constituent un support trophique important pour les poissons.

A Flamanville, les densités maximales de larves sont observées en été (fig. 80) ; elles varient de 3 à 25 par 10 m³ suivant les années avec un effectif maximum d'environ 40 larves par 10 m³ au point 1 en 1979. Sur le site de Gravelines, l'effectif maximum atteint 100 larves par 10 m³.

Callionymidés

RUSSEL (1976) a observé trois espèces dans les eaux britanniques : *Callionymus lyra* (L.) qui se reproduit de fin janvier à août, *Callionymus maculatus* Rafinesque-Schmaltz qui pond de la mi-avril à novembre et *Callionymus reticulatus* Valenciennes dont la période de reproduction s'étend d'avril à septembre.

De vaste répartition géographique (des côtes méditerranéennes jusqu'à la Norvège) ces poissons d'intérêt économique variable suivant les régions sont benthiques et se nourrissent essentiellement d'annélides tubicoles, de crustacés amphipodes et de mollusques bivalves. D'autre part, ils ont un rôle trophique important et sont souvent retrouvés dans les contenus stomacaux des poissons prédateurs démersaux.

Sur le site de Flamanville, les oeufs sont présents dans nos prélèvements du printemps et de l'été (fig. 82 a). Les densités maximales de l'ordre de 0,5 par 10 m³ sont relativement faibles, toutefois on observe jusqu'à 1,5 oeuf par 10 m³ aux points côtiers.

Les larves, plus abondantes que les oeufs, présentent chaque année en mai-juin une densité maximale de 3 à 5 par 10 m³ (fig. 82 b) ; l'effectif maximum rencontré en un point est de 10 larves par 10 m³ en juin 1979.

Blennidés

Les "blennies" vivent à proximité du rivage sur des fonds rocheux en dehors des limites de la zone des marées ou, comme les gobies, dans des cuvettes de rétention de la zone intertidale.

D'après RUSSEL (1976) la ponte de ces espèces est assez étendue (d'avril à septembre). Les oeufs demersaux ont des périodes d'incubation relativement longues, de 4 à 8 semaines suivant les espèces, et les larves sont présentes dans le plancton de mai à octobre, avec un maximum en juillet.

Parmi les quatre espèces de cette famille très commune en Manche, des larves de *Blennius pholis* (L.), *B. gattorugine* (L.) et *B. ocellaris* (L.) ont été identifiées à Flamanville.

Elles ont été rencontrées de juin à octobre (fig. 83) ; leurs densités maximales observées en juillet sont comprises entre 2 et 3 par 10 m³ ; nous avons cependant dénombré jusqu'à 7 larves par 10 m³ aux points les plus côtiers en juillet 1978 et 1979.

Cottidés

Espèces plutôt nordiques (du golfe de Gascogne jusqu'en Islande), les cottidés vivent dans des eaux côtières, à de faibles profondeurs (4 à 60 m) sur des fonds rocheux ou sableux. Euryhalins, on les rencontre même en estuaire.

En Manche, deux espèces sont fréquentes : *Myoxocephalus scorpius* (L.) et *Taurulus bubalis* Euphrasen. Comestibles, ces poissons sont très peu consommés en raison de leur petite taille (environ 20 cm).

Les périodes de pontes s'étendent de décembre à mars pour *Myoxocephalus scorpius* et de janvier à avril pour *Taurulus bubalis* (RUSSEL, 1976). Les oeufs benthiques ont une incubation de 3 à 7 semaines.

A Flamanville, les larves sont récoltées de mars à août ; leurs effectifs sont assez faibles, le maximum étant d'environ 4 larves par 10 m³ en juillet 1978 au point 4 (fig. 83).

Liparidés

Communs en Manche dans des eaux côtières, ces poissons déposent leurs oeufs de décembre à juin sur des algues marines (RUSSEL).

A Flamanville, les larves pélagiques de *Liparis liparis* (L.) et *L. montagui* Donovan sont observées dans les prélèvements de mars à juillet (fig.83) ; les effectifs sont très faibles avec un maximum de 0,2 par 10 m³ en avril 1977 au point 3.

Gobiesocidés

Ces poissons côtiers de petite taille (de 4 à 8 cm) se trouvent jusqu'à des profondeurs de 50 m sur des fonds rocaillieux. En Manche, 4 espèces sont présentes, il s'agit de *Lepadogaster lepadogaster* Bonnaterre, *Lepadogaster candollei* Risso, *Diplecogaster bimaculata* Bonnaterre et *Apletodon microcephalus* Brook.

La ponte a lieu de mai à août (RUSSEL, 1976) et les oeufs sont benthiques.

Quelques larves (surtout *Diplecogaster bimaculata*) sont observées dans nos prélèvements de juin à août (fig. 80) ; l'effectif maximum est de 8 larves par 10 m³ en juillet 1979 au point 4.

POISSONS PLATS

Scophthalmidés

. *Zeugopterus punctatus* Bloch, le targeur

Espèce des fonds rocheux, le targeur est rarement trouvé à plus de 40 m de profondeur (WHEELER) et vit souvent près du littoral. Sa petite taille ainsi que son mode de vie (les individus sont fréquemment plaqués sur les roches dont ils épousent la forme) en font une espèce sans grand intérêt halieutique.

La ponte a lieu au début du printemps.

A Flamanville, des oeufs ont été trouvés en 1978, mais la reproduction a dû également s'effectuer dans le secteur en 1977 et 1979 puisque des larves sont récoltées chaque année à la fin du printemps et en été (fig. 84 b) ; les densités d'oeufs et de larves sont de l'ordre de celles observées pour le turbot et la barbue.

