

Colo

INSTITUT SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE DES PECHES MARITIMES



H. VINCENT

ETUDE HALIEUTIQUE DE
PROJET DE SITE

FLAMANVILLE

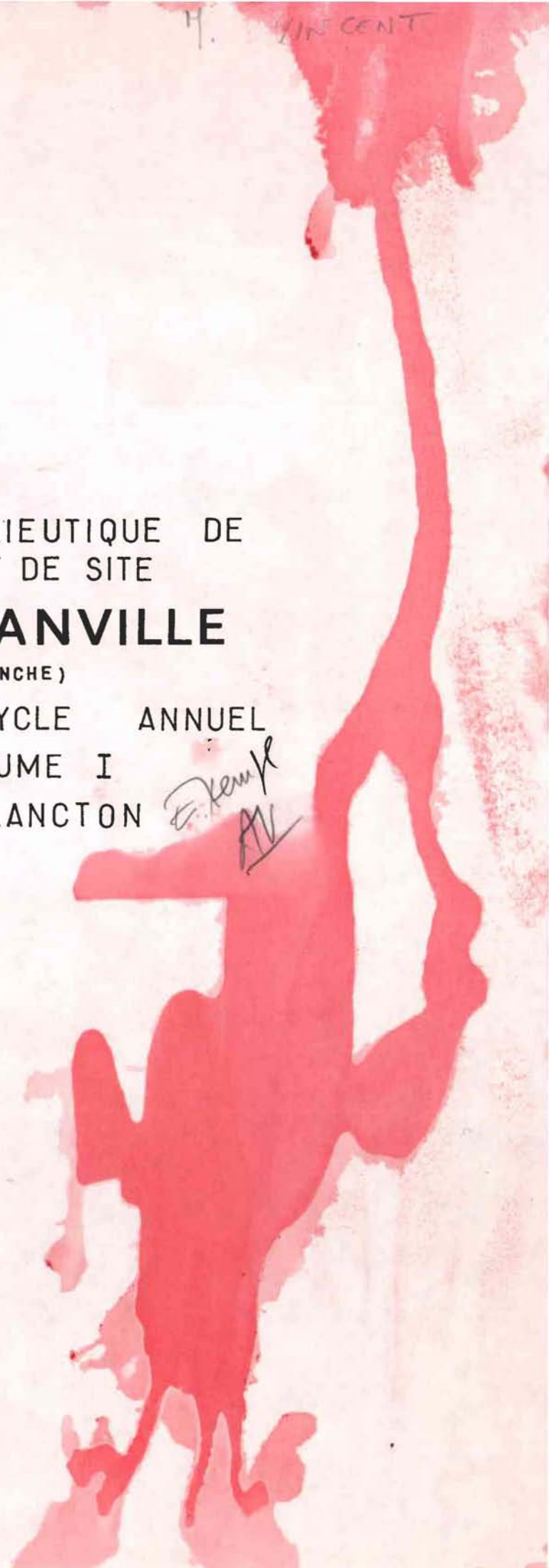
(MANCHE)

PREMIER CYCLE ANNUEL

VOLUME I

ZOOPLANCTON

E. Kemp
AV



ETUDE HALIEUTIQUE
DE PROJET DE SITE
FLAMANVILLE
RAPPORT SUR LE PREMIER CYCLE ANNUEL
(en 3 volumes)

Etudes et rapport réalisés par :

pour le Plancton

D. WOEHLING, A. BATTAGLIA
D. HALGAND, J. MARTIN
J.L. BIGOT, B. GUIRAUD
J.J. JOFFRAUD, J.C. POULARD

pour l'Halieutique

J. BERTRAND, A. TETARD
B. LIORZOU, I. PERONNET
E. LEBLOND, D. NEDELEC

Direction scientifique : G. KURC, A. VINCENT

Dactylographie : M. DEBREYER

(Décembre 1978)

Juillet 1979

Contrat E.D.F. - R.E. Clamart/ISTPM n° FA 1640

A V A N T - P R O P O S

— Les projets d'implantation de centrales thermonucléaires de grande puissance sur le littoral français ont provoqué un ensemble d'études écologiques destinées à permettre de mieux appréhender l'incidence sur les milieux marins côtiers du processus de refroidissement en circuit ouvert. Des données suffisamment détaillées étaient soit inexistantes soit trop partielles en ce qui concerne, d'une part les écosystèmes se trouvant dans les secteurs très localisés que sont les "sites" de centrales littorales, d'autre part les effets sur les espèces animales et végétales des variations brusques et/ou de grande amplitude des facteurs physico-chimiques du milieu marin. Aussi est-il apparu nécessaire de mettre en place un large programme de recherches, mené par plusieurs laboratoires appartenant à divers organismes. Ce programme prévoit :

- des observations sur le terrain au droit des sites d'implantation en vue d'une connaissance aussi bonne que possible des milieux concernés ;

- des travaux expérimentaux qui tentent de reproduire en laboratoire et sur des organismes choisis, certains des effets résultant du fonctionnement des centrales.

De surcroît des observations sont effectuées dans des milieux soumis depuis un certain temps déjà à l'influence des centrales thermiques classiques à fuel, situées également en bord de mer ; les effets dus à ces centrales peuvent être considérés, dans une certaine mesure, comme un modèle en réduction des phénomènes qui pourraient être induits par les centrales thermonucléaires de puissance nettement supérieure.

Parmi ces organismes, l'ISTPM, par ses études sur les sites de centrales nucléaires, participe à l'analyse descriptive et explicative des écosystèmes côtiers ; conformément aux objectifs de sa propre mission, les études qu'il effectue pour le programme sont orientées plus particulièrement vers la recherche des rapports existant entre le milieu naturel et la biologie et l'exploitation

des ressources halieutiques, afin d'estimer la valeur biologique d'un site en fonction du rôle que tient le secteur marin concerné dans les activités de pêche de la région et leur possibilité d'évolution. Cette contribution doit s'intégrer à l'ensemble des données relatives aux sites ainsi qu'à la connaissance actuellement acquise en écologie afin que les études de sites puissent, aux différentes phases de la procédure d'implantation d'une centrale, constituer la meilleure information scientifique disponible.

Les études programmées par l'ISTPM sont conduites selon deux voies, simultanément :

- étude de la macrofaune d'intérêt effectif ou potentiel,
- étude des peuplements zooplanctoniques liés à la biologie des ressources halieutiques.

Une première étude d'"Avant Projet", destinée à étayer l'avis de l'ISTPM sur le choix du site de Flamanville, a été effectuée de juillet à décembre 1975.

Au stade de "Projet", l'étude d'écologie halieutique de ce site, qui a été entreprise au printemps 1977, doit couvrir deux cycles biologiques annuels successifs des espèces à observer afin de participer à l'établissement d'un état écologique descriptif et dynamique du milieu considéré.

Le présent rapport fournit les résultats obtenus au cours du premier cycle annuel d'observations (avril 1977 à avril 1978). Il est constitué de trois volumes :

les deux premiers volumes présentent la planctologie halieutique, l'un comportant le texte et la bibliographie, l'autre apportant en deux annexes les différentes illustrations regroupées en figures et tableaux ;

le troisième volume contient l'étude halieutique proprement dite, composée d'un texte avec illustrations insérées, de la bibliographie et de quatre annexes.

VOLUME I

PLANCTONOLOGIE HALIEUTIQUE

S O M M A I R E

	Page
Introduction	8
1 ^{er} Chapitre : METHODOLOGIE	11
Généralités	12
Mesures hydrologiques	14
Echantillonnage du zooplancton	15
Conservation des échantillons	18
Dépouillement des échantillons	18
2 ^{eme} Chapitre : HYDROLOGIE	23
3 ^{eme} Chapitre : ZOOPLANCTON	29
Introduction	30
I. - HOLOPLANCTON	32
Crustacés Copépodes	32
Mysidacés	39
Euphausiacés	41
Divers	42
Cténaires	42
Chaetognathes	43
II. - MEROPLANCTON	46
Cnidaires	48
Annélides	48
Crustacés Cirripèdes	49
Décapodes	50
natantia	53
reptantia macroures	60
anomoures	65
brachyoures	67
Espèces diverses	72
Téléostéens	82
Clupéidés	84
Engraulidés	91
Gadidés	92
Serranidés	98
Carangidés	99

Labridés	100
Scombridés	100
Triglidés	102
Pleuronectiformes	102
Scophthalmidés	103
Pleuronectidés	104
Soléidés	108
Autres poissons plats	116
Espèces diverses	117
RESUMÉ ET CONCLUSION	122
Résumé	123
Zooplancton caractéristiques générales	126
cycle biologique annuel	129
Méroplancton	131
Ichthyoplancton	133
Conclusion	140
AUTEURS CITÉS	146

INTRODUCTION

L'étude par l'ISTPM du zooplancton du site de Flamanville, constitue l'un des volets de l'analyse descriptive et explicative de l'écosystème concerné par l'implantation de la centrale. Le programme de recherches est orienté vers les peuplements liés directement ou indirectement à la biologie des ressources halieutiques et leur position fonctionnelle au sein de la biocénose, considérée dans sa totalité.

L'examen porte en conséquence sur les oeufs et larves planctoniques d'espèces exploitables (poissons et crustacés principalement), ainsi que, secondairement, sur les groupes en association avec les différentes phases du cycle biologique de ces espèces, enfin sur un certain nombre de facteurs hydrologiques.

Les facteurs biotiques et abiotiques peuvent être considérés sur la base étroite d'interactions trophiques, de prédation ou de compétition, ainsi que de l'influence directe de facteurs physiques ou géographiques sur les espèces, mais aussi sur une base plus large, la confluence de certaines conditions pouvant déterminer des propriétés nouvelles pour l'écosystème.

La prise en compte globalement d'un ensemble de qualités de l'environnement (déterminant la présence et le devenir des éléments potentiellement halieutiques), ainsi que le souci d'inclure notre étude dans l'ensemble des recherches entreprises sur le site afin qu'elles puissent constituer un tout cohérent, nous ont amenés à rechercher une complémentarité satisfaisante avec, d'une part l'étude des ressources de la pêche dans le secteur (laboratoire ISTPM "Ecologie de sites-Pêche" (1)) et d'autre part l'étude de la productivité primaire et secondaire pélagique et benthique (réalisée par le CNEXO), et à tenir compte d'un certain nombre de données recueillies par ces équipes (2).

Cette complémentarité porte essentiellement sur les groupes faunistiques ou les stades de développement échantillonnés par les différents moyens d'investigation utilisés en fonction de l'orientation spécifique des différents sous-programmes ; aussi notre étude concerne-t-elle les individus zooplanctoniques

(1) Voir la 2^e partie de ce rapport.

(2) Des échanges ont d'ailleurs lieu périodiquement visant à acquérir une meilleure interprétation des données obtenues par chacune des équipes.

de grande taille, c'est-à-dire principalement les oeufs et larves de poissons, les larves de crustacés ainsi qu'une série d'organismes, tant holoplanctoniques que méroplanctoniques, ces derniers étant pris en considération en tant que complément d'étude.

L'intégration des données à la dynamique générale de l'écosystème (incluant les rapports du compartiment étudié avec les autres compartiments, l'influence des facteurs abiotiques à l'échelle locale, enfin les connexions entre l'environnement local et le milieu régional (1)) doivent permettre de mieux expliquer les résultats obtenus au niveau des oeufs et larves d'espèces exploitables et d'appréhender à l'avenir de manière plus complète et plus réaliste des incidences éventuelles directes ou indirectes de la centrale sur le milieu marin, et plus particulièrement sur les ressources de la pêche.

Les prélèvements de zooplancton et les relevés hydrologiques sur le site de Flamanville ont débuté au printemps de l'année 1977 ; les résultats présentés dans ce rapport sont relatifs à la période allant du 4 avril 1977 (jour du premier prélèvement) au 7 avril 1978.

Les données portent sur l'évolution saisonnière qualitative et quantitative des espèces ou groupes d'espèces considérées, ainsi que, dans certains cas, sur leur répartition spatiale.

Cette étude, menée sur un premier cycle annuel, rend compte d'un maximum d'observations réalisées, et réserve une large part à l'énoncé de la biologie des espèces et aux caractéristiques principales du site.

(1) Situation géographique, substrats, facteurs océanographiques à grande échelle, influences réciproques de l'écosystème régional et local (composition saisonnière du zooplancton et fréquentation du site par les poissons planctoniques géniteurs par exemple), biogéographie des espèces holoplanctoniques et méroplanctoniques, aires saisonnières de nutrition et de frai.

de grande taille, c'est-à-dire principalement les oeufs et larves de poissons, les larves de crustacés ainsi qu'une série d'organismes, tant holoplanctoniques que méroplanctoniques, ces derniers étant pris en considération en tant que complément d'étude.

L'intégration des données à la dynamique générale de l'écosystème (incluant les rapports du compartiment étudié avec les autres compartiments, l'influence des facteurs abiotiques à l'échelle locale, enfin les connexions entre l'environnement local et le milieu régional (1)) doivent permettre de mieux expliquer les résultats obtenus au niveau des oeufs et larves d'espèces exploitables et d'appréhender à l'avenir de manière plus complète et plus réaliste des incidences éventuelles directes ou indirectes de la centrale sur le milieu marin, et plus particulièrement sur les ressources de la pêche.

Les prélèvements de zooplancton et les relevés hydrologiques sur le site de Flamanville ont débuté au printemps de l'année 1977 ; les résultats présentés dans ce rapport sont relatifs à la période allant du 4 avril 1977 (jour du premier prélèvement) au 7 avril 1978.

Les données portent sur l'évolution saisonnière qualitative et quantitative des espèces ou groupes d'espèces considérées, ainsi que, dans certains cas, sur leur répartition spatiale.

Cette étude, menée sur un premier cycle annuel, rend compte d'un maximum d'observations réalisées, et réserve une large part à l'énoncé de la biologie des espèces et aux caractéristiques principales du site.

(1) Situation géographique, substrats, facteurs océanographiques à grande échelle, influences réciproques de l'écosystème régional et local (composition saisonnière du zooplancton et fréquentation du site par les poissons planctoniques géniteurs par exemple), biogéographie des espèces holoplanctoniques et méroplanctoniques, aires saisonnières de nutrition et de frai.

Ces considérations permettent de dégager les points qui seront mieux examinés au cours de second cycle, où seront également établis des liens plus précis avec les observations portant sur la pêche.

L'un des objectifs est d'offrir un panorama relativement complet du milieu prospecté par la continuité réalisée dans les observations depuis la productivité primaire du site jusqu'aux populations de la macrofaune halieutique, un autre est d'apporter un complément d'information utile à l'estimation future d'un impact éventuel de la centrale sur les activités de la pêche.

1er CHAPITRE

M E T H O D O L O G I E

Nature des observations

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

Fréquence des sorties

La première mission sur le site s'est déroulée le 4 avril 1977. Les sorties avaient lieu, en principe, tous les quinze jours environ. A une campagne "lourde" comprenant cinq stations succédait une campagne "légère" d'une ou deux stations, destinée surtout à mieux suivre les événements biologiques critiques dont certaines phases sont brèves. Cette périodicité bimensuelle a pu être respectée de manière satisfaisante pendant la période de printemps et d'été 1977 ; en revanche, les conditions météorologiques ont perturbé le rythme des campagnes ultérieures.

Les dates des campagnes sont données dans le tableau 1 ; il y a eu au total 11 campagnes lourdes et 6 campagnes légères au cours de ce premier cycle annuel.

Trame de prélèvement

La trame spatio-temporelle qui sert de grille de travail lors d'une campagne hydrologie-plancton est directement héritée de la méthodologie mise au point sur les sites étudiés précédemment et qui tient compte, en vue d'une connaissance plus précise des répartitions spatiales dans l'écosystème circonscrit, du déplacement des masses d'eau avec les courants de marée.

Cette trame est commune à l'ISTPM et au CNEOX (2). Elle comporte 4 points dont 3 sont situés sur une radiale au droit du futur rejet (respectivement

(1) D'avril 1977 à janvier 1978, le "Soisic" puis à partir de février 1978 le "Jean-Bernard-Paul" de Carteret.

(2) Depuis décembre 1975, où sa conception a été discutée puis adoptée pour l'ensemble des sites en mer à marée. Des commentaires importants en ce qui concerne l'éloignement des points de la radiale entre eux, les variations au point fixe et la suppression dans notre stratégie de l'exécution de la radiale à la deuxième renverse de courant, lui ont été consacrés dans des rapports précédents.

à 1, 2 et 3 milles environ de la côte) et le quatrième au sud (carte fig. 2 et 3). Les trois points de la radiale font l'objet d'une station à la renverse des courants (le plus souvent renverse de flot, trois heures après la pleine mer), ces derniers étant parallèles à la côte (voir plus loin) ; le point 2 est prélevé de surcroît à mi-courant pour apprécier l'ampleur de la variabilité dans les données, due au remplacement des masses d'eau en un point donnée. Le point 4 est prélevé à un moment quelconque. L'emplacement des points par rapport à la tâche thermique potentielle est donné en figure 4. La figure 5 montre, de surcroît, l'empatement futur des ouvrages de la centrale.

Les courants de marée dans le secteur nord-ouest du Cotentin ont été analysés lors de l'étude d'Avant-projet d'après l'ouvrage du Service hydrographique de la Marine nationale. Nous disposons en outre actuellement du document communiqué par EDF (MALHERBE et MANOHA, 1977) qui apporte des renseignements plus détaillés pour la zone côtière au voisinage immédiat du cap de Flamanville.

Le schéma général des courants dans la région est celui d'une giration à gauche des vecteurs courants ; cependant, et en raison notamment de la présence des îles anglo-normandes, le régime local de la côte peut être différent et se traduit dans la zone littorale proche du site par un mouvement alternatif grossièrement parallèle à la côte, les composantes d'axe est-ouest étant plus faibles et fugaces (l'inversion du sens nord-sud des courants passe par une courte phase d'axe est-ouest). Il est plus difficile, pour cette raison, d'assimiler vraiment l'étale du flot (PM + 3) à un moment où la mer est "immobile" au droit du site puisqu'on observe une certaine hétérogénéité à cet instant dans l'orientation des courants : ceux-ci s'annulent effectivement auprès de la côte, mais, dans une zone plus éloignée (après 1 mille environ, soit au delà du point 1 de la radiale) portent momentanément au large. Le temps d'exécution de la radiale à l'étale (1 heure environ) crée également une distorsion de principe la phase d'immobilité réelle des masses d'eau étant plus courte (elle dépend également du coefficient de marée).