Bothidés

. *Arnoglossus laterna* Walbaum, l'arnoglosse ou fausse limande

Commun dans les eaux côtières du nord de l'Europe, l'arnoglosse vit sur des fonds sableux à profondeur moyenne (jusqu'à 60 m au maximum) ; il ne se rapprocherait pas trop des côtes. L'intérêt commercial de cette espèce est limité notamment en raison de sa petite taille.

Des oeufs ont été récoltés en 1977 avec un maximum en avril (fig. 84 a). Ils sont relativement abondants parmi les oeufs de poissons plats.

Dans certains cas il n'a pas été possible de les distinguer des oeufs d'*Onos sp.* (gadidés). C'est pourquoi nous avons préféré en 1978 et 1979 regrouper les oeufs difficiles à identifier (colonne "ONOS APN" des tableaux 123 à 125). Des pontes de l'arnoglosse ont certainement eu lieu après 1977 puisque les larves ont été pêchées (en août 1979) ..

Pleuronectidés

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

La valeur commerciale locale de cette espèce est peu élevée. Le flet est commun dans les eaux littorales ; plus côtier que la limande, plus euryhalin également, il peut séjourner en estuaire. Comme d'autres espèces, il se déplace vers la côte en été et le large en hiver (WHEELER). Contrairement aux autres poissons plats, les migrations vers les frayères et les zones de nutrition peuvent être de grande amplitude. Celles qui précèdent la ponte s'effectuent souvent en direction du large vers des fonds de 30 à 50 m (WHEELER ; RUSSEL, 1976) en liaison avec la recherche de salinités élevées.

La ponte peut débuter à basse température (4°C d'après ORAY), très tôt dans l'année (mi-janvier) ; elle s'achève généralement au début de l'été (RUSSEL, 1976) et avant celle de la limande. L'émission des oeufs s'effectuant comme pour cette dernière dans un intervalle de temps restreint, l'étalement de la période de reproduction provient de la succession des pontes d'individus d'âge ou d'état physiologique différents.

A Flamanville, les oeufs et larves de flet sont observés à peu près en même temps que ceux de la limande (fig. 75 b). Le développement des

oeufs s'effectuant en une semaine environ aux températures rencontrées, une partie d'entre eux (essentiellement ceux du stade II) proviennent probablement de secteurs situés au large si l'on s'en réfère à la biologie de l'espèce. Cet éloignement peut expliquer, comme c'est le cas pour la limande et la plie, la faiblesse des densités d'oeufs et de larves. Le secteur constitue vraisemblablement une partie d'une frayère étendue représentée par l'ensemble des aires de nutrition des adultes.

Rappelons que des confusions possibles avec les oeufs de limande et de certains gadidés ne permettent pas de connaître leurs densités exactes. La figure 75 b ne considère en fait que les oeufs identifiés avec certitude, les oeufs difficiles à identifier ayant été regroupés, notamment à partir de 1978 (colonnes LIMD PLG, LIMD PLA et LIMD PLC des tableaux 119 à 129).

Soléidés

. *Solea lascaris* Risso, la sole perdrix

De même taille que *S. vulgaris* et fréquentant les mêmes substrats, elle peut être par endroits plus abondante que cette dernière ; les deux espèces semblent s'exclure mutuellement (phénomène de compétition pour la nourriture ou le substrat ?). Elle serait plus commune en Manche-ouest qu'au nord où elle constituerait un migrant saisonnier (WHEELER). Les données concernant sa biologie sont par ailleurs relativement rares. Le mode de maturation des gonades serait identique à celui de *S. vulgaris* (LAHAYE, 1972).

La ponte est observée à Flamanville principalement à la fin du printemps et en été, le maximum se produisant en été. Les oeufs (fig. 77 a) sont plus abondants en 1977, mais les effectifs observés sont faibles ; ils sont toutefois intermédiaires entre ceux obtenus à Gravelines (0,5 oeuf par 10 m³) et ceux observés à Paluel (inférieures à 0,1 par 10 m³).

. *Microchirus variegatus* Donovan, la sole panachée

Espèce d'eaux généralement plus profondes que celles fréquentées par les autres soléidés, on la rencontrerait moins près des côtes (WHEELER) ; son aire principale se situerait le long des côtes occidentales des îles britanniques à l'exclusion de celles de la Mer du Nord (WHEELER note qu'aux endroits où l'espèce est abondante ses larves dominent numériquement parmi les larves de soléidés).

Très sporadiques sur les sites de Paluel et Gravelines, les oeufs de cette espèce sont plus fréquents à Flamanville et plus abondants (2 à 5 fois) que ceux de *Solea lascaris*.

Les pontes sont observées en été (de mi-juin à mi-août avec un maximum en août) ; la période de reproduction semble donc légèrement plus tardive que celle de *S. lascaris*. L'observation des stades de développement permet, dans ce cas là également, de penser à une production proche du site et certainement près des anses sableuses, comme pour les autres soléidés.

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

Espèce d'eaux moyennement profondes des zones sableuses, elle s'approche moins du rivage que *Solea vulgaris* et ne pénètre pas dans les estuaires. *B. luteum* serait plus commune dans le sud de la Mer du Nord où sa répartition est plus hétérogène (WHEELER).

Cette espèce relativement sédentaire et à vaste répartition, pourrait présenter, comme le sprat ou la sole, une différenciation en populations locales adaptées et d'écophysiologie particulière.

Sur tous les sites que nous avons étudiés elle est toujours la première espèce à pondre parmi les soléidés, même à des températures très basses : à Gravelines la ponte commence dès janvier 1977 pour une température de 5,5°C et en mars 1976 pour une température de 5,1°C. On note une telle précocité à Flamanville également ; en avril 1977 on y observe très probablement la fin de la période de reproduction (effectifs peu élevés d'avril à début juin) alors qu'en 1978, année à ponte plus tardive pour beaucoup d'espèces, le pic de reproduction se situe en mars et début avril (à 8 -9°C).

Les abondances relevées sont du même ordre de grandeur qu'à Gravelines ; en mars-avril 1978 le point 4 domine très largement (fig. 77 a) et la plupart des oeufs sont aux premiers stades de développement ce qui suggère une origine proche. La reproduction a probablement lieu sur l'ensemble du secteur côtier avec une prédominance des zones moyennement profondes à quelque distance de la côte.

Là encore, on observe comme dans le cas des autres poissons plats (hormis *Solea vulgaris*), des pontes moins importantes en 1979 ; la comparaison avec 1977 ne peut pas être faite étant donné que le maximum se situe vraisemblablement avant la date du premier prélèvement. Cependant on peut penser qu'à l'instar de nombreuses espèces, ce maximum est plus élevé que celui de 1978, phénomène très net à Gravelines pour *B. luteum*.

CONCLUSION

Comme l'a décrit L. CABIOCH dans le rapport d'Avant-projet du site de Flamanville (CNEXO, 1976), la Manche est le siège d'une augmentation faunistique d'est en ouest, liée à une plus faible amplitude des variations saisonnières des paramètres hydrologiques vers l'ouest, notamment de la température. Ainsi, le nombre de taxons (larves de décapodes et oeufs et larves de poissons) inventoriés jusqu'à présent sur les sites étudiés dans l'extrême sud de la Mer du Nord et en Manche par l'I.S.T.P.M. est de 84 à Gravelines, 96 à Paluel et 117 à Flamanville (1), alors que l'amplitude thermique observée dans ces mêmes secteurs en 1979, année pour laquelle nous possédons les résultats relatifs à chaque site, est de 14,5°C pour Gravelines, 12,5°C pour Paluel et seulement 8,7°C pour Flamanville.

Ces conditions de plus en plus continentales d'ouest en est limitent la progression des espèces provenant des masses d'eau océaniques et, de façon plus significative, la progression de celles pénétrant en Manche occidentale par le nord ouest (espèces boréales ou boréo-arctiques), le Cotentin constituant une barrière pour ces deux types d'espèces.

Le site de Flamanville se caractérise donc par une assez bonne richesse en espèces planctoniques.

A ce gradient d'origine climatique s'ajoutent le découpage des côtes qui présentent une extrême diversité de conditions écologiques et, pour le secteur de Flamanville plus particulièrement, l'hétérogénéité des substrats, ces deux caractéristiques allant également dans le sens de l'augmentation du nombre des espèces.

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

Les variations saisonnières de la température au cours des trois années montrent des cycles annuels dans l'ensemble assez reproductibles. La faiblesse des gradients horizontaux et verticaux entraîne l'absence de thermocline, même saisonnière, et témoigne de l'importance du brassage continu dû aux courants de marée dans cette zone côtière de faible profondeur

(1) Ces chiffres représentent les nombres d'espèces, ou de familles lorsque l'identification à l'espèce n'a pas été effectuée systématiquement à l'intérieur d'une famille et ceci de la même manière pour les 3 sites.

Les fluctuations de la salinité sont peu importantes et les cycles annuels sont également reproductibles.

Les concentrations en sels minéraux (nitrates et phosphates) sont inférieures à celles observées en Manche-est et dans le sud de la Mer du Nord, mais les variations saisonnières, surtout liées au rôle biologique de ces sels nutritifs, présentent la forme générale habituelle.

ZOOPLANCTON

Nos prélèvements zooplanctoniques ont permis d'identifier un total de 180 taxons environ dont la plupart correspondent à des espèces. La diversité faunistique se retrouve dans tous les groupes zooplanctoniques étudiés dont les principaux sont les grands copépodes (holoplanctoniques), les larves de crustacés benthiques et les oeufs et larves de poissons nectoniques et benthiques. Les oeufs et larves de la plupart des espèces d'importance commerciale de crustacés et de poissons ont pu être récoltés dans le secteur de Flamanville. Les autres espèces, non exploitées, ont une importance trophique lorsqu'elles sont présentes en grande quantité.

. Le contingent de grands copépodes est beaucoup plus élevé qu'en Manche-est, la plupart d'entre eux étant d'affinité océanique.

. Les mysidacés, crustacés benthopélagiques, montrent une diversité plus grande que sur les autres sites, mais présentent des effectifs nettement inférieurs donc une biomasse trophique moindre.

. On retrouve les deux groupes principaux de prédateurs holoplanctoniques, l'un constitué des cténaires *Pleurobrachia pileus* et *Beroe cucumis* qui se succèdent au printemps et en été, l'autre formé par les chaetognathes à maximum automnal et hivernal. Les densités de ces prédateurs relevées au cours de cette étude sont nettement inférieures à celles rencontrées sur les autres sites de Manche-est et du sud de la Mer du Nord.

Larves de décapodes

La diversité en décapodes du secteur de Flamanville est supérieure à celle observée sur les autres sites. C'est ainsi que parmi les larves d'espèces commerciales on capture régulièrement celles du homard et plus sporadiquement celles de la langouste. Parmi les larves des autres

espèces commerciales (araignée, tourteau, étrille, crevettes grise et rose) observées également dans des secteurs situés plus à l'est, celles d'araignée et de tourteau sont plus abondantes à Flamanville, ainsi que celles de palaemonidés (comprenant la crevette rose) malgré des effectifs très faibles ; en revanche, les larves d'étrille et surtout de crevette grise sont moins abondantes.