Les missions lourdes comprennent l'exécution de la trame complète. Lors des missions légères, seul le point médian 2 (ou exceptionnellement les points 1 et 4) est prélevé et sert simplement d'indicateur pour le suivi des phénomènes biologiques qui se déroulent sur le site entre deux missions lourdes. Le tableau 1 précise également les stations qui ont été dépouillées.

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 et nitrites réunis, phosphates). Les relevés ont été faits à deux niveaux : surface et voisinage du fond (à environ 1 m).

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 protégés YOSHINO fixés sur les bouteilles : celles-ci sont laissées cinq minutes dans l'eau pour la stabilisation des températures ; leur lecture est faite à la loupe (RICHTER et WIESE), la précision atteinte étant le 1/100 de degré Celsius.

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 cm³ d'oxygène par dm³ 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 (biogènes)

Deux catégories de sels minéraux sont mesurées : nitrates (+ nitrites) et phosphates. Les échantillons d'eau de mer sont dosés à l'Autoanalyser II

Technicon ; les résultats sont exprimés en microatomegramme d'azote (pour les nitrates et nitrites) et de phosphore (pour les phosphates) par litre d'eau de mer.

Echantillonnage du zooplancton

Description de l'échantillonneur

L'engin utilisé pour nos pêches de plancton est l'échantillonneur Bongo grand modèle (1), dont certaines caractéristiques originales d'utilisation, décrites notamment par JOSSI et Coll. (1975), ont été modifiées pour les besoins des études entreprises en eaux côtières peu profondes (HERAL et Coll., 1976).

Il comporte deux filets de maillages différents, 315 et 500 microns, montés sur une même armature et pêchant simultanément. Chaque filet a un diamètre d'embouchure 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 du couple de filets, est fixé un volucompteur (2030 "Digital Flowmeter" 10 à 500 cm.s⁻¹ de General oceanics) permettant le calcul a posteriori des volumes filtrés. Un dépresseur en V de 40 kg environ assure la plongée et la stabilité de l'engin de pêche. Chaque filet se termine par un récipient collecteur où les organismes se rassemblent dans un volume de 1 à 2 litres empêchant leur détérioration.

Modalités d'échantillonnage

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 et de filtrer

(1) L'étude d'avant-projet avait été réalisée avec le Bongo "petit modèle" (diamètre : 20 cm) qui filtre environ pour un même traict un volume dix fois moins important ; prévu originellement pour des filets de maille 315 et 200 microns destinés à compléter l'échantillonnage de macroplancton du grand Bongo (JOSSI et Coll., 1975), il avait été équipé au cours de cette étude de filets de mailles de 315 et 500 microns (comme le grand Bongo) ; malgré cette modification importante, l'engin, du fait de son diamètre, ne permet pas une étude quantitative satisfaisante des espèces peu abondantes et qui présentent un comportement d'évitement. Le Bongo "grand modèle" est à présent adopté sur tous les sites où des études ont été entreprises, y compris des études de type "Avant-projet".

un volume suffisant étant donné les faibles profondeurs rencontrées ; la pêche dure de 5 à 20 mn selon le risque de colmatage. La distance parcourue est ainsi de quelques 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 seul traict par station ; la récolte de chacun des filets constitue un échantillon distinct.

Les différents aspects de l'échantillonneur (construction, diamètre d'ouverture, présence d'un cylindre filtrant, maillages employés) augmentent le coefficient de filtration (voisin de 1) et permettent les performances suivantes.

a) L'échantillonnage d'un grand volume d'eau (100 à 700 m^3 par filet et par traict), donc la capture des éléments peu abondants (dont les gros carnivores planctoniques, les oeufs et larves de poissons), et la diminution probable de la variabilité de l'échantillon pour un certain nombre de taxons, due essentiellement en l'absence de colmatage aux phénomènes de microrépartition du plancton ("Patchiness"). Par ailleurs la taille et l'allure des essais varie avec l'espèce, et l'échantillonnage sera correct si le volume échantillonné rassemble un nombre d'essais suffisant pour être représentatif de la répartition moyenne réelle, ou si le nuage d'organismes recouvre l'ensemble de la zone à prospecter ; dans les cas intermédiaires, la variabilité des résultats dépend du groupe considéré et du volume filtré. Les oeufs de téléostéens montrent en général une surdispersion moindre par absence d'interaction entre les individus (LE FEVRE, 1971) ; il existe une relation entre la taille des individus et celle de leurs agrégats et la surdispersion peut être à peu près identique pour différentes espèces prélevées avec un engin qui échantillonne un spectre de taille donné.

La distance échantillonnée par rapport à la masse d'eau est de plusieurs centaines de mètres. La densité calculée en un point de prélèvement est donc celle, supposée uniforme, de l'ensemble de la tranche d'eau échantillonnée. La durée du traict est réduite en cas de risque de colmatage, afin que les échantillons soient prélevés dans les mêmes conditions de filtration ; cette réduction pose alors évidemment un nouveau problème de reproductibilité de l'échantillonnage, dû cette fois-ci à la variation du volume filtré.

b) Le parcours de la masse d'eau a une vitesse suffisante pour capturer les organismes à réaction d'évitement (chaetognathes, larves de poissons) ; cette vitesse est choisie également de manière à limiter l'extrusion (due à la pression de filtration) à travers les mailles du filet d'une partie des organismes, et leur refoulement (due à l'avancée du filet). Différentes études nous ont conduits à choisir une vitesse proche de deux noeuds (environ 1 m.s^{-1}) qui semble à la fois convenir à la capture d'animaux à déplacement rapide et limiter la perte d'une partie de la pêche par extrusion ou refoulement. Cette vitesse intermédiaire est retenue par de nombreux auteurs pour des études d'ichthyoplancton (RILEY, 1974).

Cependant des problèmes subsistent, qui sont les suivants.

La part de certains organismes perdus en raison de l'extrusion n'est connue que très approximativement (copépodes, larves d'annélides, appendiculaires, certains oeufs très petits et des larves de poissons de taille inférieure à 4 mm) ; le tri est effectué à partir de la récolte du filet de 315 microns pour les espèces pour lesquelles ce risque existe.

Une partie des larves âgées, pratiquement nectoniques, pourrait éviter le filet ; il faut noter cependant que nous recueillons des larves assez grandes (3 cm) ou même des juvéniles de poissons nectoniques (sprats) ; les grandes formes et celles qui présentent des réactions d'évitement, sont triées à partir de la récolte du filet à mailles de 500 microns.

Les échantillons provenant des deux filets pêchant simultanément sont supposés comparables (SCHNACK, 1974) ; les différences observées sont attribuées à la seule sélection due au maillage, bien qu'une incertitude subsiste (phénomène d'essaims) dépendant de surcroît, ainsi qu'on l'a vu, de la taille des organismes.

La procédure de pêche par paliers réalise un échantillonnage inégal des différentes couches d'eau ; d'autre part, la répartition verticale des éléments planctoniques est variable selon l'espèce et le moment du cycle nyctéméral. La tranche d'eau étudiée est cependant supposée homogène, approximation confortée par le fort brassage dont sont l'objet les masses d'eau du fait des courants de marée sur les sites étudiés jusqu'à présent.

Enfin, l'appréciation des volumes filtrés se fait par calcul direct à partir de la lecture des volucompteurs ; d'après des essais en bassins, ces données fournissent une précision suffisante eu égard au grand volume filtré.

Les autres problèmes d'échantillonnage (identification des masses d'eau, variations au même point suivant les stations) relèvent du choix de la trame et ne sont pas analysés ici, si ce n'est du point de vue des variations observées en un même point suivant l'heure du prélèvement.

La fenêtre sélectionnée dans le plancton est dictée en définitive par la sensibilité d'un engin de prélèvement choisi primitivement pour ses qualités dans la pêche de l'ichthyoplancton et qui détermine également l'échantillonnage plus ou moins représentatif des autres groupes zooplanctoniques (une partie du microplancton, le méso- et le macroplancton).

Les groupes principaux dont la capture peut être considérée comme satisfaisante sont :

zoés et stades suivants de crustacés,
mysidacés (jeunes et adultes),
euphausiacés (jeunes et adultes),
cumacés,
cnidaires et cténaires,
chaetognathes (surtout adultes),
grands copépodes (derniers stades copépodites et adultes), de la taille
de *Calanus sp.*

une partie des adultes des copépodes de taille moyenne (taille de *Temora longicornis*),
oeufs et larves de poissons.

Pour quelques catégories l'échantillonnage est incomplet ou nul :
oeufs, larves "nauplius" de divers crustacés, ainsi que stades
copépodites de copépodes de taille moyenne,
une partie des adultes de copépodes, de taille moyenne
tous les individus de petits copépodes (type *Euterpina acutifrons*),
cladocères,
une partie des appendiculaires,
une partie des larves d'annélides.

Conservation des échantillons

Après chaque traict, les filets sont aspergés pour rassembler les captures dans le collecteur et le contenu de chaque collecteur est recueilli dans des bocaux de 1,5 à 2 l.

Les premiers échantillons ont été fixés dans une solution de formol⁽¹⁾ diluée à 3 ou 5 % en volume, dans de l'eau de mer tamponnée par addition, à raison de 20 ml par litre, d'une solution de Borax (tétraborate de sodium, 10 H₂O) qui prévient 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 dont la composition a été progressivement améliorée, afin de permettre une meilleure conservation des chromatophores des organismes planctoniques et de faciliter ainsi les déterminations ultérieures (MASTAIL et BATTAGLIA, 1978).

Dépouillement des échantillons

Les différents groupes d'organismes, taxons ou groupes de stades ou de taille, sont comptés à partir de l'échantillon en provenance du filet de 315 microns ou de celui de 500 microns de maille, en raison des différentes

(1) Solution aqueuse de formaldéhyde (gaz) à 36,5 % en poids.

considérations développées ; nous avons essayé de dénombrer les organismes à partir de l'échantillon où ils étaient le mieux représentés. Le tableau ci-après résume ce partage qui a été établi d'après des données bibliographiques ainsi que d'après nos propres observations.

Filet de 315 microns	Filet de 500 microns
Petits organismes présentant une tendance à l'extrusion	Gros organismes (méso- et macroplancton)
copépodes de taille moyenne (type <i>Temora longicornis</i>)	cnidaires
larves de cirripèdes	cténaires
oeufs d'anchois	chaetognathes
appendiculaires	larves d'annélides
	copépodes de grande taille (type <i>Calanus</i> sp.)
	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	mesoplancton : de 1 mm à 5 mm
microplancton : de 50 microns à 1 mm	macroplancton : supérieur à 5 mm

Comptages des organismes

La quantité des planctontes recueillis à chaque prélèvement nous oblige à opérer sur des sous-échantillons. La récolte de chaque filet subit un fractionnement à la cuve de MOTODA qui permet d'en réaliser des bipartitions successives. Les taxons sont dénombrés à partir de fractions aliquotes

de l'échantillon initial ainsi obtenu, d'autant plus petites que les organismes sont plus abondants (le niveau de fractionnement est estimé rapidement au départ en fonction de l'abondance des organismes que l'on veut dénombrer). Dans le cas d'organismes très abondants et petits (par exemple copépodes de taille moyenne, nauplii de cirripèdes) la fraction est examinée sur une cuve DOLLFUS (1) qui permet d'arrêter le comptage à une sous-fraction quelconque.

Le dénombrement est jugé satisfaisant (l'erreur dont sera affecté le résultat -densité des organismes- est jugée petite devant l'erreur introduite par l'échantillonnage lui-même) si la fraction examinée contient environ une centaine d'individus (FRONTIER, 1972). L'erreur sur les densités ne dépendrait ainsi que du nombre d'organismes réellement comptés ; d'autres auteurs montrent cependant que le sous-échantillonnage introduit une erreur qui interfère avec celle due à l'échantillonnage lui-même (HORWOOD, 1976 ; STEEDMANN, 1974).

La fraction examinée dépend donc de l'abondance des taxons considérés, mais nous évitons dans la mesure possible de travailler sur des sous-échantillons trop petits. Les groupes rares et de taille relativement grande (mysidacés, oeufs et larves de poissons) sont souvent dénombrés à partir du 1/4, de la moitié ou de la totalité de l'échantillon initial.

Détermination

Nous essayons autant que possible de pousser les déterminations jusqu'au niveau de l'espèce (2) ; c'est particulièrement le cas pour les groupes où l'on rencontre des oeufs et larves d'espèces exploitables (ichthyoplancton et larves de crustacés décapodes) quelquefois difficiles à distinguer de ceux d'espèces non commerciales.

(1) Cuve de verre rectangulaire de 5 cm x 10 cm dont le fond est partagé en 200 carrés de 5 mm de côté par un quadrillage relief.

(2) C'est l'espèce qui constitue, ainsi que le rappellent beaucoup d'auteurs dont LAUREC (1977), l'unité écologique de base, quels que soient les découpages que l'on adopte dans la classification des être vivants d'une biocénose ; chaque espèce présente un répertoire unique d'interaction 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.

Transformation des données

Les effectifs sont ramenés à l'échantillon total, puis à l'unité de volume filtré (10 m^3) ; pour le tracé des figures nous avons appliqué à ces données brutes la transformation $\log (X + 1)$ où X représente l'abondance des organismes en nombre par 10 m^3 d'eau filtrée (cas des organismes très abondants uniquement).

Autres opérations effectuées sur les taxons

Mesure des larves de poissons. Les larves de poissons commerciaux sont mesurées ; la distribution des tailles permet de mieux délimiter les phases importantes de la période de reproduction de l'espèce , de préciser certains aspects de leur biologie (éthologie, répartition spatiale horizontale ou verticale, alimentation, physiologie, etc.).

Détermination du stade des oeufs de poissons. Pour certaines espèces (essentiellement les espèces d'intérêt économique), nous avons distingué deux stades dans l'embryogénèse en regroupant d'une manière commode (permettant une observation rapide et la plupart du temps suffisante pour nos besoins) les différents stades donnés par la littérature et dont la classification, par ailleurs, varie avec les auteurs et les espèces considérées. La figure 6 schématise les différents stades regroupés dans nos comptages. Ces considérations sont destinées à préciser, pour les oeufs à développement court, la localisation des géniteurs.

Remarque. Nous prendrons le terme de "larve" dans son acception actuelle qui se rapporte au stade allant de l'éclosion à la métamorphose. Celle-ci, qui a lieu à des tailles différentes selon les espèces, est définie comme la perte d'un certain nombre de caractères considérés comme larvaires et concernant essentiellement les adaptations à une vie planctonique, plus ou moins passive vis-à-vis des déplacements horizontaux des masses d'eau ; elle correspond à l'accession au stade juvénile à mode de vie plus actif (groupe O et suivants). Pour les poissons pélagiques il s'agit de l'acquisition des écailles et d'un mode de vie franchement nectonique, et pour les poissons plats, de la réalisation de l'asymétrie et de l'accession à une vie benthique.

Certaines larves (merlan, chinchard), à une taille donnée, vivent en commensales avec des méduses.

Certains auteurs parlent de "larves" pour ne désigner que les très jeunes larves au stade vitellin, de "post-larves" pour celles ayant résorbé leurs réserves vitellines. Enfin, le terme d'"alevin" doit être réservé aux espèces passant directement du stade embryonnaire au stade juvénile (beaucoup de poissons d'eau douce).

2ème CHAPITRE

HYDROLOGIE

L'étude hydrologique complète l'analyse des phénomènes biologiques. Elle doit permettre, conjointement avec ceux-ci :

de replacer le site de Flamanville dans une unité océanographique plus étendue, de rechercher sa "filiation" ainsi que ses caractéristiques originales par rapport à l'environnement régional, de relier ainsi les conditions hydrologiques observées localement aux phénomènes ayant lieu à une échelle plus grande, d'effectuer des comparaisons avec d'autres sites étudiés,

d'analyser dans certains cas les variations saisonnières ou les fluctuations aperiodiques des phénomènes biologiques en fonction des paramètres physico-chimiques susceptibles de les induire (par exemple l'influence de la température sur la physiologie de la reproduction et les décalages d'une année à l'autre dans les périodes de pontes d'une espèce donnée), de rechercher ainsi dans le fonctionnement de l'écosystème la part directe des phénomènes hydrologiques,

enfin, de réaliser un meilleur recouvrement temporel dans les relevés hydrologiques, nos campagnes n'ayant pas lieu aux mêmes dates que celles du CNEOXO (1) avec qui nous complétons réciproquement nos résultats dans certains domaines.

Les valeurs des cinq paramètres hydrologiques mesurés au cours de ce premier cycle sont consignés dans les tableaux 3 à 17.

Les figures 7 à 11 représentent les variations saisonnières de la moyenne des valeurs obtenues sur l'ensemble des stations de chaque campagne. Les niveaux (surface et fond) sont distingués.

Température (fig. 7)

La température de l'eau présente un minimum de 7°5 en février-mars 1978 et un maximum d'environ 16° en août-septembre 1977. Le réchauffement estival

(1) Cela pour des raisons diverses, notamment parce que les peuplements étudiés n'ont pas la même dynamique.

et le refroidissement hivernal sont moins intenses à Flamanville que sur les sites du Pays de Caux (Paluel, Penly) et du sud de la Mer du Nord (Gravelines). L'accroissement progressif de l'amplitude thermique annuelle lorsqu'on remonte vers le nord-est est due à la diminution de la profondeur moyenne. Nos observations montrent des écarts annuels de 13 à 16° à Gravelines, 10 à 12° à Paluel et 8 à 9° à Flamanville. L'amplitude annuelle est minimale à l'entrée occidentale de la Manche (environ 6°).

La comparaison de ces résultats (avril 1977 à avril 1978) avec ceux du CNEXO (juillet 1976 à mai 1977) met en évidence un abaissement de la température hivernale au début de l'année 1978 (7°5) par rapport à 1977 (8° environ). D'autre part le minimum de l'hiver 1977/78 est observé en mars (contre février en 1977), et le réchauffement qui suit est plus rapide et plus important en 1977. La température de mars est ainsi supérieure de plus de 2° en 1977 par rapport à 1978.

Enfin les températures de l'été sont plus élevées de 1 à 2°C en 1976 qu' en 1977, fait qui a été constaté sur d'autres sites au cours de l'année 1976.

Les variations spatiales sont généralement faibles ; les gradients horizontaux augmentent lors du refroidissement hivernal (novembre 1977) ou du réchauffement printanier (mars 1978) du fait de la différence d'inertie thermique entre les eaux côtières et celles du large. On observe bien entendu l'inversion classique de ce gradient côte-large en été. Son intensité est généralement plus faible que sur les sites nordiques (0°5 à Flamanville au maximum contre 1°5 à Gravelines) et due à une pente plus accentuée des fonds. Il ne dépasse pas 2 dixièmes de degré.

Enfin, la faiblesse des gradients surface-fond, y compris dans les périodes d'inversion saisonnière des gradients horizontaux et verticaux, témoigne de l'importance du brassage dû aux courants de marée.

Salinité (fig. 8)

La salinité est en moyenne plus élevée que sur les sites de Paluel et Gravelines (34,5 ‰ environ contre 32-33 ‰ à Paluel), différence qui

correspond à celle généralement constatée entre le bassin oriental et le bassin occidental de la Manche. Les fluctuations de la salinité à Flamanville sont moins importantes et moins brusquées. On observe une augmentation générale en automne et en hiver, une diminution au printemps et en été, variations classiques pour le secteur (rapport d'avant-projet pour le site de Flamanville, ISTPM et CNEEXO). La salinité ne dépasse cependant pas 35 ‰ en 1977/78, ce qui est légèrement en-dessous des valeurs moyennes dans la région ; 1977 diffère donc encore de 1976 à ce point de vue (résultats communiqués par le CNEEXO).

Le gradient surface-fond est pratiquement inexistant (sauf au cours du printemps 1977 où l'écart de salinité est de l'ordre de 0,3 ‰).

Oxygène dissous (fig. 9)

La concentration d'oxygène dissous, en général assez élevée (fig. 9 A) varie grossièrement en raison inverse de la température (fig. 7). Au phénomène proprement physique, s'ajoute l'effet d'un bilan négatif à la fin de l'été entre les apports par photosynthèse (essentiellement) et échange atmosphérique, et la consommation par la respiration des être vivants et les phénomènes d'oxydation divers (ainsi que le montrent les variations du taux de saturation) (fig. 9 B). Ce bilan reste légèrement négatif durant l'hiver mais le taux de saturation est cependant toujours très proche de 100 %. On observe une saturation importante au printemps et au début de l'été 1977, due à une poussée de production primaire, fait confirmé par l'augmentation brusque de la concentration de chlorophylle en mai 1977 (données CNEEXO).

Là encore, la stratification verticale est faible ou nulle (sauf en février 1977 où la concentration au voisinage du fond est inférieure de $0,3 \text{ cm}^3/\text{dm}^3$ à ce qu'elle est en surface).

Sels nutritif ⁽¹⁾ (fig. 10 et 11)

Les nitrates et phosphates inorganiques constituent les sels biogènes les plus importants quantitativement et jouent le rôle de facteur limitant pour

(1) Données générales extraites en grande partie de IVANOFF, 1972.

la production primaire de matière vivante (végétale). Leur concentration est essentiellement variable dans le temps (et l'espace) du fait de leur rôle biologique.

L'azote se trouve dans les eaux de mer à l'état de gaz dissous, de composés organiques en suspension ou en solution, et enfin sous forme minérale (ions NH_4^+ , NO_2^- et NO_3^- surtout) parmi lesquels l'ion NO_3^- joue le rôle le plus important dans l'assimilation par les organismes photosynthétiques. Nous avons dosé l'azote du total ($\text{NO}_2^- + \text{NO}_3^-$) sachant que la fraction NO_2^- est faible devant NO_3^- . Les apports se font par les fleuves et les eaux de pluies, mais également sous forme de produits de l'excrétion animale, et surtout par reminéralisation bactérienne.

Le phosphore passe également par un cycle où il apparaît alternativement sous forme organique en suspension ou en solution, et sous forme minérale, soit insoluble ou adsorbée sur des particules en suspension, soit soluble (principalement HPO_4^{--}). Les apports se font également par les fleuves et par minéralisation, laquelle présente des voies plus variées que pour l'azote et dont certaines permettent une régénération plus rapide du phosphore minéral (métabolisme des êtres vivants, excréations). Il existe encore pour les phosphates des phénomènes d'échange entre eau et substrat, lesquels sont certainement importants à Flamanville où, ainsi que nous l'avons déjà mentionné, les courants de marée semblent produire un brassage vertical important.

Les concentrations à Flamanville (0 à 8 microatomegrammes/l d'azote et 0 à 1 microatomegrammes/l de phosphore) sont beaucoup plus faibles que celles observées à Paluel et Gravelines (0 à 30 microns atg/l d'azote et 0 à 3 microns atg/l de phosphore). On peut attribuer cela à un niveau général des apports plus élevé (eaux fluviales en résurgences nombreuses en Manche-est et sud Mer du Nord), auquel s'ajoute peut-être un taux de minéralisation plus important. Les cycles annuels sont cependant comparables. La courbe, très classique, montre à Flamanville une baisse de la concentration en sels nutritifs au printemps ; elle est plus importante et plus brutale pour les nitrates que pour les phosphates. Cette chute correspond à l'utilisation par photosynthèse, comme le montre parallèlement l'augmentation importante en avril-mai de la concentration en chlorophylle déjà signalée.

Les variations des deux types de sels nutritifs sont très comparables mais la régénération des phosphates est plus rapide que celle des nitrates, pour les raisons évoquées plus haut.

Les différences de concentration entre la surface et le voisinage du fond sont relativement plus importantes que pour les autres paramètres hydrologiques. Celà tient essentiellement à ce que la minéralisation bactérienne est plus importante au voisinage du fond, ainsi que les échanges eau-sédiment, et que les apports par eau de pluie touchent avant tout la surface ; cette stratification peut interférer avec la répartition verticale des animaux et des produits de leur excrétion.

Remarques : la deuxième décimale dans l'expression des concentrations en nitrates et phosphates n'est pas significative (tableaux de données).

3ème CHAPITRE

Z O O P L A N C T O N

Introduction

Le plancton animal est un élément essentiel des écosystèmes marins benthiques et pélagiques. Tout d'abord il a un rôle dans les réseaux trophiques, tant du point de vue quantitatif que qualitatif, pour la nutrition des jeunes stades des poissons et des crustacés ainsi que pour la transformation de la matière végétale microscopique. Par ailleurs la phase planctonique joue un rôle, étroitement mêlé au premier, dans la dissémination des oeufs et des larves d'espèces sédentaires.

C'est sur lui que s'exercera une grande partie de l'impact direct, effet primaire, de la centrale lors du transit à travers les circuits de refroidissement (grilles de filtrations, pompes, tubes du condenseur, canaux d'évacuation) ou du séjour dans la zone d'influence. L'incidence sur ce compartiment de l'écosystème déterminera des effets secondaires sur les compartiments ne subissant pas directement l'impact. Ils peuvent être dus, soit aux voies trophiques, soit, de manière plus complexe, à une évolution globale de l'écosystème existant, y compris dans ses aspects abiotiques, vers un nouvel équilibre (par régulation et adaptation) plus ou moins modifié, ou vers un déséquilibre irréversible (création d'une zone abiotique pour un temps indéterminé).

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, larves de crustacés commerciaux. Nous avons été amenés à considérer également, dans nos comptages, un certain nombre d'organismes méroplanctoniques proches des espèces commerciales par leur morphologie larvaire, ainsi que certains organismes holoplanctoniques : phytophages plus ou moins stricts (copépodes surtout, saphrophages et prédateurs, chaetognathes, cnidaires et cténaires).

La composition de la communauté planctonique permet d'autre part de recueillir un certain nombre d'informations sur la nature de l'écosystème (situation biogéographique, influences, richesse trophique, etc.). Cependant,

après examen dans un premier temps de l'ensemble des groupes zooplanctoniques échantillonnés, la comparaison de nos récoltes avec celles obtenues par les équipes du CNEXO qui utilisent des filets à maille plus fine, ainsi que l'expérience acquise antérieurement sur d'autres sites, nous ont permis d'éliminer de notre étude un certain nombre de groupes composés soit d'organismes adultes trop petits pour être présents dans nos échantillons de manière représentative (certains copépodes) soit de larves d'échinodermes et de mollusques soit encore de jeunes stades (chaetognathes, copépodes). Pour d'autres groupes l'échantillonnage au filet Bongo semble donner de meilleurs résultats (grands copépodes par exemple).

Les espèces, groupes d'espèces ou stades de développement pris en compte sont ainsi ceux pour lesquels la pêche à l'échantillonneur Bongo, choisi primitivement pour sa capacité à pêcher l'ichthyoplancton, peut être considérée comme satisfaisante (aux réserves près formulées dans la partie "méthodologie"). Il s'agit surtout, dans les conditions normales de filtration (grand maillage, grand volume filtré, et vitesse de traict importante), d'organismes relativement volumineux, généralement peu abondants et assez mobiles. A Flamanville, nous avons retenu les groupes suivants :

- cnidaires et cténaires,
- chaetognathes adultes,
- grandes larves d'annélides et annélides pélagiques,
- derniers stades copépodites et adultes de grands copépodes (de la taille de *Calanus sp.*, *Anomalocera patersoni*, *Euchaetidés*, *Candacia armata*),
- mysidacés, cumacés, amphipodes (bien que peu échantillonnés du fait de leur comportement vagile),
- euphausiacés,
- larves de décapodes dès le premier stade larvaire,
- juvéniles et larves de téléostéens.

Le niveau de détermination à l'intérieur de chaque groupe est très variable et dépend de l'intérêt qu'il présente dans l'étude du milieu ; les groupes comportant des oeufs et larves d'espèces commerciales sont bien entendu beaucoup plus détaillés dans cet inventaire.

Les résultats numériques obtenus sur le site de Flamanville au cours de cette première année d'étude ont été rassemblés dans les tableaux 18 à 34 en annexe ; on y a figuré les densités relevées pour chaque taxon aux différentes stations, ainsi que des indications sommaires sur les conditions de prélèvement. Il a été procédé également à l'établissement d'une première liste faunistique (en annexe) qui regroupe l'ensemble des taxons inventoriés dans ces prélèvements, cette liste est arrêtée à avril 1978.

I. - HOLOPLANCTON

De l'ensemble du cycle biologique de ces espèces nous ne récoltons généralement, pour des raisons de sélectivité du filet Bongo, que les derniers stades larvaires ou uniquement la phase adulte.

Les densités observées sont donc, pour une espèce donnée, minorées d'une quantité variable selon la saison en fonction de la proportion de stades jeunes dans le plancton (fortement lors des périodes d'abondance des jeunes, très peu lors des pics d'abondance des adultes ; c'est le cas de certains copépodes, des chaetognathes, des euphausiacés). En plus de la taille, la morphologie (allongement du corps, taille et disposition des appendices) intervient dans cette variabilité.

Les cycles annuels obtenus correspondent, pour la plupart des taxons holoplanctoniques retenus, à la variation d'abondance des adultes.

L'utilisation d'une méthodologie identique sur un ensemble de sites permet, par comparaison avec des secteurs étudiés précédemment, de dégager les caractéristiques du secteur de Flamanville : sa situation biogéographique par la proportion relative des espèces (dominances), les espèces indicatrices d'influences, sa richesse trophique, la pression de prédation.

CRUSTACES

Copépodes

Les copépodes forment dans toute la région, la plupart du temps, le groupe holoplanctonique le plus abondant ; ils constituent, comme le souligne RAZOULS (1977), "l'élément déterminant du maillon trophique secondaire par le nombre et le spectre dimensionnel de ses composants", à tous les stades du cycle de développement.

Les différents taxons occupent d'ailleurs des emplacements déterminés dans le cycle annuel d'une région selon la nature de leur niche écologique, les organismes à régime phytophage exclusif ou dominant étant surtout abondants lors des poussées de productivité primaire, les organismes omnivores, puis saprophages ou carnivores dominants généralement en automne-hiver, en fin de cycle trophique (rapports du CNEXO sur les sites de Gravelines et Paluel).

Proies de prédilection de divers carnivores pélagiques, leurs oeufs, larves et stades copépodites constituent un aliment particulièrement important, qualitativement et quantitativement, pour les larves de poissons par la mise à leur disposition d'une nourriture se présentant selon un rapport de taille et de densité optimales pour une prédation efficace et physiologiquement "rentable" (rapport entre l'énergie obtenue par l'ingestion des proies et celle dépensée pour leur capture). JONES et HALL (1974) ont déjà montré que la croissance de la larve de morue est étroitement adaptée à celle des stades copépodites des populations de *Calanus* sur lesquelles elle se nourrit. Le rôle clé des copépodes dans la production secondaire est ainsi amplifié par le fait que le rythme de renouvellement de leurs générations permet pendant une grande partie de l'année la mise à la disposition des larves d'espèces exploitables (poissons et crustacés) d'une nourriture calibrée.

Adultes, ils constituent encore une bonne part de l'alimentation des poissons planctonophages (sprats, sardines, anchois, maquereaux, chinchards), occasionnant ainsi un raccourcissement important de la chaîne trophique pélagique.

On peut classer les copépodes en trois groupes principaux selon leur dimension (ou leur biomasse individuelle) (d'après RAZOULS, 1977)

- copépodes de petite taille, du type *Euterpina acutifrons*, à régime carnivore dominant,
- copépodes de taille moyenne, du type *Temora longicornis*, à régime mixte, mais cependant herbivore dominant,
- copépodes de grande taille, du type *Calanus*, souvent herbivores stricts.

Nos moyens d'échantillonnage permettent la capture de manière satisfaisante d'une partie des copépodes de taille moyenne (*Temora* sp., *Acartia* sp., Centropagidés), ainsi que des derniers stades copépodites et des adultes de copépodes de grande taille (*Calanus* sp., *Anomalocera patersoni*, *Candacia armata*, Euchaetidés).

Etant donné l'examen approfondi (densités, cycles reproducteur, rythme des générations) mené au CNEEXO sur les copépodes moyens, leur étude à l'ISTPM n'a pas été poursuivie au-delà des premières campagnes. En revanche, étant donné les performances spécifiques déjà évoquées du filet Bongo, l'étude des copépodes de grande taille sera poursuivie, en raison notamment de leur rôle trophique.

Copépodes de taille moyenne

On retrouve à Flamanville les quatre groupes néritiques principaux que nous avons récoltés en Manche-est et dans le sud de la Mer du Nord, mais les dominances sont très différentes (fig. 17).

A Flamanville, c'est l'ensemble *Pseudocalanus minutus* et *Paracalanus parvus* (espèces confondues) qui semble constituer le groupe dominant au début du printemps (selon une information CNEEXO il s'agit, à cette saison, de la première de ces deux espèces, plus spécifiquement herbivore, la seconde prenant le relais en automne).

Temora longicornis, espèce euryhaline, dominante toute l'année pratiquement à Gravelines, au printemps essentiellement à Paluel, atteint à Flamanville des densités environ 100 fois plus faibles (environ 500/10 m³ contre 50 000) ; ce gradient décroissant de dominance est classique et traduit la tendance nordique de cette espèce. On a vu notamment sa dominance augmenter à Paluel après l'hiver 1975/76 plus froid que la normale ; un fait semblable, mais beaucoup plus marqué, est mentionné par RAZOULS (1977) pour la région de Roscoff après l'hiver exceptionnellement froid de 1962/63.

Acartia sp. domine en juin ; cette espèce ubiquiste participait à Gravelines au maximum printanier, mais était dominante en automne ; le phénomène était plus accentué à Paluel. Là encore, nous observons un gradient de dominance, positif cette fois-ci lorsqu'on descend vers le sud. Cette dominance est encore plus marquée en été et en automne en Bretagne (LE FEVRE, 1971) ou en Vendée (ISTPM, étude d'Avant-projet sur les sites de Bretignolles et de Saint-Martin-de-Brem).

Enfin, les centropagidés dominent légèrement en été, fait qui avait également été constaté sur d'autres sites. A *Centropages hamatus*, néritique et très euryhalin, qui était l'espèce quasi unique du genre à Paluel et à Gravelines, s'ajoute ici, dans une proportion importante, *C. typicus*, plus sténohaline, l'une ou l'autre espèce dominant d'ailleurs le groupe selon les campagnes, à Flamanville.

Parmi les autres groupes de copépodes, mentionnons l'espèce *Parapontella brevicornis*, également néritique, rencontrée durant une grande partie de l'année à Flamanville alors qu'elle est accessoire en Manche orientale. On observe deux périodes d'abondance maximale : l'une au printemps et en été, l'autre moins forte en automne (fig. 16).

L'espèce *Temora stylifera* est apparue dans l'un des prélèvements du 15 octobre 1977 (essais de différents engins et différents maillages dont les résultats ne figurent pas dans ce rapport). Sa densité était de 0,2 individus/10 m³. Cette espèce avait été signalée sur les sites finistériens, à Plogoff en novembre 1975 et, de manière plus accidentelle semble-t-il, à Ploumoguer en avril (MASTAIL, 1978) : la pointe de Bretagne semble donc constituer sa limite nord de répartition ainsi que le pense LE FEVRE (1971) ; cependant des incursions en Manche pourraient se produire sporadiquement et liées peut-être, en ce qui concerne nos observations, à l'été chaud de 1976 (1).

Isias clavipes, copépođe néritique et d'affinité méridionale et côtière, est présent en mai à une seule station (station 4) (densité 0,37/10 m³) ; l'espèce apparaît sporadiquement en été à Gravelines et Paluel où son optimum se situerait à une température de 16-18° et une salinité de 34-35 ‰ (TOULARASTEL, LE FEVRE et ARNAL, 1977) ; c'est en fait une espèce euryhaline succédant dans les estuaires à d'autres centropagidés (LE FEVRE - LE HOERFF, 1972) et abondante dans le bassin d'Arcachon et en baie de Seine.