Le site de Flamanville regroupe par ailleurs un certain nombre d'espèces de crustacés décapodes non commerciaux, dont les larves sont très bien représentées dans le plancton. Les larves les plus abondantes (effectif maximum dépassant largement 100 par 10 m³) sont celles d'*Upogebia* sp. du groupe des reptantia macroures, celles de *Pisidia longicornis*, de deux galathés (*Galathea squamifera* et *G. intermedia*) et d'un pagure ou bernard l'hermite (*Pagurus bernhardus*) appartenant au groupe des reptantia anomoures, enfin parmi les larves de crabes (reptantia brachyours) celles de *Pilumnus hirtellus*, *Pinnotheres pisum*, *Atelecyclus rotundatus*.

La distinction des stades larvaires montre que le secteur représente une zone d'écloserie pour la plupart des espèces de crabes et de reptantia anomoures et macroures, ce qui n'est pas le cas pour l'ensemble des crevettes dont les larves éclosent probablement dans des secteurs voisins et sont amenées par les courants sur le site.

Ichthyoplancton

La faune ichthyoplanctonique du secteur de Flamanville, de même que les groupes précédents, est plus diversifiée que celle de Manche est et du sud de la Mer du Nord ; en revanche, elle est nettement moins abondante, notamment pour la plupart des espèces commerciales.

La diversité spécifique résulte en partie de l'influence des substrats locaux pour les poissons démersaux (gadidés, labridés, sparidés, bar et surmulet) et benthiques (essentiellement poissons plats) et de la présence au large d'aires de nutrition et de reproduction pour les poissons pélagiques.

Le frai des poissons pélagiques planctonophages (sardine, sprat, chinchard, maquereau) est peu représenté à Flamanville. Ce site ne constitue ni une frayère, ni une nurserie importante pour ces espèces, en

dépit de la présence au milieu de la Manche occidentale d'importantes aires saisonnières de nutrition et de reproduction ; seuls quelques géniteurs issus de ces peuplements viennent se reproduire sur le site.

. Pour les poissons démersaux (gadidés, labridés...) le site n'apparaît pas non plus comme une zone de frai importante ; il fait seulement partie de l'ensemble des zones côtières où le frai de ces poissons peut se produire.

. Les quatre familles de poissons plats sont représentées. Bien qu'il fasse partie de secteurs privilégiés, le site ne constitue, pour la barbue et le turbot qu'une frayère et nurserie de faible importance, incluses dans l'ensemble des aires saisonnières côtières de nutrition-frai. La limande et le flet se reproduisent vraisemblablement à proximité du site plutôt vers le large, mais le secteur ne semble pas constituer une nurserie importante pour ces espèces. En revanche, la sole peut être considérée comme l'espèce ichthyoplanctonique la plus importante à Flamanville de par l'abondance relative de ses oeufs et larves au sein du plancton et bien sûr en raison de sa valeur commerciale.

Les résultats obtenus pour les groupes que nous venons d'énumérer sont, comme en hydrologie, assez bien reproductibles d'une année à l'autre, tant en ce qui concerne la période de présence des oeufs, larves ou individus adultes (holoplanctoniques), que pour les densités. De plus, la variation des effectifs entre les différents points de prélèvement est inférieure à celle observée sur d'autres sites et ne fait ressortir aucune structure spatiale particulière, ce qui est la conséquence d'un brassage important des eaux dans la région de Flamanville.

Ces résultats sont en accord avec ceux du CNEOX (1979) qui, par l'utilisation de traitements mathématiques relevant de l'analyse en composantes principales, confirme qu'il n'existe ni gradient côte-large, ni cycle de marée.

BIBLIOGRAPHIE

- ALDEBERT (Y.), 1975. - Comparaison des rendements du "Bongo". - Rapport F.A.O. ISTPM.
- ALDEBERT (Y.) et TOURNIER (H.), 1967. - Reproduction de la sardine dans le golfe du Lion, son importance pour l'avenir de la pêche.- Science et pêche, Bull. Inst. Pêches marit., n° 159 : 1-7.
- ALDEBERT (Y.) et TOURNIER (H.), 1971. - La reproduction de la sardine et de l'anchois dans le golfe du Lion.- Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 35 (1) : 57-75.
- ALDEBERT (Y.), CASANOVA (J.P.) et TOURNIER (H.), 1970. - Milieu physico-chimique et biologique (plancton) et ponte de l'anchois et de la sardine dans le golfe du Lion en juin et décembre 1967.- Journées Etud. planctonol. : 127-131, CIESM, Monaco.
- ALLEN (J.A.), 1963. - The biology of *Pandalus montagui*.- J. mar. biol. Ass. U.K., 43 (3) : 665-682.
- ALLEN (J.A.), 1965. - Observations on the biology of *Pandalina brevirostris* (decapoda : crustacea).- J. mar. biol. Ass. U.K., 45 (2) : 291-304.
- ANON, 1977 a. - Provisional information and data allocation of ressources under the new extended national fisheries jurisdiction regime.- Cons. int. Explor. Mer, Comité des Poissons pélagiques (nord), H : 2, appendix.
- 1977 b. - Gestion rationnelle des fonds à homards de la côte ouest.- Rapport scientifique et technique. Etablissement public régional de la Basse-Normandie édit. 52 p.
- 1979. - The biology, distribution and state of exploitation of fish stocks in the ICES area, part II.- Cons. int. Explor. Mer, Coop. Res. Report, 86.
- ANSELL (A.D.) et ROBB (L.), 1977. - The spiny lobster *Palinurus elephas* in Scottish waters.- Mar. Biol. 43 : 63-70.
- ARBAULT (S.) et LACROIX (N.), 1971. - Aire de ponte de la sardine, du sprat et de l'anchois dans le golfe de Gascogne et sur le plateau Celtique. Résultats de 6 années d'études.- Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 35 (1) : 35-56.
- ARBAULT (S.) et LACROIX (N.), 1975. - Essais comparatifs des pouvoirs de capture de 2 filets à plancton (Gulf III encased et Bongo).- Cons. int. Explor. Mer., comité des poissons pélagiques (sud). J : 8.
- ATKINS (D.), 1955. - The post-embryonic development of British *Pinnotheres* (Crustacea).- Proc. Zool. Soc. London n° 124 : 687-715.
- BARNABE (G.), 1972. - Contribution à l'étude de la biologie du loup (*Dicentrarchus labrax*, L.) de la région de Sète.- Thèse 3ème cycle, Univ. Sc. Techn. Languedoc, Montpellier.

- BEAUDOUIN (J.), 1975. - Copépodes du plateau continental du golfe de Gascogne en 1971 et 1972.- Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 39 (2) :121-169.
- BIGOT (J.L.), 1979. - Identification des zoés de tourteau (*Cancer pagurus*, L.) et d'étrille (*Macropipus puber*, L.).- Comparaison avec d'autres zoés de morphologie très voisine.- Cons. int. Explor. Mer, Comité de l'océanographie biologique, L : 17.
- BORASCHI (L.), 1921. - Mem. R. Com. talassogr. ital., 87, 32 p.
- BOUGIS (P.), 1974. - Ecologie du plancton marin. II : le zooplancton.- Masson edit., Paris.
- BOUGIS (P.), 1976. - Océanographie biologique appliquée : l'exploitation de la vie marine .- Masson édit., Paris, New-York, Barcelone, Milan.
- BOURDILLON-CASANOVA (L.), 1960. - Le méroplancton du golfe de Marseille.- Rev. Trav. Sta. mar. Endoume, 30 (18), 286 p.
- BOUVIER (E.L.), 1914. - Recherches sur le développement post-embryonnaire de la langouste commune *Palinurus vulgaris*.- J. mar. biol. Ass. U.K., 10 (2) : 179-193.
- BRANFORD (J.R.), 1978. - Influence of daylength, temperature and season on the hatching rhythm of *Homarus gammarus*.- J. mar. biol. Ass. U.K., 58 (3) : 639-658.
- CAMPILLO (A.) et AMADEI (J.), 1978. - Premières données biologiques sur la langouste de Corse, *Palinurus elephas* Fabricius.- Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 42 (4) : 347-373.
- CARAYON (J.), 1942. - Sur le stade glaucothoé du pagure *Clibanarius misanthropus* et sur l'établissement de la dissymétrie chez les pagures.- C. R. Acad. Sci. Paris, 214 : 387-389.
- CARPENTER (J.H.), 1973. - Tables océanographiques internationales.- Vol. 2, National Inst. Oceanogr. Grande Bretagne et UNESCO édit.
- CHARDY (P.) et LAUREC (A.), 1979. - Limites attachées au traitement mathématique des données dans la définition d'un état de référence écologique.- In : Influence des rejets thermiques sur le milieu vivant en mer et en estuaire, II, journées de la thermo-écologie, EDF, Dir. de l'équipement édit., Paris.
- CHEVEY (P.), 1929. - Le tacaud (*Gadus luscus*). Résumé de nos connaissances actuelles sur ce poisson.- Rev. Trav. Off. Pêches marit., 2 (1) : 75-94.
- CNEXO, 1976.- Etude écologique d'Avant-Projet sur le site de Flamanville.- Station biologique de Roscoff et Centre national pour l'Exploitation des Océans, édit. Paris.
- CNEXO, 1979.- Etude écologique de Projet sur le site de Flamanville : 2ème cycle.- Centre national pour l'Exploitation des Océans, édit. Paris.