(1) RAZOULS fait remarquer qu'il est judicieux de considérer comme aire de répartition biogéographique d'une espèce, non pas l'ensemble de l'aire de présence des individus, mais l'aire au sein de laquelle s'accomplit l'intégralité de leurs fonctions biologiques ; une espèce peut, par exemple, être récoltée au nord de sa limite septentrionale ainsi définie, mais s'y trouver en densité trop faible pour une rencontre efficace des géniteurs lors de la période de reproduction.

Copépodes de grande taille

Ces copépodes, qui ont en général plusieurs millimètres de longueur à l'état adulte, sont plus nombreux et plus diversifiés à Flamanville que sur les autres sites de Manche.

Le genre *Calanus* y comporte les deux espèces néritiques des zones tempérées froides, *C. helgolandicus* majoritaire en Manche et Mer du Nord (COLEBROOK, 1963) et *C. finmarchicus* plus septentrionale et dont la distribution dans le nord de la Mer du Nord et l'Atlantique nord correspond à une tendance intermédiaire entre des affinités néritiques et des affinités franchement océaniques ; *C. finmarchicus* est plus sténohaline de salinité "élevée", la limite supérieure se situant à environ 35,5 ‰. Ces deux espèces sont essentiellement phytophages à Flamanville ; les effectifs sont importants en été et en automne tandis qu'on observe une augmentation plus faible au printemps (fig. 16) ; à Gravelines, le maximum printanier est plus marqué mais dans l'ensemble les densités sont plus élevées à Flamanville.

Candacia armata, forme atlantique typique, fréquente en Manche, est citée comme indicatrice du flux d'eaux atlantiques en Mer du Nord bien que son arrivée ne soit pas toujours liée à celle des masses d'eaux ; BEAUDOUIN (1975) qui relate ces faits, observe dans le golfe de Gascogne, à partir de l'hiver, un déplacement de l'espèce du sud vers le nord lié aux poussées d'eaux chaudes venant du large, elle se déplacerait en revanche vers le sud pendant les mois d'hiver. L'abondance serait maximale en hiver et au printemps dans la partie méridionale du golfe. Dans nos récoltes, *Candacia armata* présente un premier maximum d'abondance du printemps au début de l'été, un second en automne (fig. 15). Les effectifs sont très faibles en été. Les densités sont en moyenne inférieures à celle de *Calanus* (maximum 6 individus/10 m³).

Euchaetids : des individus de cette famille, nous avons observé principalement des stades copépodites et la détermination à l'espèce n'a pas été faite. Beaucoup moins fréquent que *Candacia armata*, dans nos prélèvements, le groupe a été observé pendant une période restreinte à la fin de l'automne (novembre et décembre 1977) et de manière sporadique en mars et avril 1978 (fig. 15). Les individus capturés pourraient appartenir aux genres *Euchaeta*

et *Paræuchaeta* sans que nous puissions encore l'affirmer ; l'espèce *Euchaeta hebes* figure parmi les espèces de la rade de Brest étudiées par LE FEVRE (1971) et est signalée par SOUTHWARD (1962) en Manche-ouest, où elle se trouve toujours de préférence au large. Sa répartition dans le golfe de Gascogne indique également une origine nettement océanique (BEAUDOUIN, 1975), fait qui a été signalé notamment par COLEBROOK et LE FEVRE ; ces résultats suggèrent en outre une tendance méridionale, mais SOUTHWARD (cité par BEAUDOUIN, 1975) estime que l'espèce peut se reproduire également dans le centre et le nord du golfe où elle séjourne pendant de longues périodes. Copépode des couches superficielles, *E. hebes* peut être transporté sur de longues distances par les courants. Ses effectifs présentent habituellement un maximum en automne dans le golfe de Gascogne et à l'entrée de la Manche (reproduction sur place ou individus nés plus au sud ?) ; c'est le cas également dans nos prélèvements.

Autres copépodes

Metridia lucens présente à Flamanville un maximum au printemps, en avril 1977 (environ 8 individus pour 10 m³) ; l'espèce réapparaît dès mars 1978.

Dans le golfe de Gascogne, BEAUDOUIN avait observé une répartition côtière essentiellement au printemps, une extension vers le large et le nord étant observée à partir de l'été jusqu'en hiver. Cette espèce est cependant avant tout de tendance néritique.

Anomalocera patersoni : cette espèce carnivore, rare, est rencontrée en mai et août 1977 ; elle est connue également pour ses affinités océaniques (LE FEVRE, 1971).

Remarquons que l'espèce *Labidocera wollastoni*, néritique, est absente de nos prélèvements ; plus nordique d'après certains auteurs, elle pourrait être remplacée à Flamanville par *Anomalocera patersoni* qui présente la même distribution saisonnière (SCOTT cité par BEAUDOUIN).

Sans mentionner toutes les espèces de la liste faunistique, dont certaines sont rencontrées très occasionnellement, signalons la présence des

harpacticoides du genre *Sapphirina* (présentant par convergence évolutive une morphologie d'isopode et constituant par leur mode de vie benthique l'une des sources de nourriture d'animaux vagiles ou benthiques : mysidacés, larves de poissons plats).

Les caligidés, ectoparasites vivant sur la peau et les branchies d'un certain nombre de poissons adultes ou juvéniles (hareng, gadidés, plie, turbot) (RUSSELL, 1976) mènent une vie libre pendant une partie de leur cycle biologique (du moins certaines espèces) et sont rencontrées occasionnellement dans nos prélèvements.

L'étude des copépodes fait déjà ressortir quelques caractéristiques importantes du site de Flamanville.

Tout d'abord, l'influence de la latitude se fait sentir par la modification dans la dominance des quatre taxons principaux que nous avons répertoriés en Manche orientale et dans le sud de la Mer du Nord, et l'abaissement notable des densités d'espèces à tendance boréale (*Temora longicornis*) ; corrélativement, les effectifs augmentent chez les espèces à affinité plus méridionale, occupant peut-être les niches écologiques devenues vacantes. Certaines espèces atteignent ainsi des densités notables alors qu'elles sont rencontrées sporadiquement au nord (*Parapontella brevicornis*) ; d'autres enfin, plus strictement méridionales, sont à leur limite nord de répartition biogéographique (*Temora stylifera*).

Par ailleurs, aux espèces typiquement néritiques (et pour la plupart euryhalines et eurythermes), s'ajoutent des espèces témoins d'une influence océanique souvent plus exigeantes et dont les effectifs croissent vers le large (*Centropages typicus*, *Calanus finmarchicus*, *Candacia armata*, Euchaetidés, *Anomalocera patersoni*, *Corycaeus* (1)) ; la localisation du site dans le bassin occidental de la Manche explique cette composition faunistique mixte.

(1) Abondante au printemps et en été sur les sites vendéens.

SOUTHWARD (1962) avait déjà remarqué que les grands copépodes étaient plus abondants dans les eaux profondes à l'entrée de la Manche ; à Flamanville, nous avons effectivement un contingent de grands copépodes plus élevé qu'en Manche-est, la plupart d'entre eux étant de tendance océanique. Des remplacements d'espèces néritiques par leurs vicariants océaniques se sont peut être opérés.

Enfin, la latitude, la faiblesse des amplitudes annuelles (température, salinité) et l'influence hydrologique mixte expliquent la grande diversité qui semble se dessiner à Flamanville. Remarquons pour terminer que la liste des taxons de copépodes se rapproche fort de celle fournie par LE FEVRE pour le zooplancton de la rade de Brest, milieu soumis également aux deux influences, néritique et océanique. Cette caractéristique double du site de Flamanville se fera sentir pour d'autres groupes faunistiques.

Mysidacés

Ce sont des crustacés de taille relativement grande (plusieurs mm à quelques cm) qui mènent en général une vie démersale et peuvent constituer au sein du plancton de véritables bancs, essentiellement le jour près du fond. De par le comportement souvent benthopélagique de ces organismes et leur mobilité, nos pêches ne peuvent pas être considérées comme quantitatives malgré l'échantillonnage semi-rapide fait au filet Bongo. La majeure partie des mysidacés effectuent des migrations verticales nocturnes dont le déterminisme serait lié à l'activité génitale et au métabolisme des individus (TATTERSALL, 1908 ; FAGE, 1932). Les mysidacés se nourrissent de fines particules, de détritus et d'organismes vivants comme les harpactoides, copépodes benthiques (CLUTTER, 1969).

Par leur taille développée et leur méthodologie particulière, les mysidacés ont un rôle trophique important pour les poissons benthiques (leurs larves étant également une source de nourriture pour les larves de trigles, turbots, petites vives et capelans, soit, respectivement : Triglidés, *Psetta maxima*, *Trachinus vipera* et *Trisopterus minutus*).

La détermination s'appuyant sur des caractères fins, seuls quelques mysidacés sont déterminés à l'espèce (comme *Mesopodopsis slabberi*,

Anchialina agilis et *Mysidopsis gibbosa*) les autres au genre (*Gastrosaccus* sp., *Schistomysis* sp., *Siriella* sp.).

Des espèces inventoriées sur le site, la plus abondante et la plus fréquente au cours de ce premier cycle est *Gastrosaccus* sp. Elle présente un pic en été et montre une répartition dominante au large (elle est rencontrée dans presque tous nos prélèvements de la station 4 qui se trouve sur une aire sableuse) (fig. 18). D'après TATTERSALL (1939) à Plymouth et FAGE (1933) à Concarneau, la reproduction n'aurait lieu que durant quelques mois en été et jusqu'à la fin de l'automne (on note en effet la présence de beaucoup de jeunes en septembre).

Les *Siriella* sp., probablement *S. clausi*, espèce connue pour fréquenter les milieux proches de zones rocheuses et à herbiers (LE FEVRE-LE HOERFF, 1972), et *S. armata*, possédant à peu près les mêmes caractéristiques, sont présentes à Flamanville, essentiellement en été et en automne (fig. 19). *S. armata* est une espèce littorale qui nage durant le jour en surface quand les eaux sont calmes, tandis que la nuit ou par mer agitée, elle se réfugie près du fond parmi les algues ou dans les herbiers (BACESCO, 1941). TATTERSALL (1939) donne, pour la reproduction, les périodes suivantes : de mars à octobre à Plymouth, de septembre à mars à Concarneau.

Anchialina agilis est une espèce qui se tient sur ou près du fond pendant le jour. Elle fréquente tous les types de fonds, mais semble être plus abondante sur les fonds d'herbiers, de roches ou de graviers que sur des substrats de sable ou de vase. La reproduction, discontinue, aurait lieu d'octobre à mars (TATTERSALL, 1939) et pourrait se poursuivre jusqu'en juin. En général, l'espèce se reproduit lorsque les eaux sont froides. Dans nos prélèvements, elle est rencontrée essentiellement de décembre à mars, mais les effectifs restent toujours faibles.

Mesopodopsis slabberi et *Schistomysis* sp. sont très peu représentés à Flamanville alors qu'elles sont les taxons les plus abondants des sites de Paluel et Gravelines. Il est à remarquer que par mer agitée, elles s'éloignent de la côte ainsi qu'en hiver pour migrer vers des eaux plus profondes (VAN DER BAAN et Coll., 1971). *Mesopodopsis* est surtout une espèce de faible salinité (LE FEVRE-LE HOERFF, 1972).

Euphausiacés

Ces espèces que l'on ne trouve habituellement que dans les eaux de salinité supérieure à 28 ‰, sont en majorité cantonnées dans le domaine océanique ; seule l'espèce *Nyctiphanes couchii* est à tendance néritique (généralement localisée au dessus du plateau continental mais pouvant gagner de grandes profondeurs le long du talus). Les individus se tiennent souvent à des profondeurs constantes mais plusieurs facteurs internes et périodiques (reproduction, nutrition) ou externes (courants marins) interfèrent avec la recherche d'une intensité lumineuse optimale (KAMPA et BODEN, 1954) ce qui fait que le niveau préférentiel n'est pas constant pour une même espèce. PERES (1958) note en particulier que le niveau de prédilection pour les euphausiacés est situé d'autant plus bas que les fonds augmentent. Il est à noter que ces espèces effectuent également des migrations nocturnes.

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

Chez la plupart des espèces les oeufs sont émis librement dans l'eau de mer ; d'autres les portent dans des sacs ovigères jusqu'aux premiers stades larvaires. Les larves présentent un temps de développement très long et une multiplicité de stades : "Nauplius", "Metanauplius", "Calyptopis", "Furcilia", "post-larve" et juvéniles qui se rencontrent en majorité dans les couches superficielles (LO BIANCO, 1903 ; VIVES, 1966) ; la répartition verticale des différents stades du développement larvaire a été étudiée en détail par MAQUART-MOULIN et LEVEAU (1966) : les "Calyptopis" et "Furcilia" jeunes se trouvent dans l'hyponeuston, tandis que les "Furcilia" âgées, "post-larves" et juvéniles sont situés dans des couches légèrement plus profondes. La phase adulte est généralement atteinte en un an, quoique certaines espèces mettent deux ans (comme l'espèce de grande taille *Euphausia superba*).

Pour des raisons de sélection de maille, nous n'avons pas trouvé les premiers stades larvaires, tandis que les "Calyptopis", "Furcilia", et post-larves sont bien représentés dans nos prélèvements (fig. 22). Le maximum

d'effectifs des différents stades larvaires se situe en été. Il est fort possible, vue l'éthologie des euphausiacés (formes holoplanctoniques du large), qu'en fait beaucoup de larves soit apportées sur le site par les courants.

Cumacés

Présents dans toutes les mers, les cumacés sont plus fréquents sur des fonds sableux ou vaseux et sont benthopélagiques. Certaines espèces, appartenant à des familles les plus diverses, ont une phase pélagique nocturne (FAGE, 1951). Ce sont des détritivores filtreurs de sédiments (phytophages et saprophages).

Présents tout au long de l'année à l'exception du mois d'août 1977, leurs effectifs restent faibles (0,96 individus/10 m³ en juin) à Flamanville, tandis qu'à Gravelines (substrat sablo-vaseux) nous avons dénombré jusqu'à 10 individus par 10 m³. Les maximums s'observent aux printemps 1977 et 1978 (fig. 21).

Amphipodes et Isopodes

La plupart des espèces de ces deux groupes (ordres) étant franchement benthiques sauf en période de forte agitation de l'eau, les prises ne sont pas quantitatives dans les échantillons de plancton.

Les amphipodes sont rencontrés dans tous nos prélèvements (fig. 20). Le maximum se situe en été (environ 13 individus/10 m³ en juillet). La reproduction a lieu généralement en été également. D'après différents auteurs, il peut y avoir plusieurs pontes successives chez un même individu au cours d'une saison.

Amphipodes et isopodes constituent, en raison de leur éthologie essentiellement, la nourriture des poissons démersaux et benthiques et des larves de poissons plats aux stades benthiques (après la métamorphose).

CTENAIRES (1)

Ils sont représentés essentiellement par deux espèces : l'une tentaculée (*Pleurobrachia pileus*), l'autre "nue" (*Beroe cucumis*).

(1) Les cténaires formaient autrefois avec les cnidaires l'embranchement des Coelentérés ; les cnidaires holoplanctoniques seront groupés avec ceux du méroplancton.

Ces cténaires vivent habituellement entre deux eaux ou près de la surface et se déplacent en grande partie sous l'influence des courants marins. De forme ovoïde, ils possèdent cependant des organes locomoteurs sous la forme de huit rangées de palettes natatoires faites de cils modifiés ainsi que des cellules spéciales, les colloblastes, et un organe d'équilibration, le statocyste au pôle opposé à celui où se trouve la bouche.

Souvent présents sous forme de débris, les cténaires sont très mal dénombrés dans nos échantillons.

Espèces prédatrices mais elles-mêmes très peu intégrées, elles présentent un maximum au printemps (début juin) qui correspond aux principaux pics des organismes planctoniques, parmi lesquels les copépodes surtout mais aussi les oeufs et larves de poissons (fig. 14).

Ces grands prédateurs de printemps et d'été sont également des compétiteurs importants pour les autres carnivores (comme les larves de poissons).

CHAETOGNATHES

Bien échantillonnés par le Bongo par suite de leur taille relativement grande (toutefois il est probable que nous récoltions essentiellement les adultes), ces organismes typiquement marins et généralement planctoniques sont géographiquement très répandus. On sait que les eaux néritiques côtières comportent essentiellement *Sagitta setosa* alors que *S. elegans* indique un mélange d'eau océanique et d'eau côtière. En général, les eaux à *S. elegans* sont réputées plus riches en plancton que les eaux à *S. setosa* (RUSSELL, 1939).

FRASER (1961) a montré en outre qu'en Mer du Nord la survie des larves de poissons était meilleure dans les eaux à *S. elegans*, ce qui tend à prouver que le déterminisme de cette répartition biogéographique et la différence des caractéristiques des masses d'eau est plus fine et plus complexe que les simples différences en température, salinité et phosphate (BOUGIS, 1974). Les eaux à *S. elegans* se trouvent actuellement à l'ouest de l'entrée de la Manche (BOUGIS).

Les chaetognathes sont des prédateurs très actifs qui présentent une morphologie générale et un appareil préhenseur céphalique adapté à l'attaque précise et rapide. Les proies sont très variées (il n'y aurait que peu de sélection qualitative dans cette prédation) et leur régime reflète grossièrement la composition faunistique du plancton (copépodes, cladocères, larves d'euphausiacés, de cirripèdes, de décapodes, larves de poissons et même chaetognathes eux-mêmes) (DALLOT 1974).

Les chaetognathes sont rencontrés dans la presque totalité de nos pêches (fig. 41). Ils sont bien représentés à la fin de l'été (maximum de 108 individus/10 m³ au début septembre à la station 3) et en hiver ; leurs effectifs diminuent au printemps pour augmenter en été. RUSSELL (1972) avait également relevé une densité maximale de la population de *S. elegans* durant les mois de juillet, août et début septembre, dans la région de Plymouth. Une quantité maximale d'oeufs par ovaire chez les grands specimens mûrs est observée en avril : l'importante population estivale résulterait de cette ponte massive (1).

Principaux prédateurs holoplanctoniques d'automne et d'hiver, les chaetognathes prennent ainsi le relais des cnidaires et cténaïres, prédateurs de printemps et d'été (rapports du CNEXO sur les sites de Paluel et Gravelines).