- COLEBROOK (J.M.) et ROBINSON (G.A.), 1963. - Ecological differentiations in the plankton on the waters around the British Isles.- In : Speciation in the sea, Systematics Association Publications, n° 5, HARDING J.P. et TEBBLE N.-The systematic Association édit., Londres.
- COOMBS (S.H.), PIPE (R.K.) et MITCHELL (C.E.), 1979. - The vertical distribution of fish eggs and larvae in the eastern north Atlantic and North Sea.- Cons. int. Explor. Mer., Symposium on Early life History of Fish, DA : 3.
- DECHANCE (M.) et FOREST (J.), 1958. - Les glaucothoés de *Catapaguroides timidus* (Roux) et de *Clibanarius erythropus* (Latreille). Remarques sur le stade postlarvaire des Paguridés.- Bull. Soc. Zool. France, 83 (2-3) : 274-293.
- EDWARDS (E.), 1979. - The edible crab and its fishery in British waters.- Fishing News Books, England, édit., 142 p.
- EHRENBAUM (E.), 1905. - Eier und larven von fischen.- Nordishes plankton zool., 1 : 1-216.
- FAGE (L.), 1933. - Pêches planctoniques à la lumière effectuées à Banyuls-sur-Mer et à Concarneau.- Arch. Zool. exper. gén. 76 : 105-248.
- FONDS (M.), 1979. - Laboratory observations on the influence of temperature and salinity on development of the eggs and growth of the larvae of *Solea solea* (Pisces).- Mar. Ecol. Prog., ser. 1 : 91-99.
- FRONTIER (S.), 1972. - Calcul de l'erreur sur un comptage du zooplancton.- J. exp. mar. Biol. Ecol., 8 : 121-132.
- FURNESTIN (J.), 1943. - Contribution à l'étude biologique de la sardine Atlantique (*Sardina pilchardus* Walbaum).- Rev. Trav. Pêches marit., 13 (1-4) : 221-386.
- GIBSON (F.A.) et O'RIORDAN (C.E.), 1962. - *Palinurus vulgaris* (L.), the crawfish in Irish waters.- Rapp. P.V. Réunion. Cons. perm. int. Explor. Mer., 156 : 47-49.
- GONZALES (E.), 1978. - Introduction of estudio de una poblacion de *Macropipus puber*, L. (decapoda brachyoura), en la ria de arosa (Galicia-Espana).- Bol. Inst. Espa. Oceano., 4 (1) : 71-80.
- GRAS (H.), MECHIN (P.), TARAUD (R.) et AUDINEAU (P.), 1977. - Note préliminaire concernant l'influence des chocs thermiques sur les larves de l'araignée de mer *Maia squinado* L.- In : Influence des rejets thermiques sur le milieu vivant en mer et en estuaire. Journées de la thermoécologie, EDF Dir. Equipement édit., Paris.
- HARTNOLL (R.G.), 1965. - The biology of spider crabs : a comparaison of British and Jamaïcan species.- Crustaceana : 9 (1) : 1-16.
- HEPPER (B.T.), 1977. - The fishery for crawfish, *Palinurus elephas* off the coast of Cornwall.- J. mar. biol. Ass. U.K., 57 : 925-941.

- HERAL (M.), WOEHLING (D.), HALGAND (D.) et LASSUS (P.), 1976. - Utilisation du filet à plancton du type "Bongo".- Cons. int. Explor. Mer., Comité du Plancton, L : 19.
- HOLZLÖHNER (S.), 1974. - Fichery for and stock composition of pilchard (*Sardina pilchardus* Walbaum) in the western Channel.- Cons. int. Explor. Mer., Comité des Poissons pélagiques (sud), J : 10.
- HORWOOD (J.W.) et DRIVER (R.M.), 1976.- A note on a theoretical subsampling distribution of macroplankton.- J. Cons. int. Explor. Mer., 36 (3) : 274-276.
- HOUGHTON (R.G.) et HARDING (D.), 1976. - The plaice of English Channel spawning and migration.- J. Cons. int. Explor. Mer., 36 (3) : 229-239.
- IRVIN (D.N.), 1974. -Temperature tolerance of early developmental stages of dover sole, *Solea solea* (L.).- In : The early life history of Fish BLAXTER J.H.S. Editeur Springer-Verlag édit., Berlin Heidelberg, New-York.
- ISSEL (R.), 1910. - Ricerche intorno alla biologia ed alla morfologia dei Crostacei decapodi. Parte I : Studi sui Paguridi.- Arch. Zool. ital., Napoli, 4 : 231-286.
- I.S.T.P.M., 1979.- Site de Flamanville, Rapport sur le premier cycle annuel de l'étude de Projet, Zooplancton.- Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes.
- 1980.- Site de Penly, Rapport sur le premier cycle annuel de l'étude de Projet, Zooplanctonologie.- Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes.
- 1981 a.- Site de Flamanville, Rapport de fin d'étude de Projet, IIème partie : Biologie halieutique.- Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes.
- 1981 b.- Site de Gravelines, Rapport de fin d'étude de Projet, Ière partie : Zooplanctonologie halieutique.- Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes.
- 1981 c.- Site de Gravelines, Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, année 1980.- Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes.
- 1981 d.- Site de Paluel, Rapport de fin d'étude de Projet, Ière partie : Zooplanctonologie halieutique.- Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes.
- 1981 e.- Site de Paluel, Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, Ière partie : Zooplanctonologie, année 1978.- Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes.
- 1981 f.- Site de Paluel, Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, Ière partie : Zooplanctonologie, année 1979.- Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes.
- 1981 g.- Site de Paluel, Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, Ière partie : Zooplanctonologie, année 1980.- Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes.

I.S.T.P.M., 1982 a.- Site de Paluel, Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques : Zooplanctonologie, année 1981.- Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes.

— 1982 b.- Site de Gravelines, Etude de Surveillance écologique des ressources halieutiques, année 1981.- Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, édit., Nantes.

IVANOFF (A.), 1972. - Introduction à l'océanographie, propriétés physiques et chimiques des eaux de mer.- Coll. enseignement à la Recher. océanogr., tome I Vuibert édit., Paris.

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.

KERGARIOU (G. de), 1971. - L'araignée de mer (*Maia squinado* H.) sur le littoral de Bretagne.- Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches Marit., n° 205.

1975. - Contribution à l'étude de la reproduction de l'araignée de mer (*Maia squinado*).- Cons. int. Explor. Mer., Comité des Crustacés et Benthos, K : 34.

KOOP (J.), 1979. - Etude des structures démographiques des captures d'Ammodytidae (lançons) de la est du Cotentin.- Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit., n° 295 : 1-18.

LAHAYE (J.), 1972. - Cycles sexuels de quelques poissons plats des côtes bretonnes.- Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 36 (2) : 191-207.