Chez les deux espèces de *Sagitta*, la longueur du corps est plus grande au printemps (RUSSELL, 1931/1932 ; REYSSAC, 1963). En été, ce sont les ovaires qui sont proportionnellement plus longs qu'au printemps, et l'apparition du stade de maturité précèdent la ponte a donc lieu pour des tailles plus petites (il est possible que les températures élevées aient plus d'influence sur la taille du corps que sur celle des gonades (REYSSAC, 1963).

Les variations saisonnières de la longueur du corps et des ovaires pourraient s'expliquer en invoquant :

(1) Cette interprétation n'est pas corroborée par les résultats de DALLOT (1967) que nous citons plus loin.

- soit l'existence au cours de la même année de plusieurs générations (théorie de RUSSELL qui en compte au moins quatre dans les eaux de Plymouth) en supposant que tout individu qui vient de se reproduire meurt ;

- soit la possibilité de se reproduire plusieurs fois au cours de leur vie (REYSSAC, 1963). Le nombre de cycles sexuels varie selon la région considérée, c'est ainsi qu'en Mer d'Irlande PIERCE (1941) parle d'une seule période de reproduction tandis que WINPENNY (1937) en observe trois en Mer du Nord.

DALLOT (1967) a montré qu'en élevage, *S. setosa* de Méditerranée présentait une succession de cycles reproducteurs, quelquefois espacés de 24 h seulement, la maturation des ovaires débutant le soir et la ponte intervenant le lendemain. Dans les bonnes conditions d'alimentation et à 22°C, une ponte intervenait chaque nuit, ce qui semble également se produire dans le milieu naturel, d'après les observations de l'auteur, du moins pour les grands individus.

Quoiqu'il en soit, il est probable que les populations de ces grands prédateurs aient la faculté de répondre assez rapidement par leurs effectifs aux conditions trophiques de l'environnement en été.

II. - MEROPLANCTON

Pour un certain nombre d'animaux marins fixés ou sédentaires à l'état adultes, la dissémination ou la compétition au sein d'un peuplement (colonisation d'un substrat par exemple), sont assurés par les jeunes stades planctoniques (oeufs et larves pour beaucoup d'annélides, de mollusques, de crustacés et de téléostéens), exceptionnellement par des formes sexuées libres (stades méduses de cnidaires fixés). Ces organismes constituent des éléments temporaires du zooplancton et le moment de leur apparition, ainsi que les quantités émises et la durée de leur présence (durée du développement larvaire), varie selon les espèces et souvent avec les facteurs hydrologiques (température essentiellement). La vie au sein du plancton permet de surcroît la rencontre, pendant la croissance des larves, de proies (ou d'éléments trophiques non vivants) de taille et de densité appropriées(1) ; c'est peut être la raison de l'existence d'une phase planctonique dans la vie de certaines espèces du necton qui ne protègent pas par leur progéniture (espèces dont la dissémination est déjà assurée par les adultes du fait de leur mobilité).

La quantité de larves produites est généralement importante et adaptée au taux de survie moyen, déterminé principalement par la pression de prédation et les conditions trophiques rencontrées dans le plancton tout au long de la croissance ; le stade atteint à l'éclosion et la durée totale de la vie au sein du plancton jouent un grand rôle également, le premier en permettant chez les grandes larves une nutrition à partir d'une variété plus grande d'organismes et un comportement de prédation plus efficace, la seconde en diminuant le taux de mortalité lorsque la phase pélagique est courte. Les densités réelles observées dans le plancton sont la résultante des quantités totales émises, du mode d'émission (étalée ou concentrée sur un ou plusieurs lots, en anglais "batch") et de la mortalité précédente. Il n'est pas toujours aisé de distinguer un pic apparent de densité d'un pic d'émission de larves. L'interprétation des variations quantitatives saisonnières pour la détermination des périodes principales de reproduction et la comparaison avec d'autres "écloseries" doit se faire par confrontation de plusieurs séries de données :

(1) La nutrition à partir de substances organiques dissoutes a été envisagée pour certaines larves de poissons (FLÜCHTER, 1974, pour la larve de sole).

biogéographie des géniteurs pélagiques, démersaux ou benthiques ;
modalités de la reproduction, aspects physiologiques (quantités d'oeufs ou de larves émises, nombre annuel, importance et période d'émission des lots, influence de la température sur la maturation , la période de ponte et d'éclosion), aspects éthologiques (frayères et nurseries pour les poissons, écloseries pour les crustacés), influence des facteurs abiotiques (physico-chimiques, substrats, etc.) et biotiques (nature de la biocénose, richesse trophique) sur la répartition saisonnière et spatiale des géniteurs ;

influence de différents facteurs sur la vie des jeunes stades (mortalité des oeufs et larves, répartition spatiale) ;

comparaison des données avec celles obtenues sur d'autres sites prospectés, ou mentionnés par différents auteurs pour un certain nombre de secteurs, principalement en Manche, Mer du Nord, et golfe de Gascogne.

Hormis les larves de cirripèdes très abondantes à Flamanville du fait des peuplements des substrats rocheux de la zone intertidale, mais non prises en compte dans nos prélèvements, le méroplancton de Flamanville comporte, par ordre d'abondance, des larves de crustacés décapodes, des oeufs et larves de poissons, éléments relativement bien représentés, et enfin des larves peu abondantes d'annélides et de mollusques. Dans l'ensemble, la diversité spécifique est plus grande que sur les sites de Manche-orientale et du sud de la Mer du Nord ; les espèces commerciales du groupe des décapodes sont mieux représentées, celles appartenant aux poissons sont moins bien représentées, les espèces étant nombreuses mais les densités relativement faibles sauf pour une ou deux espèces.

Nous examinerons successivement les groupes suivants :

cnidaires,
larves d'annélides,
larves de crustacés,
oeufs et larves de téléostéens.

CNIDAIRES

Les cnidaires sont représentés dans le plancton de Flamanville par deux types de méduses, les hydroméduses (phase sexuée libre des polypes fixés) et les scyphoméduses, ainsi que par des organismes coloniaux : les siphonophores. Les scyphoméduses et siphonophores sont typiquement holo-planctoniques, toutefois nous les avons regroupés avec les cnidaires méro-planctoniques.

Le rôle trophique des cnidaires est généralement faible et secondaire devant celui de prédateur et de compétiteur. Ils exercent souvent un rôle antagoniste non spécifique sur les autres organismes du plancton.

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.

AURICH (1957) et KRAMP (1927) montrent que pour certaines espèces la densité est en relation directe avec la température. *Hybocondon prolifer* par exemple, espèce "d'eaux froides", se développe dans des eaux de 10 à 13°C et disparaît au-delà de 14°C (AURICH, 1957 et rapport CNEEXO sur le site de Gravelines).

A Flamanville, les hydroméduses apparaissent dès décembre et présentent une augmentation des effectifs au printemps. Les cnidaires présentent comme les cténaires (autres prédateurs carnivores déjà cités) un maximum en juin et disparaissent à partir de la fin août ; ils constituent donc essentiellement les prédateurs de printemps et d'été.

ANNELIDES

Les annélides polychètes sont pour la plupart benthiques (sédentaires ou errantes). Les adultes de ce groupe cosmopolite abondent surtout dans la zone intertidale ou au voisinage des côtes, généralement dans des zones sableuses et sablo-vaseuses (beaucoup de polychètes sédentaires).

A côté de quelques formes holoplanctoniques, comme les tomoptéridés (polychètes errantes), la plupart des annélides sont méroplanctoniques, vivant en pleine eau pendant leur phase larvaire.

De régime alimentaire varié (les unes sont macrophages-prédatrices, d'autres microphages), ces larves jouent un rôle important au point de vue trophique (crustacés, poissons plats). Les émissions de larves se font à la suite du réchauffement printanier qui, de façon plus ou moins directe, agit sur la maturation des adultes.

Lanice conchilega (vers tubicole des substrats sableux) est très peu représentée à Flamanville (fig. 12) alors qu'elle est majoritaire sur les sites de Manche-est (Paluel) et du sud de la Mer du Nord (Gravelines). Elle s'observe uniquement dans nos prélèvements d'avril 1977 (maximum de 19 individus par 10 m³ à la station la plus côtière) et d'avril 1978 (où les effectifs sont plus faibles, sans doute à cause d'une température hivernale plus basse qu'en 1976/77 qui aurait retardé la reproduction).

Les tomoptéridés peu abondants également sont présents dans nos échantillons d'août et septembre seulement.

Pour l'ensemble des autres larves d'annélides, la physiologie de la courbe de la figure 13 semble indiquer un retard dans l'émission des larves de 1978 ; en effet, les effectifs sont importants dès avril 1977 alors qu'en 1978, à la même époque, ils sont encore faibles.

CRUSTACES

Cirripèdes

Les larves "nauplius" de cirripèdes sont beaucoup plus nombreuses que sur les sites de Manche. Plusieurs espèces concourent à cet essaimage, à différents moments de l'année ; CRISP (1961) distingue deux groupes dans des eaux tempérées du nord de l'Europe : d'une part les espèces d'eau froide à grandes larves, se trouvant sur la côte de France à leur limite sud de leur

répartition biogéographique et dont le maximum d'abondance se situe en hiver s'étalant jusqu'en juin environ, et d'autre part les espèces d'eau chaude à leur limite nord, à larves plus petites et à maximum d'abondance en été et en automne.

Les larves de cirripèdes ont une grande importance trophique (pour les larves de poissons notamment) en raison de leur abondance et de la longueur de leur vie pélagique (2 à 3 mois) ce qui, par ailleurs, leur permet d'être transportées sur des distances relativement importantes.

En raison de la faible taille de ces planctontes, mal échantillonnés par nos filets, nous avons, tout comme pour une partie des copépodes, abandonné leur comptage après les premières campagnes. Des effectifs importants ont cependant été relevés en avril 1977.

Décapodes

Excepté chez les pénéidés (décapodes natantia non représentés sur le site de Flamanville), la femelle incube les oeufs entre les 2ème et 5ème pléopodes (pattes abdominales) jusqu'à leur éclosion. Entre la ponte et l'éclosion des oeufs, la femelle est dite "grainée" ; en effet, en l'absence de repli tégumentaire formant poche incubatrice (marsupium), la ponte offre l'aspect d'une grappe.

A l'éclosion les larves sont libérées et passent par un nombre déterminé, d'une part de stades "zoés" (cas des décapodes reptantia, ou marcheurs, du groupe des brachyours : araignée de mer, tourteau, crabes), ou d'autre part de stades "larves" (autres groupes) avant la métamorphose en "mégalopes" (brachyours), "glaucothoés" (anomours reptantia : galathées, bernards-hermites) ou "post-larves" (décapodes natantia, ou nageurs : crevettes ; décapodes reptantia du groupe des macroures : homards, langoustes, etc.).

Chaque stade correspond à une intermue. Le nombre de stades 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 des natantia il peut dépendre de la nourriture (1). Ainsi en élevage on n'observe pas toujours le même nombre de stades que dans la nature.

(1) Selon PIKE et WILLIAMSON (1961), à propos de l'espèce *Eualus occultus*.

Les maillages utilisés dans nos prélèvements permettent de récolter l'ensemble des stades larvaires de décapodes. A Flamanville, nous avons inventorié 52 taxons (espèces ou seulement genre) parmi les larves de décapodes (voir la liste faunistique) lesquels se répartissent comme suit :

- Natantia = 19 espèces
- Reptantia macroures = 3 espèces et 1 genre
- anomoures = 7 espèces et 1 genre
- brachyoures = 13 espèces et 8 genres.

Si nous comparons ce relevé à d'autres établis pour la Mer du Nord et la région de Plymouth, et en tenant compte du fait qu'il n'est pas entièrement détaillé (10 taxons ne sont rapportés qu'au genre et à l'intérieur de la famille des Palaemonidés deux espèces seulement ont été identifiées), nous voyons que le plancton de Flamanville se rapproche par sa diversité du plancton de Plymouth. Le tableau ci-après indique le nombre d'espèces de Crustacés décapodes trouvées à l'état larvaire dans le plancton de différentes aires maritimes (d'après LEBOUR et GURNEY pour Plymouth, REES pour la Mer du Nord, cités par BOURDILLON - CASANOVA, 1960).

Groupes de Décapodes	Mer du Nord	Flamanville (1)	Plymouth
Natantia	12	19	24
Reptantia macroures	5	4	7
" anomoures	11	8	7
" brachyoures	15	21	36

D'autre part la comparaison avec nos résultats de Paluel et Gravelines nous permet d'ajouter que le site de Flamanville se caractérise par sa richesse (densité) en larves de décapodes.

A Flamanville, les natantia et les reptantia brachyoures sont les deux groupes dominants par la diversité, les anomoures par l'abondance de quelques espèces, les macroures étant le groupe le moins bien représenté.

(1) Pour les résultats de Flamanville, les chiffres sont peut-être sous-estimés car il ne s'agit pas de nombre d'espèces au sens strict ; certains taxons n'ont été déterminés qu'au genre .

Chez les natantia l'élément dominant numériquement est constitué par les larves d'hippolytidés (*Eualus* sp. avec un effectif maximum de 33 ind./10 m³, *Hippolyte pridaewaniana* et *Thorulus cranchi*) alors que l'espèce commerciale *Crangon crangon* ou crevette grise n'est que faiblement représentée (maximum : 1,6 ind./10 m³) ; ceci différencie le plancton de Flamanville de celui de Paluel et Gravelines où les larves de *Crangon crangon* sont abondantes et où par contre les larves d'hippolytidés sont assez rares. Par ordre d'abondance après les hippolytidés viennent les alphéidés (dont l'effectif maximum observé est de 22 ind./10 m³), puis les crangonidés essentiellement le genre *Philocheiras* (avec 6,6 ind./10 m³), les pandalidés (6,3 ind./10 m³), les processidés (1,9 ind./10 m³) et les palaemonidés, occasionnels (effectif maximum inférieur à 0,5 ind./10 m³).

Parmi les reptantia macroures nous avons identifié deux espèces de valeur commerciale importante non rencontrées jusqu'à présent sur d'autres sites à l'état larvaire : le homard (*Homarus vulgaris*) et la langouste (*Palinurus vulgaris*). Les larves du genre *Upogebia* constituent à côté de ces deux espèces commerciales un élément trophique quantitativement appréciable avec un maximum de 144 ind./10 m³ en août ; en revanche l'espèce *Axius stirhynchus* est très peu représentée dans nos prélèvements (maximum : 1,1 ind./10 m³ en août) mais cette espèce peut être aussi intéressante du point de vue trophique car ses larves sont beaucoup plus grosses que les larves d'*Upogebia* (de taille comparable à celle de la larve de homard, de l'ordre du cm).

Les anomoures constituent un groupe important sur le plan trophique. Il comprend deux familles très bien représentées dans le plancton de Flamanville au printemps et en été : les porcellanidés qui atteignent 461 ind./10 m³ en juillet et les paguridés 303 ind./10 m³ en mars. Le genre *Galathea* sp. est le moins abondant (effectif maximum = 48 ind./10 m³) ; cependant il peut présenter un intérêt économique car il est commercialisé dans certains ports de l'Atlantique.

Enfin, parmi les brachyoures nous trouvons trois espèces commerciales : l'étrille (*Macropipus puber*), le tourteau (*Cancer pagurus*) et l'araignée de mer (*Maiá squinado*). Si les larves d'étrille ne sont pas plus abondantes à Flamanville

que sur les sites de Paluel et Gravelines, la présence des larves de tourteau et surtout d'araignée de mer montrent que le site de Flamanville est un secteur important pour la reproduction des crustacés commerciaux. A côté de ces espèces plusieurs taxons sont des éléments trophiques de grand intérêt. Certains présentent un fort pic d'abondance et ne se trouvent dans le plancton que pendant quelques mois. Il s'agit de *Pilumnus sp.*, *Atelecyclus sp.* et *Pinnotheres pisum* qui atteignent respectivement 137 - 98 et 69 ind./10 m³. Les autres en revanche sont présents sur le site 9 ou 10 mois sur 12. Il s'agit des espèces appartenant au genre *Macropipus* (autre que *M. puber*) et du "crabe vert" ou *Carcinus maenas* ; leurs effectifs maximums sont de 30 ind./10 m³. Cette différence de fréquence est probablement liée au nombre de pontes par an plus élevé chez les dernières espèces. Nous mentionnerons dans le paragraphe consacré aux brachyoures les autres espèces appartenant à ce groupe, espèces accessoires très peu représentées et sans intérêt commercial.

En définitive, le relevé des larves de décapodes commerciaux au sein du plancton est rendu difficile en raison des grandes similitudes morphologiques que certaines présentent avec d'autres espèces non commerciales apparentées. Pour donner un exemple, nous avons été amenés à déterminer à l'intérieur du groupe des brachyoures des taxons comme *Atelecyclus* ou *Hyas* (non commerciaux) pour pouvoir discerner les larves d'étrille ou de tourteau.

Décapodes natantia

Par souci de clarté ce groupe est présenté par famille et nous commencerons par celles qui comportent des espèces commerciales.

Crangonidés

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

5 stades "larve ", 1"stade postlarve"

Cette espèce commerciale est très faiblement représentée à Flamanville, sans doute en raison du substrat qui ne lui convient pas.

C'est en mars 1978 que nous avons récolté le plus grand nombre de larves, avec un effectif pourtant faible de 1,6 ind./10 m³ à la station 4 (fig.26).

Il s'agit uniquement de larves au stade 1 pour les stations de la radiale et d'une majorité de stades 1 pour la station 4 (3 stades 2 pour 5 stades 1). Ces larves correspondent à des pontes hivernales en décembre ou janvier d'après les durées d'incubation données par différents auteurs (1).

Nous notons également la présence de quelques "larves" en avril, juin et juillet ainsi qu'en avril 1978, de quelques postlarves en juin, juillet et septembre 1977.

Selon EHRENBAUM (cité par LLOYD et YONGE, 1947), la durée de vie larvaire totale de *Crangon crangon*, serait d'environ 5 semaines au printemps en Mer du Nord ; il faut compter une semaine par stade.

En mars 1978 il semble se dessiner un gradient côte-large dans la répartition des larves qui pourrait s'expliquer par la migration des femelles au moment de l'éclosion des oeufs (2) puisqu'il s'agit de stades très jeunes ; toutefois le point 4 est assez près de la côte et c'est à cette station que l'on a observé l'effectif maximum, vraisemblablement en raison du substrat sableux à cet endroit. C'est également à la station 4 que l'on a récolté les postlarves, à une exception près.