LAUREC (A.) et CHARDY (P.), 1977. - Réflexions écologiques sur l'utilisation des modèles mathématiques dans le cadre des programmes d'étude des sites de centrales en bordure de mer.- In : Influence des rejets thermiques sur le milieu vivant en mer et en estuaire, Journées de la thermoécologie, EDF Dir. Equipement édit., Paris.

LEBOUR (M.V.), 1925. - The Euphausiidae in the Neighbourhood of Plymouth. II. *Nyctiphanes couchii* and *Meganyctiphanes norvegica*.- J. mar. biol. Ass. U.K., 13 : 810-847.

— 1928 a.- Studies of the Plymouth Brachyure. II . The larval stages of *Ebalia* and *Pinnotheres*.- J. mar. biol. Ass. U.K., 15 (1) : 109-118.

— 1928 b. - The larval stages of the Plymouth Brachyura.- Proc. zool. Soc. London : 473-560.

— 1930 a. - The larval stages of *Caridion* with a description of a new species *C. steveni*.- Ibid. : 181-194.

— 1930 b. - The larvae of the Plymouth Galatheidæ. I. *Munida banffica*, *Galathea strigosa* and *Galathea dispersa*.- J. mar. biol. Ass. U.K., 17 () : 175-187.

— 1931 a. - The larvae of the Plymouth Galatheidæ. II. *Galathea squamifera* and *Galathea intermedia*.- J. mar. biol. Ass. U.K., 17 (2) : 385-390.

- _____ 1931 b. - The larvae of the Plymouth Caridea. I : The larvae of the Crangonidae. II : The larvae of the Hippolytidae.- Proc. Zool. Soc., Londres : 1-9.
- _____ 1932 a. - The larval stages of the Plymouth Caridea. III : The larval stages of *Spirontocaris cranchi* (Leach).- Ibid. : 131-137.
- _____ 1936. - Notes on the Plymouth species of *Spirontocaris*.- Ibid. : 98-104.
- _____ 1940. - The larvae of Pandalidae.- J. mar. biol. Ass. U.K., 24 (1) : 239-252.
- _____ 1947. - Notes on the inshore plankton of Plymouth.- Ibid. : 26 (4) : 527-547.
- LE ROUX (A.), 1963. - Contribution à l'étude du développement larvaire d'*Hippolyte inermis*, Leach (crustacé décapode macroure).- C.R. Acad. Sc., Paris, n° 256 : 3499-3501.
- LETACONNOUX (R.), 1951. - Contribution à l'étude des espèces du genre *Trachurus* et plus spécialement *Trachurus trachurus* (Linné 1758).- Mem. Off. scient. tech. Pêches marit., 15 : 1-67.
- LOCKWOOD (S.J.), 1977. - Horse mackerel, *Trachurus trachurus*.- Laboratory leaflet, 38.
- LUMBY (J.R.), 1935. - Salinity and temperature of the English Channel.- Fish. Invest., 2 (14) : 1-67.
- MAC DONALD (J.D.), PIKE (R.B.) et WILLIAMSON (D.I.), 1957. - Larvae of the british species of *Diogenes*, *Pagurus*, *Anapagurus* and *Lithodes* (Crustacea, decapoda).- Proc. zool. Soc., Lond., 128 (2) : 209-257.
- MACER (C.T.), 1974. - Some observations on the fecundity of the pilchard (*Sardina pilchardus* Walbaum) off the South-West Coast of England.- Cons. int. Explor. Mer., Comité des Poissons pélagiques (sud), J : 9.
- MALHERBE (J.F.) et MANOHA (B.), 1977. - Centrale de Flamanville - Avis C.- Influence courantologique et thermique.- EDF, Dir. Equipement édit., Paris.
- MARTIN (J.), 1980. - Abondance des larves d'étrille (*Macropipus puber*, L.), d'araignée (*Maia squinado*, Herbst) et de tourteau (*Cancer pagurus*, L.) sur la côte ouest du Cotentin (Manche) de 1977 à 1979.- Cons. int. Explor. Mer., Comité des mollusques et crustacés, K : 21.
- 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.
- MEIXNER (R.), 1968. - Reproduction of the sand shrimp *Crangon crangon* (L.).- Fish. Rep. FAO 57 (2) : 259-264.