. *Philocheras* sp., Leach

5 stades "larve ", 1 stade "postlarve"

Nous avons regroupé (fig. 26) les larves de crangonidés autres que celles de *C. crangon*. Ces larves font probablement toutes partie du genre *Philocheras* sp. mais nous ne pouvons l'affirmer compte tenu du manque de précisions dans les premiers dépouillements (avril et mai 1977). D'autre part, les larves de crangonidés récoltées le 9 février et le 6 mars 1978 n'ont pas encore été déterminées.

(1) LLOYD et YONGE (1947) donnent 4 semaines en été, 13 semaines en hiver. La courbe de TIEWS (1970) donnerait environ 8 à 10 semaines pour des températures comprises entre 7° et 10°C relevées de décembre 1977 à mars 1978.

(2) BOURDILLON-CASANOVA (1960) d'après les publications d'autres auteurs.

D'après LEBOUR (1931 a, 1947) *P. trispinosus*, Hailstone et *P. fasciatus*, Risso, se trouvent dans le plancton de Plymouth du printemps à l'automne, ce qui correspond à nos résultats si les individus trouvés au printemps 1977 appartiennent bien à ces deux espèces.

Les larves de *P. sculptus*, Bell, ont été récoltées en juillet uniquement, c'est-à-dire pendant le mois le plus chaud de l'année 1977, ce qui est aussi en accord avec les résultats de LEBOUR (1931 a).

Par contre, nous avons trouvé l'espèce *P. bispinosus bispinosus*, Hailstone et Westwood, uniquement le 15 octobre, au cours d'essais dont les résultats ne figurent pas dans ce rapport. D'après LEBOUR (1947) les larves de cette espèce sont présentes dans le plancton de la Manche de mars à octobre ; toutefois, elle ne les a jamais trouvées en grand nombre.

Réunis, les effectifs des espèces appartenant au genre *Philocheras* sp. présentent des maximums en avril et juillet 1977 avec respectivement 3,8 et 6,6 ind./10 m³. En avril 1978, nous n'avons encore trouvé aucune larve de ce genre. Comme nous le verrons plus loin à propos d'autres espèces ou taxons, l'année 1978 est en retard par rapport à l'année 1977 pour un certain nombre de phénomènes biologiques en raison d'un hiver 1977-78 plus froid que l'hiver précédent.

Palaemonidés

La famille des palaemonidés est la moins bien représentée sur le site dans le groupe des natantia (effectif maximum observé : 0,4 ind. environ pour 10 m³) (fig. 24).

Elle comprend une espèce commerciale, la crevette rose ou bouquet (*Palaemon serratus*, Pennant), dont nous avons trouvé un individu adulte de 5 cm le 6 mars 1978. Ses larves n'ont pas encore été déterminées avec certitude. Pour l'instant nous pouvons seulement dire que *Leander squilla* L. est la seule espèce de la famille des palaemonidés observée dans les prélèvements du 17 septembre et du 15 octobre 1977, *P. serratus* pouvant être représentée dans les prélèvements effectués entre le début juillet et le début septembre 1977.

Hippolytidés

Cette famille ne comprend aucune espèce commerciale. Par contre ses larves sont les plus fréquentes et les plus abondantes sur le site parmi les larves de natantia. En additionnant les effectifs des 6 espèces trouvées, on obtient un effectif maximum supérieur à 40 ind./10 m³ le 2 juillet à la station 4 (fig. 23).

. *Eualus* sp., Thallwitz

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

Les difficultés de détermination, notamment au niveau du stade 1, nous ont amenés à regrouper deux espèces appartenant au genre *Eualus* sp., à savoir *Eualus occultus*, Lebour et *Eualus pusiolus*, Kröyer.

Les larves d'*Eualus* sont présentes presque toute l'année et relativement abondantes en été avec un effectif maximum de 33 ind./10 m³ le 2 juillet à la station 4 (fig. 23). Les effectifs deviennent négligeables à partir du mois d'octobre pour être nuls en décembre et janvier (2).

L'espèce *E. occultus* a été longtemps confondue avec *Thorulus cranchi* sous le nom de *Spirontocaris cranchi* ; c'est LEBOUR qui les a distinguées en 1936. Les renseignements antérieurs à cette date concernant la reproduction de ces deux espèces ne sont donc pas utilisables.

Dans le golfe de Marseille BOURDILLON-CASANOVA (1960) signale au moins deux pontes par femelle d'*E. occultus* dans l'année. N'ayant pas distingué les deux espèces d'*Eualus* précitées, l'observation des stades des individus récoltés ne nous permet pas d'avoir d'idée précise sur le nombre de périodes de pontes dans l'année à Flamanville.

- (1) 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.
- (2) En janvier nous n'avons pas effectué de prélèvements, mais étant donné que le 9 février nous n'avons trouvé que des larves au stade 1, il est logique de penser qu'en janvier elles n'étaient pas encore apparues sur le site.

Les postlarves d'hippolytidés n'ont pas été déterminées à l'espèce, mais d'après la figure 23 nous pensons qu'il s'agit de postlarves d'*Eualus* sp. étant donné qu'elles sont présentes avant le pic d'abondance des deux autres espèces d'hippolytidés.

. *Thoralus cranchi*, Leach

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

D'après LEBOUR (1936) en Manche on trouve les femelles "grainées" et les larves du printemps à l'automne.

A Flamanville nous avons récolté des larves tout l'été avec un effectif maximum de 10 ind./10 m³ le 29 août à la station 4, soit presque deux mois après celui des *Eualus* sp. Leur date d'apparition est difficile à préciser : pour le printemps 1977 les déterminations n'ont pas été poussées à l'espèce et en 1978 il n'y avait encore aucune larve dans les prélèvements du 7 avril. La dernière larve , au stade 8, a été pêchée le 9 février.

Nous avons trouvé des stades 1 à plusieurs reprises, en juin, juillet et septembre, mais il est difficile pour l'instant d'en déduire le nombre annuel de périodes principales de ponte à Flamanville. Le nombre de ponte par femelle serait de 5 par an à Roscoff (H. et L. NOUVEL, 1937) et d'au moins 2 à Marseille (BOURDILLON-CASANOVA, 1960).

. *Hippolyte prideauxania*, Leach ou *H. inermis*, Leach

entre 5 et 9 stades "larve" (2), 1 stade "postlarve"

En Manche LEBOUR (1931 a) a récolté des femelles "grainées" et les oeufs ont éclos en laboratoire en été.

D'après nos résultats il semblerait que cette espèce soit perannuelle à Flamanville car nous avons récolté des larves tous les mois. Le pic d'abondance a lieu en même temps que celui de *Thoralus cranchi*, soit fin août

(1) Selon LEBOUR (1932 a, 1936)

(2) 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 stades ont été décrits par LEBOUR (1931 a).

avec un effectif de 20 ind./10 m³ à la station 4. Nous n'avons jamais trouvé de stade 1. Des stades 2 ont été récoltés en août, septembre et octobre.

D'après REGNAULT (1967) le stade 1 dure 7 jours à 14°C. REGNAULT a mis en évidence une température optimale pour le développement des larves de 21°C et la supériorité de l'eau côtière sur l'eau du large.

. *Caridion gordonii*, Bate et *Caridion stevensi*, Lebour
9 stades "larve ", 1 stade "postlarve"

LEBOUR (1930 a), en décrivant le développement complet de ces deux espèces, a prouvé que la larve attribuée par SARS (cité par LEBOUR) à *Pandalus borealis*, Krøyer, est en fait celle de *C. gordonii* et que celle attribuée par le même auteur à *Pandalus bonnierii*, Caullery, appartient en fait à *C. stevensi*. D'après LEBOUR, les larves de ces deux espèces sont surtout fréquentes dans le plancton du large. Cette particularité peut expliquer la rareté des larves de ces deux espèces dans le plancton côtier étudié ici.

A Flamanville, nous avons trouvé une seule larve de *C. gordonii*, au stade 1 (le 6 mars 1978 à la station 2) et deux larves au stade 1 également de *C. stevensi* (une le 9 mai, l'autre le 24 juillet 1977, à la station 4).

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. N'ayant trouvé que des larves au stade 1 il nous est difficile de préciser la période de présence de ces deux espèces dans le plancton de Flamanville. De même BOURDILLON-CASANOVA (1960) n'avait trouvé à Marseille que quelques stades 1 et 2 de *C. gordonii* et quelques stades 1 et 4 de *C. stevensi*. Il est probable que les larves plus âgées ont une répartition différente des stades jeunes.

Alphéidés

9 stades "larve " 1 stade "postlarve"

Nous avons récolté trois espèces d'alphéidés : *Athanas nitescens* Montagu, *Alpheus glaber*, Olivi (ou *A. ruber*, Milne-Edwards) et *Alpheus macrocheles*.

A Plymouth (LEBOUR, 1932 b, 1947) la période de présence des larves de ces trois espèces se situe en été et au début de l'automne ; ceci concorde avec nos résultats. L'effectif maximum (22 ind./10 m³) a été obtenu le 29 août (fig. 24).

Les dernières larves d'*A. nitescens* ont été trouvées en octobre alors que nous avons récolté quelques individus appartenant aux espèces *A. glaber* et *A. macrocheles* en novembre et décembre. Nous n'avons pas trouvé de postlarves d'alphéidés à Flamanville.

Selon H. NOUVEL et L. NOUVEL (1935) *A. nitescens* est l'alphéidé le plus commun sur les côtes françaises et l'on trouve les femelles "grainées" en juillet et août à Roscoff.

Pandalidés

. *Pandalina brevirostris*, Rathke

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

Bien que pour les quatre premières campagnes nous n'ayions pas poussé les déterminations à l'espèce, il semble que *Pandalina brevirostris* soit parmi les pandalidés la seule espèce trouvée à Flamanville.

C'est en avril 1977 que nous avons récolté le plus de larves (6,3 ind./10 m³) l'effectif étant inférieur à 1 ind./10 m³ au cours des autres mois (fig. 25). Les dernières larves ont été trouvées en août 1977. En 1978, quelques stades 1 seulement ont été récoltés en février et mars et nous n'avons trouvé qu'une larve (stade 3) le 7 avril. Il semblerait donc que l'année 1978 soit en retard par rapport à 1977, comme nous l'avons déjà remarqué.

A côté des alphéidés, les larves de pandalidés n'occupent qu'une faible place dans le plancton (effectif maximum 4 fois moins important), mais se récoltant avant les alphéidés elles peuvent représenter un apport trophique non négligeable avec d'autres espèces de printemps.

(1) Selon PIKE et WILLIAMSON (1964) les larves de *P. 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).

Processidés

9 stades "larve ", 1 stade "postlarve"

Cette famille comprend deux espèces *Processa edulis*, Risso, et *Processa canaliculata*, Leach, mais c'est l'espèce *P. edulis* que nous avons récoltée dans la plupart des cas.

Présentes dans le plancton au même moment que les alphéidés, leur effectif maximum est très faible (1,9 ind./10 m³).

Décapodes reptantia macroures

. *Homarus vulgaris*, Milne Edwards, le homard

4 stades "larve "

Homarus vulgaris est l'homologue sur les côtes européennes de *H. americanus* qui se trouve le long des côtes atlantiques du Canada et du nord-est des Etats-Unis. La reproduction des deux espèces est semblable (ALLEN, 1895).

D'après les observations de ALLEN faites à Plymouth sur *H. vulgaris*, la majorité des homard pondent au cours du mois d'août et la plupart des oeufs éclosent au mois de juin de l'année suivante. Les oeufs sont ainsi portées par les femelles au moins pendant 10 mois.

HERRICK (1909) a bien étudié la biologie de *H. americanus*, aussi, sauf indication contraire, ce qui suit est issu de son ouvrage.

Les spermatozoaires émis par le mâle au moment de l'accouplement passent une période de repos dans le réceptacle séminal de la femelle où ils peuvent être conservés vivants 1 à 2 ans ou plus, et la fécondation a lieu au moment de la ponte lors du passage des ovules devant le réceptacle. La ponte intervient entre un mois et un an après l'accouplement (TAYLOR, 1975). Beaucoup d'auteurs pensent que deux pontes consécutives sont séparées par un intervalle de 2 ans ; cependant CUNNINGHAM (cité par HERRICK) a montré que la femelle de *H. vulgaris* est capable de pondre deux années consécutives : dans un élevage de cinq femelles l'une d'entre elles a pondu aussitôt après l'éclosion des oeufs de la ponte précédente.

L'éclosion de tous les oeufs portés par une femelle de *H. vulgaris* s'étale sur 1 à 3 semaines ou un peu plus selon FULLARTON (cité par HERRICK), suivant la température et les individus, sur 2 à 6 semaines selon BRANFORD (1978), sur 14 à 15 jours entre 11,9° et 14,1°C pour *H. americanus* selon TEMPLEMAN (1937). Les éclosions ont lieu essentiellement la nuit, la plupart après le coucher du soleil vers 22 à 23 h selon les observations de BRANFORD (1978) sur *H. vulgaris*. Cet auteur fait remarquer que cela correspond à une période où l'activité locomotrice est maximale, ce qui doit faciliter la dispersion des larves en les rendant moins exposées à la prédation. Le nombre de larves libérées chaque jour par une femelle semble assez variable ; selon les observations de BRANFORD sur une femelle de *H. vulgaris* il dépasse 500 au moment du pic vers le 10ème jour d'une période d'éclosion de 15 jours.

Les larves quittent le fond et poursuivent une existence pélagique pendant 3 à 6 semaines : la vie benthique peut commencer au stade 4 mais parfois les jeunes homards continuent à nager jusqu'à la fin du 5ème stade (1) (HERRICK, 1909).

Le tableau ci-après (HERRICK) donne la durée et la taille de chaque stade larvaire de *H. americanus* pour deux régions américaines (données issues de plusieurs points sur la côte, à différentes températures, selon plusieurs auteurs et à partir d'un nombre d'individus variable).

Stade	Wickford (R. - I.)				Woods Hole (Mass.)			
	1	2	3	4	1	2	3	4
Taille moyenne en mm	8,2	9,6	11,4	13,5	7,8	9,2	11,2	12,6
Durée des stades en jour	2	4	5	12	1 à 5	2 à 5	2 à 8	10 à 19

Le 4ème stade de *H. americanus* est ainsi atteint, en moyenne, en un peu plus de 12 jours (2) à Wickford, en 14 jours à Woods-Hole. Si la larve devient

(1) Le stade 5 ne correspond pas à un stade larvaire. Dès le stade 4, dernier stade larvaire, la larve ressemble à un jeune homard.

(2) La durée moyenne des trois premiers stades varie de 9 à 16 jours, selon la température et les autres conditions.

benthique à la fin de son 4ème stade , sa vie pélagique dure environ 23 jours, soit un peu plus de 3 semaines à Wickford et 30 jours environ à Woods Hole ; si, en revanche, la phase benthique n'est atteinte qu'à la fin du 5ème stade, cette durée sera de 30 jours à Wickford et de 46 jours, soit un peu plus de 6 semaines, à Woods-Hole.

Des observations en élevage (Ile d'Yeu) ont montré une vie pélagique de 15 jours, mais cette valeur minimale doit résulter de l'élevage.

WILLIAMS (cité par HERRICK) a trouvé dans les contenus stomacaux de larves de homards pêchées en mer, non seulement des fragments de crustacés, des diatomées, des algues, mais aussi des grains de sable fin et de la matière inerte. Les jeunes larves doivent acquérir très tôt la capacité de régurgiter les résidus non digérés (tout comme les adultes) et durant leur vie pélagique, elles ont tendance à se nourrir de n'importe quel petit objet ou particule en mouvement vivante ou morte. Ce comportement de prédation est très développé et le cannibalisme est fréquent dans les élevages surchargés ou insuffisamment approvisionnés en nourriture.

A Flamanville, nous avons récolté une larve au stade 1 le 4 juin 1977 et 4 larves (dont 3 stades 1 et un stade 2) le 2 juillet 1977 (fig. 27). D'après le tableau précédent les oeufs ayant donné naissance à ces larves ont probablement éclos au tout début du mois de juin et à la fin de ce mois. Ceci est en accord avec les observations de ALLEN. C'est également en accord avec la période de présence des femelles "grainées" dans le secteur de Flamanville : le nombre de femelles "grainées" dans les casiers des pêcheurs est maximal fin mai puis diminue jusqu'en juillet pour être pratiquement nul en août et remonter en flèche en septembre (cf. l'étude halieutique dans ce rapport sur le premier cycle.)

Toutefois, si l'on considère les quantités de homards adultes capturées sur le site, nos résultats semblent faibles. Plusieurs phénomènes pourraient expliquer la rareté relative de ces larves dans nos prélèvements :

- l'évitement du filet par ces grandes larves qui peut être important et l'échantillonneur Bongo mal adapté dans ce cas, en raison du maillage trop

petit, du diamètre d'ouverture insuffisant (TEMPLEMAN, 1937, utilise des filets de 1 m d'ouverture) ou de la vitesse d'échantillonnage trop faible ;

- la large dispersion des larves par les courants de dérive et de marées ; d'après TEMPLEMAN (1937) les larves passant la plus grande partie de leur temps à la surface, sont emportées à plusieurs kilomètres ;

- le fait que les larves se trouvent en surface, surtout pendant le jour ; le traict oblique ne réalise pas dans ce cas un échantillonnage très satisfaisant ;

- la mortalité par prédation en conditions naturelles ; si une femelle peut porter de 3 000 à 100 000 oeufs, les auteurs estiment qu'au 4ème stade larvaire la survie est de l'ordre de 1 %. (TAYLOR) (valeur fréquente, par exemple donnée pour les poissons) ;

- par ailleurs enfin, le stockage dans des viviers devant le port de Diélette des femelles "grainées" capturées ; cette attitude des pêcheurs, plus raisonnable que le "brossage" qui est quelquefois pratiqué ailleurs bien que prohibé, a pour but de préserver la productivité du secteur ; mais, même en admettant que dans ces conditions le développement et l'éclosion des oeufs se poursuivent normalement, cette attitude pourrait aboutir à des concentrations anormales de larves et augmenter la mortalité par cannibalisme et prédation.

. *Palinurus vulgaris*, Latreille, la langouste

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

Nous avons récolté 2 larves "phyllosome" de langouste à Flamanville, une le 4 avril, l'autre le 2 juillet 1977 (fig. 27) , les deux au stade 1.

Selon LEBOUR (1947) à Plymouth, les phyllosomes se trouvent couramment dans le plancton du large de février à septembre, rarement dans le plancton côtier de juin à août.

La pêche de langouste ne se pratique pas dans le secteur de Flamanville mais autour de l'île d'Aurigny.

. *Upogebia* sp., Leach

4 stades "larve ", 1 stade "postlarve"

Nous n'avons pas poussé la détermination à l'espèce. En Manche, WEBB (1919) et LÉBOUR (1947) ont trouvé deux espèces qu'il était difficile de distinguer entre elles : *U. deltaura* et *U. stellata*.

A Flamanville comme à Plymouth (LÉBOUR) les larves sont présentes dans le plancton d'avril à novembre avec un maximum d'abondance en été : de fin juillet à début septembre les effectifs trouvés sont supérieurs à 100 ind./10 m³ (fig. 28 A). Il s'agit presque exclusivement des stades 1 et 2, une faible proportion de stades 3 et 4 seulement ayant été pêchée (exemple : le 12 août 1977 pour 63 stades 1-2, on trouvait 5 stades 3-4). Un résultat similaire a été obtenu par REES (1952) . La disproportion peut provenir d'une mortalité importante d'un stade à l'autre ou d'un comportement benthopélagique des stades 3 et 4, ou encore d'une migration horizontale de ces stades. Le début de la courbe correspond essentiellement à des stades 1 (le 18 juin : uniquement des stades 1 ; le 2 juillet, à la station 1 : 65 stades 1 dénombrés, pour 1 seul stade 2, et à la station 2 : 89 stades 1 pour 1 stade 2).

Quelques postlarves ont été récoltées du 24 juillet au 29 août.

. *Axius stirrhynchus*, Leach

2 stades "larve ", 1 stade "postlarve"

Cette espèce , dont la densité est négligeable par rapport à celle des espèces du genre *Upogebia* (maximum légèrement supérieur à 1 ind./10 m³), est présente dans le plancton au même moment, durant tout l'été (fig. 27).

Il s'agit de larves aussi grosses que celles de *Homarus vulgaris*, le second stade larvaire mesurant environ 9,2 mm (WEBB, 1921). La faiblesse de leurs effectifs pourrait s'expliquer par leur grande taille (évitement du filet), mais aussi par la courte durée de développement de ces larves ; le stade 2 durerait 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'enfuit. C'est sans doute pour cette raison que nous n'avons jamais trouvé de postlarve dans nos prélèvements.

Décapodes Reptantia anomoures

Porcellanidés

2 stades "larve", 1 stade "glaucothoé "

Ces deux espèces sont communes en Manche et dans les environs de Plymouth ; l'espèce *Porcellana platycheles* est plus côtière que *Pisidia longicornis* (LEBOUR, 1943).

Au stade "larve" nous n'avons pas distingué ces deux espèces. La période de présence de l'une ou de l'autre dans le plancton s'étend d'avril à novembre. Il se produit deux pics d'abondance très nets, l'un le 2 juillet (461 ind./10 m³ à la station 2), le deuxième le 29 août (174 ind./10 m³ à la station 4) (fig. 28).

D'après les proportions de glaucothoés, lesquelles peuvent être déterminées à l'espèce très aisément, il s'avèrerait que *P. longicornis* est plus abondante que *P. platycheles* dans le plancton de Flamanville (voir tableaux 20 à 29).

Présentes du 21 mai au 15 octobre, les glaucothoés de *P. longicornis* atteignent deux maximums, l'un le 2 juillet et l'autre le 12 août (1,7 ind. par 10 m³ à la station 3 et 1,4 ind./10 m³ à la station 4, respectivement). Les quelques glaucothoés de *P. platycheles* ont été récoltés au moment de ces deux maximums. D'après les résultats relatifs à ces glaucothoés, il semblerait donc que les deux espèces présentent à peu près la même variation saisonnière et, plus exactement, que les deux pics obtenus pour les larves ne correspondent pas chacun à une espèce différente.

Par ailleurs JORGENSEN cité par REES (1952) suggère qu'il y a deux périodes d'éclosions distinctes de larves de *P. longicornis* en Mer du Nord,

l'une au printemps, l'autre à partir de juillet, ce qui pourrait expliquer nos deux maximums de larves compte tenu du décalage de la saison de reproduction entre la Mer du Nord et la Manche.

Paguridés

4 stades "larve", 1 stade "glaucothoé "

Les larves de paguridés apparaissent plus tôt (fig.29) et leur pic d'abondance a lieu avant celui des porcellanidés.

Présentes certainement avant le 9 février 1978 (pas de prélèvement en janvier pour le confirmer) leur effectif est maximum le 6 mars (303 ind./10 m³ à la station 4). En 1977 les premiers prélèvements se situent certainement après le maximum et le reste de l'année les effectifs ne dépassent plus 50 ind./10 m³.

Pour le prélèvement du 6 mars 1978, lors du maximum, nous avons noté une très forte proportion d'*Eupagurus bernhardus* (1) stade 1 et 2, quelques individus seulement appartenant aux espèces *Pagurus pubescens* et *Anapagurus hyndmanni*. Le 7 avril nous avons dénombré 1 larve de *P. pubescens* et 2 *A. hyndmanni* (stade 1 ou 2) pour 12 *E. bernhardus* ; on observe, en outre, la présence de quelques larves d'*E. bernhardus* au stade 3.

D'après REES (1952) la période d'éclosion principale des larves d'*E. bernhardus* en Mer du Nord se situe en avril ou mai, il se produirait quelques autres éclosions au cours de l'année. Nos résultats montrent qu'à Flamanville la plupart des éclosions ont eu lieu à la fin de l'hiver.

Nous avons récolté quelques stades glaucothoés principalement du 9 mai au 18 juin, ainsi qu'en août avec un maximum de 2,1 ind./10 m³ le 4 juin à la station 1. Selon CARAYON, FOREST et DECHANCE (cités par BOURDILLON-CASANOVA, 1960), les glaucothoés vivent déjà dans de très petites coquilles où elles se transforment en jeunes pagures.

(1) L'une des espèces de Bernard l'Hermitte.

D'après le temps écoulé entre le maximum de larves et l'apparition des glaucothoés le développement larvaire complet de ce groupe semble assez long.

. *Galathea sp.*, Fabricius

4 stades "larve", 1 stade "postlarve"

Nous n'avons jamais poussé la détermination à l'espèce à l'intérieur de ce genre.

La période de présence des larves dans le plancton de Flamanville s'étend de février à novembre. L'examen de la figure 30 nous montre une succession de petits pics d'abondance au cours du printemps et de l'été (période d'abondance principale) : début avril (48 ind./10 m³), début juin (40 ind./10 m³), début juillet (42 ind./10 m³) et fin août (27 ind./10 m³). Ces maximums correspondraient à différentes périodes de pontes.

Par rapport au groupe des paguridés dont les larves présentent un pic d'abondance bien marqué, les effectifs des larves de galathées sont plus régulièrement répartis dans le temps.

En résumé, si l'on considère le groupe des décapodes anomoures dans son ensemble, on remarquera son abondance durant presque toute l'année : à la prolifération des larves de pagures de la fin de l'hiver succède l'apparition des larves de galathées avec un effectif non négligeable début avril, puis l'abondance des larves de porcellanidés en juillet et août.

Ce groupe assure ainsi (avec d'autres groupes méroplanctoniques) la permanence au sein du plancton de ressources trophiques en dehors des périodes d'abondance des principaux producteurs secondaires (copépodes).

Décapodes reptantia brachyours

. *Maia squinado*, Herbst, l'araignée de mer

2 stades "zoé", 1 stade "mégalope"

L'araignée de mer est à Flamanville, sur le plan commercial, l'un des crustacés les plus importants et le plus intéressant des brachyours.

La période de présence des larves est courte, environ 2 mois d'après nos prélèvements (fig.31). Elles sont apparues sur le site vraisemblablement entre le 24 juillet et le 12 août 1977, période au cours de laquelle la température de l'eau a franchi la valeur 16°C (fig. ci-après). Ceci est en accord avec les déductions H. GRAS (1977), selon lesquelles les larves de *Maia squinado* sont presque inexistantes dans le plancton lorsque la température de l'eau est inférieure à 16°C. Les dernières larves ont été pêchées le 15 octobre.

Le maximum de zoés a été capturé le 8 septembre (13 ind./10 m³). Nous n'avons trouvé qu'une larve au stade mégalope, le 17 septembre 1977.

Si l'on considère la pêche intensive d'araignées pratiquée sur le site, ces résultats semblent assez faibles, mais deux remarques peuvent être faites :

- le développement larvaire rapide de *Maia squinado* ne comprend que deux stades zoés avant la métamorphose ; d'après GRAS (1977), à 20°C celle-ci intervient entre 14 et 15 jours après l'éclosion ; la période pendant laquelle ces larves peuvent être capturées en mer est donc assez restreinte et le prélèvement risque de se situer à un moment où beaucoup de larves se sont déjà métamorphosées ;

- le fait que les mégalopes sont benthopélagiques explique qu'elles échappent en grande partie à nos prélèvements.

D'après les travaux réalisés par de KERGARIOU (1971) il y a deux pontes annuelles sur les côtes françaises de la Manche et de l'Atlantique. Cet auteur a observé en effet que le pourcentage de femelles dont les oeufs sont mûrs est maximal à deux reprises : vers la fin du mois de juin et durant la seconde quinzaine d'août. Selon ce même auteur, dans la plupart des cas les femelles qui "dégrainent" au début de l'été (éclosion des oeufs

et émission des larves zoés) pondent à nouveau dans les 72 heures qui suivent si bien qu'une seconde éclosion intervient entre la fin du mois d'août et le mois d'octobre (de KERGARIOU , 1975).

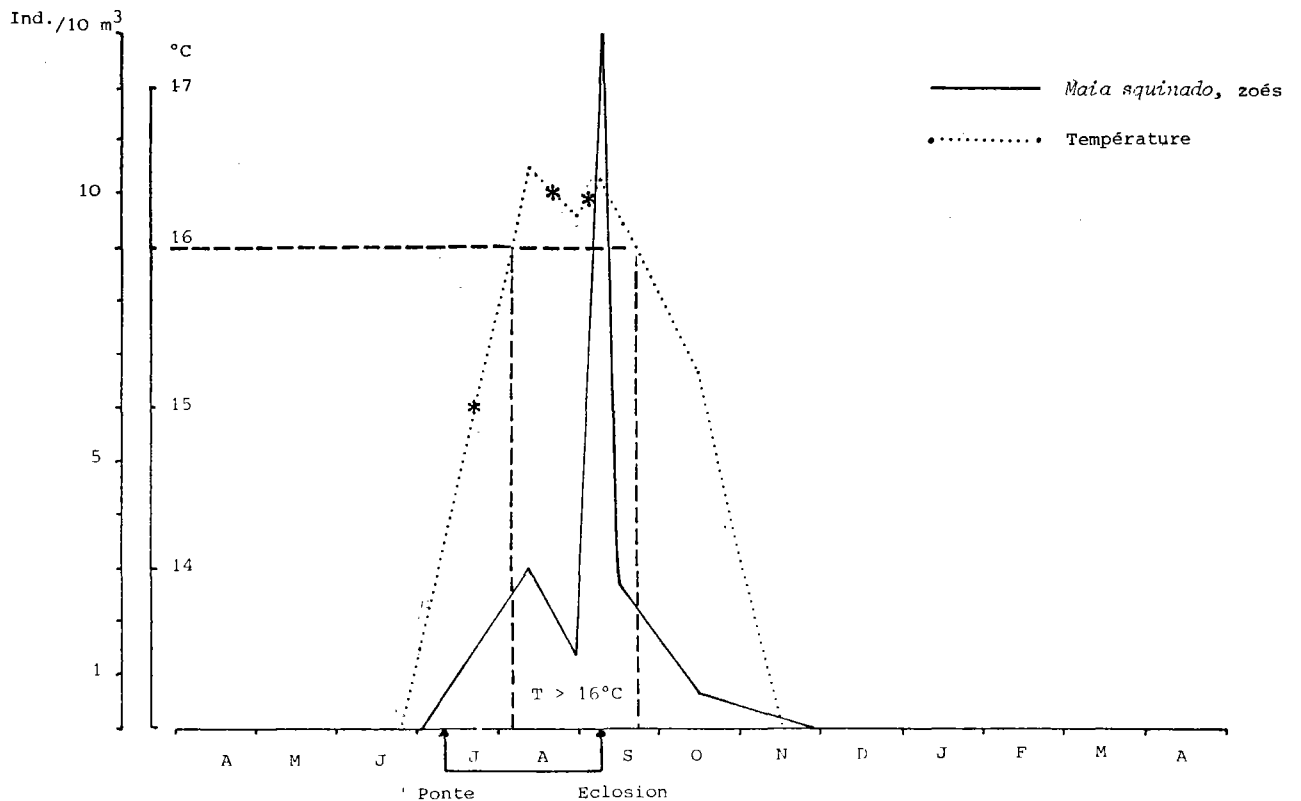
A Flamanville un seul maximum dans les effectifs de larves a été mis en évidence (le 8 septembre) ce qui laisserait supposer une seule période de ponte ; cependant, la seconde période de ponte peut nous avoir échappé pour l'une des raisons évoquées plus haut (développement larvaire rapide).

D'après LEBOUR (1928 b), la ponte aurait lieu, en Manche, surtout en été et l'incubation durerait de 6 à 7 semaines à cette époque ; les larves peuvent être récoltées en été et en automne. BOURDILLON-CASANOVA (1960) rapporte qu'à Roscoff l'incubation des oeufs dure de 5 à 6 semaines. Ces deux auteurs ne précisent cependant pas les températures correspondant à ces durées d'incubation.

De KERGARIOU (1975) a établi une relation linéaire entre la durée d'incubation des oeufs et la température moyenne de l'eau pour le littoral français (Manche et Atlantique) et qui demeure valable entre 12 et 18°C. L'éclosion se produit après 74 jours d'incubation à 14°C et 47 jours à 16,8°C.

A partir de ces données nous avons essayé de déterminer approximativement la date de ponte des oeufs ayant donné naissance aux larves capturées le 8 septembre 1977. L'âge de ces larves est compris entre 0 et 15 jours ; nous admettrons pour simplifier qu'elles viennent toutes d'éclore. On peut calculer une température "moyenne" de l'eau au cours de la période présumée d'incubation des oeufs, soit pendant les deux mois environ précédant le prélèvement du 8 septembre en supposant la variation de température linéaire entre deux campagnes successives et en effectuant la moyenne arithmétique pondérée des points médians (marqués d'un * sur la figure ci-après). On obtient 15,6°C. D'après les données de KERGARIOU l'incubation à cette température dure 58 jours, soit environ 2 mois ainsi qu'il a été supposé. La ponte correspondant à l'éclosion des larves capturées le 8 septembre 1977 aurait donc eu lieu début juillet.

Nos observations seront complétées au cours du 2ème cycle par les captures de femelles grainées réalisées par les pêcheurs de Flamanville et dont les résultats sont collectés par d'autres chercheurs de l'ISTPM dans le cadre de l'étude halieutique proprement dite du site.



. *Cancer pagurus*, L. le tourteau
5 stades "zoé", 1 stade "mégaloïpe"

Le tourteau intervient comme espèce commerciale secondaire (mais néanmoins importante) dans les captures au casier à homard et à araignée.

Nous avons trouvé des larves de cette espèce dans le plancton de mai à juillet. La période de présence des larves se situe donc juste avant celle des larves de *Maia squinado* et dure 2 mois également (1). Toutefois

(1) On peut cependant souligner que le développement larvaire de *Cancer pagurus*, comprenant 5 stades zoés, est plus long que celui de *Maia squinado*.

le début de cette période sera à confirmer au cours du 2ème cycle, les larves étant difficiles à déterminer et mal identifiées dans les prélèvements des deux ou trois premières campagnes.

Le maximum des zoés se situe en juillet à la station 2 (fig. 31) ; de l'ordre de 3 ind./10 m³, il est 4 fois moins important que le maximum des zoés de *Maia*.

Les mégaloopes sont pêchées régulièrement du 2 juillet au 29 août (chiffres inférieurs à 0,5 ind./10 m³) et sont mieux représentées que celles de *Maia squinado* ou *Macropipus puber*.

Une étude sur la pêche dans le Yorkshire faite par EDWARDS (1967) précise le mode de reproduction de *C. pagurus*. L'accouplement intervient en été (juillet-août), immédiatement après la mue de la femelle, pendant qu'elle est encore "molle" et avant la mue du mâle. La majorité des femelles pondent en novembre ou décembre de la même année, bien que dans certains cas la ponte soit retardée jusqu'à l'hiver de l'année suivante. Les femelles choisissent habituellement pour pondre un substrat meuble, lequel est souvent situé dans des eaux profondes. La migration vers la profondeur commence fin septembre et est probablement liée à la diminution de la température de l'eau littorale. Les oeufs sont portés pendant 7 à 8 mois. Au printemps, les femelles reviennent à la côte pour "dégrainer". Ainsi l'éclosion des oeufs a lieu de mai à juillet sur les côtes du Yorkshire ; ce résultat concorde avec nos observations.

. *Macropipus puber*, L., l'étrille

5 stades "zoé", 1 stade "mégaloope"

La période de présence des larves d'étrilles est plus étendue que celle des larves d'araignée et de tourteau et les effectifs en sont supérieurs ; toutefois l'importance économique de ce crustacé est moindre.

La figure 32 nous montre deux pics d'abondance : le premier le 4 juin (environ 15 ind./10 m³), le second en juillet (environ 22 ind./10 m³).

En 1978, les premières larves, toutes au stade 1, ont été récoltées le 7 avril (fig. 32). Les dernières larves ont été trouvées en 1977 le 17 septembre.

Elles sont donc présentes pendant 7 mois environ, de la fin mai à la mi-août essentiellement ; ceci se rapproche des observations de LEBOUR (1928 b) qui en trouvait à Plymouth au printemps et en été principalement.

Les mégaloques ont été récoltées en nombre très faible et très irrégulièrement.