- NICHOLS (J.H.) et CRYER (M.), 1978. - Hatching areas and drift of the plancktonic ; stages of the edible crab *Cancer pagurus* (L.) off the northeast coast of England in 1976.- Cons. int. Explor. Mer, Comité des Crustacés, K : 3.
- NICHOLS (J.H.) et LAWTON (P.), 1978. - The occurrence of the larval stages of the lobster *Homarus gammarus*, (Linnaeus, 1758) off the northeast coast of England in 1976.- J. Cons. int. Explor. Mer, 38 (2) : 234-243.
- NOUVEL (H.) et NOUVEL (L.), 1935. - Observations sur la biologie d'une crevette *Athanas nitescens* Leach.- Bull. Inst. oceanogr. Monaco, n° 685 : 1-8.
- 1937. - Recherches sur l'accouplement et la ponte chez les crustacés décapodes natantia.- Bull. Soc. zool. Fr., 62 (3) : 208-221.
- ORAY (I.K.), 1965. - Über die Verbreitung der Fischbrut in der südlichen Nordsee und im Ostlichen Englischen Kanal im Winter.- Ber. Ot. Wiss. Komm. Meeres., 18 (1) : 79-106.
- PIKE (R.B.) et WILLIAMSON (D.I.), 1958. - Crustacea Decapoda : larvae XI Paguridea, Coenobitidea, Dromiidea and Homolidea.- Cons. int. Explor. Mer, Zoopl., Fiche ident., 81 : 1-9.
- 1959. - Observations on the distribution and breeding of British hermit crabs and the stone crab (Crustacea : Diogenidae, Paguridae and Lithodidae).- Proc. zool. Soc. Lond., 132 : 551-567.
- 1961. - The larvae of *Spirontocaris* and related genera (decapoda, hippolytidae).- Crustaceana, 2 (3) : 187-208.
- 1964. - The larvae of some species of Pandalidae (decapoda).- Ibid., 6 (19) : 266-284.
- POLL (M.), 1947. - Faune de Belgique, Musée royal d'Histoire Naturelle de Belgique édit.
- REES (C.B.), 1952. - Continuous plankton records : the decapod larvae in the North Sea, 1947-1949.- Hull. Bull. mar. Ecol., 3 (22) : 157-184.
- REGNAULT (M.), 1967. - Influence de la température et de l'origine de l'eau de mer sur le développement larvaire d'*Hippolyte inermis* Leach.- Vie et Milieu 20 (1 A) : 137-152.
- RICHARDS (P.R.) et WICKINS (J.F.), 1979. - Lobster culture research.- Lab. Leaflet. MAFF Direct. Fish. Res., Lowestoft, (47) : 33 p.
- RILEY (J.D.), 1974. - The distribution and mortality of sole eggs (*Solea solea* L.) in inshore areas.- In : The early life history of Fish, BLAXTER J.H.S. Editeur Springer-Verlag édit., Berlin Heidelberg, New-York.
- 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.

- ROSENTHAL (H.) et FONDS (A.), 1973. - Biological observation during rearing experiments with the garfish *Belone belone*.- Mar. Biol., 21 : 203-218.
- RUSSEL (F.S.), 1976.- The eggs and planktonic stages of British marine fishes.- Academic press edit., New-York.
- SCHLEGEL (C.), 1911.- Sur le développement de *Maia squinado* Latr.- C.R. Acad. Sc. Paris, 153 (8) : 480-482.
- SCHMIDT (J.), 1909. - The distribution of the pelagic fry and the spawning regions of the gadoids in the North Atlantic from Iceland to Spain.- Cons. int. Explor. Mer, Coop. Res. Rep., n° 61.
- SCHNACK (D.), 1974. - On the reliability of methods for quantitative surveys of fish larvae.- In : The Early life history of Fish, BLAXTER J.H.S. rédacteur, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New-York.
- SCHULTZ (H.), ERNST (P.) et RECHLIN (O.), 1974. - Occurrence and stock composition of North Sea sprat in 1973.- Cons. int. Explor. Mer, Comité des Poissons pélagiques (nord), H : 25.
- SCOTT (T.), 1911. - Notes on some small crustacea from the "Goldseeker" collections, 30 th annual report.- Ish. Brd. Scotland Scient. Invest.
- SHERMAN (K.) et HONEY (A.), 1971. - Size selectivity of the Gulf III and Bongo zooplankton Samplers.- I.C.N.A.F., research bulletin, n° 8 : 45-48.
- SMITH (E.), 1974. - Manual of methods for fisheries resource survey and appraisal.- Part 4, Standard techniques for pelagic fish egg and larva surveys.- National Marine Fisheries Service edit., Washington.
- SOUTHWARD (A.J.), 1962. - The distribution of some plankton animals in the English Channel and approaches. II. Surveys with the Gulf III High-Speed sampler 1958-60.-J. mar. biol. Ass. U.K., 42 (2) 275-375.
- SOUTHWARD (A.J.) et DEMIR (N.), 1974. - Seasonal changes in dimensions and viability of the developing eggs of the cornish pilchard (*Sardina pilchardus* Walbaum) off Plymouth.- In : The early life history of Fish, BLAXTER J.H.S. Editeur Springer-Verlag edit., Berlin Heidelberg, New-York.
- STEEDMAN (H.F.), 1974. - Laboratory methods in the study of marine zooplankton.- J. Cons. int. Explor. Mer, 35 (3) : 351-358.
- TEMPLEMAN (W.), 1937. - Habits and distribution of larval lobster (*Homarus americanus*).- J. biol. Bd. Can., 3 (4) : 343-347.
- THOMAS (H.J.), 1959. - Some seasonal variations in the catch and stock composition of the lobster.- J. Cons. int. Explor. Mer, 24 (1) : 147-151.
- TREGOUBOFF (G.) et ROSE (M.), 1957. - Manuel de planctonologie méditerranéenne.- C.N.R.S. edit., Paris.
- 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.

- WEAR (R.), 1974. - Incubation in British decapod crustacea, and the effects to temperature ont the rate and success of embryonic development.- J. mar. biol. Ass. U.K., 54 (3) : 745-762.
- WEBB (G.E.), 1919. - The development of the species of *Upogebia* from Plymouth Sound.- J. mar. biol. Ass. U.K., 12 (1) : 81-135.
1921. - The larvae of decapoda macrura and anomoura of Plymouth.- Ibid., 12 (3) : 385-417.
- WHEELER (A.), 1969. - The fishes of the British Isle and North-West Europe.- Macmillan édit., Londre, Melbourne, Toronto.
- WILLIAMSON (D.I.), 1969. - Names of larvae in the decapoda and Euphausiacea.- *Crustaceana*, 16 (2) : 210-213.
- WILLIAMSON (D.I.) et ROCHANABURANON (T.), 1979. - A new species of Processidae (Crustacea, Decapoda, Caridea) and the larvae of the North European species.- J. Nat. Hist., 13 (1) : 11-33.