LEBOUR (1928 b) trouve des femelles grainées essentiellement de mars à juillet à Plymouth ; les oeufs seraient ainsi portés plusieurs mois. Il faut cependant remarquer que cette observation ne suffit pas à établir la durée d'incubation des oeufs car il peut y avoir étalement des pontes.

La durée de chaque stade larvaire a été précisée par LEBOUR (1928 b) par l'observation de larves issues d'oeufs éclos au laboratoire et provenant d'une femelle grainée en mer :

1 ^{er} stade "zoé" : 5 jours	4 ^{ème} stade "zoé" : 4 jours
2 ^{ème} - - : 3 -	5 ^{ème} - - : 4 -
3 ^{ème} - - : 3 -	stade "mégaloque" : 13 -

Dans ces conditions une mégaloque serait âgée de 19 à 32 jours au total depuis l'éclosion et le développement larvaire complet de l'étrille durerait 32 jours.

Nous terminons ainsi l'étude détaillée de ces trois espèces de brachyours d'intérêt commercial rencontrées sur le site de Flamanville.

Les autres taxons vont maintenant être examinés successivement suivant leur abondance.

Parmi ceux ci, certains ont un effectif maximum important mais ne sont présents que pendant quelques mois ; il s'agit de *Pilumnus sp.*, *Atelecyclus sp.* et *Pinnotheres pisum*. D'autres montrent des maximums moins élevés, mais leur période de présence s'étend sur presque toute l'année ; il s'agit des espèces appartenant au genre *Macropipus*, de *Carcinus maenas* et de *Ebalia sp.* Ceci ne provient pas de durées de développement larvaires différentes, mais probablement

du nombre de pontes annuelles de chaque femelle pour une même espèce, lequel est déterminé par la durée d'incubation de chaque ponte et par le laps de temps séparant l'éclosion des oeufs d'une ponte de la ponte suivante.

Les premières espèces peuvent constituer de bons indicateurs saisonniers, les secondes ont un intérêt trophique du fait de leur constance qui assure, avec d'autres larves du méroplancton (voir précédemment), une certaine permanence des ressources trophiques du site.

. *Pilumnus* sp., Leach

4 stades "zoé" , 1 stade "mégalope"

Il s'agit certainement de l'espèce *P. hirtellus* qui est la seule rencontrée par LEBOUR (1928 b) en Manche, dans les environs de Plymouth. Selon cet auteur, on trouve les femelles "grainées" de cette espèce au printemps principalement et en été et les larves, présentes dans le plancton de mai à novembre, sont abondantes au printemps et pendant tout l'été (LEBOUR, 1928 b, 1947).

A Flamanville, nous avons récolté des zoés de juillet à novembre, mais essentiellement en juillet et août avec un maximum très net de 137 ind./10 m³ en août à la station 4 (fig. 34).

Le stade "mégalope" semble mieux pêché que pour *Ateleocyclus* sp. (fig. 37) et surtout pour *Pinnotheres pisum* (voir ci-dessous), ce qui correspond à une constatation de BOURDILLON-CASANOVA (1960) pour qui les mégalopes de *Pilumnus* sp. sont relativement bien pêchées dans le plancton côtier.

La durée totale de développement larvaire de *P. hirtellus* serait de 22 jours (LEBOUR, 1928 b).

. *Pinnotheres pisum*, Pennant

4 stades "zoé", 1 stade "mégalope"

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

La figure 33 représentant les variations saisonnières des zoés de cette espèce est presque calquée sur celle de *Pilumnus sp.* (fig. 34). Présentes sur le site du 2 juillet au 27 novembre, les zoés sont particulièrement abondantes en août et septembre avec un maximum cependant inférieur à celui de *Pilumnus sp.* de 69 ind./10 m³ en août à la station 4.

En revanche nous n'avons trouvé dans nos prélèvements qu'une mégalope le 17 septembre et le 15 octobre.

La période de présence des larves de *P. pisum* dans le plancton à Flamanville correspond très bien à celle notée par ATKINS (1955) à Plymouth. Cet auteur a récolté des larves du 14 août au 16 octobre, dont une zoé au stade 3 le 14 août, ce qui montre que les larves étaient déjà présentes quelques semaines avant.

L'intervalle de temps entre deux mues est de 7 à 13 jours d'après des résultats d'ATKINS (1955) obtenus en élevage, la métamorphose ayant lieu 6 semaines après l'éclosion ; cet auteur précise toutefois que la durée de développement larvaire est certainement moins longue dans le milieu naturel.

La température favorable au développement de l'oeuf serait de 16-18°C (ATKINS), l'éclosion ayant lieu 35 jours après la ponte à cette température (59 jours à 13°C). Le pic obtenu le 29 août correspondant à une majorité de jeunes stades zoés, il est probable que la majorité des pontes ait lieu fin juillet-début août, la température étant supérieure à 16°C depuis le début du mois d'août.

Selon ATKINS il y aurait deux pontes par an, et l'intervalle de temps entre l'éclosion des oeufs de la première ponte et la ponte suivante serait de 5 jours.

D'après LEBOUR (1928 b) on rencontre des femelles "grainées" à Plymouth au printemps et au début de l'été, rarement en automne.

. *Atelecyclus* sp., Leach

5 stades "zoé", 1 stade "mégaloïpe"

Il s'agit certainement d'*Atelecyclus septemdentatus* seule espèce trouvée par LEBOUR (1928 b) à Plymouth. Les femelles grainées de cette espèce y sont surtout abondantes au printemps, ainsi que les larves.

Nos observations rejoignent ce résultat, les larves d'*Atelecyclus* étant abondantes au printemps (fig. 37). Seuls quelques individus ont été pêchés entre le 21 mai et le 2 juillet 1977. LEBOUR avait également trouvé des larves en été et, dans des cas extrêmes, à la fin de l'hiver et au début de l'automne.

En 1978 les zoés sont apparues sur le site de Flamanville au début de février (au cours de la campagne du 9 février 1978 nous avons relevé seulement quelques larves au stade 1). Le 6 mars il y avait une forte majorité de larves au stade 2. Le maximum a eu lieu en avril 1978 avec presque 100 ind./10 m³ à la station 4. D'après l'évolution des effectifs, les premiers prélèvements de 1977 pourraient se situer après le maximum printanier, celui-ci ayant eu lieu plus tôt que celui de 1978.

Les mégaloïpes ont été récoltées de début juin à début juillet 1977.

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

5 stades "zoé", 1 stade "mégaloïpe"

D'après LEBOUR (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 dans le plancton (les larves de *M. corrugatus* n'ayant jamais été pêchées). Les larves de *M. pusillus*, *M. holsatus*, *M. arcuatus*, *M. marmoreus* se trouvent dans le plancton 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 jeunes individus appartenant à l'espèce *M. pusillus*, *M. holsatus* et *M. depurator*, et ces trois espèces sont les seules relevées à l'état adulte sur le site en dehors de *M. puber*.

La présence des larves de *Macropipus sp.* (autres que *M. puber*) s'étend sur presque toute l'année à Flamanville, mais elles ne sont abondantes qu'au printemps et en été, avec un effectif maximum de 41 ind./10 m³ le 2 juillet 1977 à la station 3.

Les mégalopes sont assez bien représentées dans nos pêches avec un effectif maximum de 11 ind./10 m³ à la station 1 le 4 juin 1977. Elles apparaissent en avril 1977, au moment où les zoés atteignent leur effectif maximum.

- . *Carcinus maenas*, L., "crabe vert" ou "crabe enragé"
4 stades "zoé", 1 stade "mégalope"

Comme les larves du genre *Macropipus sp.*, les larves de *Carcinus maenas* sont présentes presque toute l'année dans le plancton de Flamanville, mais leur effectif diminue environ un mois plus tôt (août au lieu de septembre) (fig. 36).

En 1977 le premier pic d'abondance a lieu en avril (30 ind./10 m³), le second, beaucoup plus faible (11 ind./10 m³ environ), se produit en juin, soit également un mois avant celui de *Macropipus sp.* Plusieurs auteurs cités par BOURDILLON-CASANOVA (1960) confirment ce maximum d'abondance au printemps en Manche. Parmi eux THORSON selon lequel plusieurs périodes de pontes se succèdent dans l'année en Manche et en Mer du Nord, celles-ci variant suivant les régions. Autre auteur cité, VEILLET donne comme durée d'incubation dans l'étang de Thau 10 semaines à une température de 10-13°C et précise que l'activité reproductrice de *Carcinus maenas* est inhibée par les températures estivales dans cette région.

- . *Ebalia sp.*, Leach
4 stades "zoé", 1 stade "mégalope"

Deux espèces ont été récoltées : *E. tuberosa* et *E. cranchi*, mais par souci de rapidité dans le tri du plancton nous ne les avons pas distinguées dans tous les prélèvements. D'après quelques observations la première paraît dominante par rapport à la seconde.

La période de présence des zoés est aussi étendue que celle des deux taxons précédents, mais les pics d'abondance se produisent plus tard : en juin (21 ind./10 m³) et en août (13 ind./10 m³) (fig. 38). Les mégaloopes apparaissent en juillet.

En Manche, LEBOUR (1928 b) trouve les larves d'*E. cranchi* en été et en automne ; celles d'*E. tuberosa* seraient présentes toute l'année mais abondantes au printemps et en été seulement (LEBOUR, 1928 a, 1928 b, 1947). *E. tuberosa* pourrait donc être la seule espèce dans les prélèvements effectués au printemps.

Pour compléter cette énumération, parmi les larves de brachyours non commerciaux et dont les densités sont inférieures à celles des taxons que nous venons de voir, certaines sont pratiquement constantes dans nos prélèvements (*Inachus* sp., *Macropodia* sp.), d'autres sont présentes à certaines saisons seulement (fig. 39) :

printemps, été et automne (*Eurynome* sp.),

printemps et été (*Pirimela denticulata*),

été (*Xantho* sp., *Pisa* sp., *Portunus latipes*, *Pinnotheres veterum*
et *Thia polita*),

printemps (*Hyas* sp. et *Corystes cassivelanus*) ; le genre *Hyas* se distingue des autres taxons par son pic d'abondance très marqué et relativement important.

. *Inachus* sp., Leach et *Macropodia* sp., Leach

2 stades "zoé", 1 stade "mégaloope"

Les stades larvaires et les femelles "grainées" appartenant à ces deux genres ont été trouvés presque toute l'année en Manche par LEBOUR (1928 b).

A Flamanville, nous avons trouvé les larves (zoés et mégalopes) presque toute l'année avec un effectif maximum de zoés de 1,7 ind./10 m³ pour chaque genre le 29 août au point 2.

D'après LEBOUR (1928 b) la durée du développement larvaire complet de l'espèce *Inachus dorsettensis* est de 22 jours.

. *Eurynome* sp., Leach

2 stade "zoé", 1 stade "mégalo"pe"

Il s'agit sans doute de *Eurynome aspera*, seule espèce trouvée par LEBOUR (1928 b) en Manche, du printemps à l'automne.

Nous avons récolté des stades zoé du 4 avril au 8 septembre, avec un effectif maximum de 2,8 ind./10 m³ le 2 juillet à la station 4. Une mégalo"pe a été pêchée le 27 novembre au point 1.

. *Pirimela denticulata*, Montagu

4 stade "zoé", 1 stade "mégalo"pe"

La saison de ponte se situe à la fin de l'hiver et au début du printemps en Manche selon SCHLEGEL et LEBOUR comme en Méditerranée d'après LO BIANCO, ces deux sources citées par BOURDILLON-CASANOVA (1960).

Nous avons trouvé les zoés dans le plancton de Flamanville d'avril-mai à début octobre 1977, les mégalopes ayant été récoltées à partir du mois de juin.

. *Xantho* sp., Leach

4 stades "zoé", 1 stade "mégalo"pe"

Nous n'avons pas, là non plus, poussé la détermination à l'espèce. Toutefois, LEBOUR (1928 b) n'ayant jamais trouvé de larves de *Xantho hydrophilus* dans le plancton de la Manche, il s'agirait plus probablement de *Xantho incisus* dont elle a capturé des larves au printemps et en été.

Nous avons trouvé des larves de *Xantho* seulement en été avec un effectif maximum de 1,5 ind./10 m³ et ces larves étaient toutes des zoés au

stade 1. Il est possible que les stades plus âgés aient une répartition spatiale différente, un comportement benthopélagique ou encore un taux de survie très faible qui expliquerait leur absence dans nos prélèvements.

La durée du développement larvaire complet serait selon LEBOUR (1928 b) de 52 jours dont 5 jours pour le stade 1.

. *Pisa sp.*, Leach

2 stades "zoé", 1 stade "mégaloïpe"

En Manche LEBOUR (1931 b) a récolté des zoés de *Pisa gibbsi*, Leach à Plymouth en été, la mégaloïpe étant inconnue d'elle.

A Flamanville, nous avons pêché des zoés et quelques mégaloïpes du genre *Pisa sp.* du 2 juillet au 15 octobre.

. *Portunus latipes*, Pennant

4 stades "zoé", 1 stade "mégaloïpe"

A Plymouth les femelles de *Portunus latipes* sont grainées en juin et les larves se trouvent dans le plancton de juin à octobre (LEBOUR 1928 b, 1944, 1947). Cette période coïncide à celle observée dans le golfe de Marseille (BOURDILLON-CASANOVA, 1960).

A Flamanville nous avons pêché des zoés pendant l'été, de juin à septembre avec un effectif maximum de 0,87 ind./10 m³ le 24 juillet à la station 4.

Nous n'avons pas trouvé de stade mégaloïpe. BOURDILLON-CASANOVA (1960) signale leur absence dans des prélèvements effectués dans le golfe de Marseille.

. *Pinnotherea veterum*, Box

2 stades "zoé", 1 stade "mégaloïpe"

D'après LEBOUR (1928 a, 1947) ATKINS (1955) les zoés de cette espèce sont récoltées en petit nombre en Manche en été et au début de l'automne. Ce fait serait à relier avec l'observation de BOURDILLON-CASANOVA (1960) ; selon ces auteurs les zoés se maintiennent normalement très près du fond.

A Flamanville, nous avons pêché quelques individus appartenant à cette espèce en août et septembre (tableaux 25 à 27). Les mégaloopes répertoriées au tableau 26 (prélèvement du 29 août) n'ont pas été déterminées avec certitude aussi est-il probable qu'en réalité nous n'en ayons pas capturé. Le développement larvaire durerait 21 à 26 jours à 16°-22°C (ATKINS, 1955).

. *Thia polita*, Leach

4 stades "zoé", 1 stade "mégaloope"

La rareté de cette espèce, déjà notée par LEBOUR (1928 b) et BOURDILLON-CASANOVA (1960) respectivement dans le plancton de Plymouth et du golfe de Marseille, se trouve confirmée dans la région de Flamanville où nous n'avons capturé que quelques zoés le 12 août 1977 à une seule station.

En Mer du Nord (REES, 1952) les larves sont récoltées de juillet à septembre avec un pic d'abondance très marqué en août ; LEBOUR (1928 b, 1947) en Manche a trouvé des larves en août et septembre seulement.

Nous n'avons pas capturé de mégaloope, mais selon LO BIANCO et ATKINS (cité par BOURDILLON-CASANOVA, 1960) la mégaloope, "mauvaise nageuse", se rencontre plutôt enfouie dans le sable.

. *Hyas sp.*, Leach

2 stades "zoé", 1 stade "mégaloope"

LEBOUR (1928 b) n'a trouvé que l'espèce *H. coarctatus* dans le plancton de Plymouth bien qu'une autre espèce ait été signalée avant dans la région, à savoir *H. araneus*.

Nous avons pêché des zoés appartenant au genre *Hyas sp.* de février à avril 1978, mais essentiellement en mars avec un effectif relativement important de 16 ind./10 m³ à la station 4. Quelques mégaloopes ont été trouvées dans les prélèvements du 4 avril 1977. La saison de récolte correspond bien à celle indiquée par LEBOUR (1928 b), c'est-à-dire le début du printemps principalement.

- . *Corystes cassivelanus*, Pennant
5 stades "zoé", 1 stade "mégalope"

Bien que l'on puisse les trouver dès le mois de janvier et jusqu'en septembre, les larves de cette espèce sont surtout récoltées au printemps en Manche (GURNEY, LEBOUR, RUSSEL et FRANC, cités par BOURDILLON-CASANOVA, 1960).

A Flamanville, nous avons pêché les zoés à partir de février 1978 et surtout en mars avec un effectif de 0,77 ind./10 m³ à la station 4. En 1977 nous n'en avons pas trouvé après le mois d'avril.

Nous n'avons capturé aucune mégalope. D'après ATKINS (cité par BOURDILLON-CASANOVA, 1960) la mégalope de cette espèce nage mal, comme celle de *Thia polita*.

Parmi les brachyours dont on connaît la durée de développement embryonnaire, ce sont les oeufs des espèces *Hyas coarctatus* et *Corystes cassivelanus* qui présentent l'incubation la plus longue (HARTNOLL cité par WEAR 1974) : pour ces deux espèces, les oeufs pondus de mai à juillet restent en diapause (1) jusqu'à octobre ou novembre, puis se développent lentement pendant les mois d'hiver de sorte que les oeufs éclosent au début du printemps (mars et avril) au moment où il y a suffisamment de nourriture pour les larves (WEAR, 1974).

(1) Les oeufs de certaines espèces comme *Cancer pagurus*, *Maia squinado*, *Corystes cassivelanus*, *Hyas coarctatus*, subissent une période de diapause de respectivement 8 semaines, 6 semaines, 14 semaines, 16 semaines à une température de l'eau de mer comprise entre 11° et 15°C (WEAR, 1974).

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 (par exemple : 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 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.

Les modalités de la croissance des larves sont souvent adaptées aux cycles d'abondance et de reproduction du trophoplancton par maintien d'un rapport de taille et de densité favorables à une prédation profitable (JONES et HALL, 1974 ; ROSENTHAL et HEMPEL, 1973) ; aux premiers stades, beaucoup de larves de poissons ont d'ailleurs des régimes alimentaires voisins, à base de phytoplancton et de très petites formes zooplanctoniques (oeufs et copépodites de copépodes par exemple).

Le rôle trophique des formes planctoniques trop petites pour être échantillonnées par le filet Bongo est très important pour la nutrition des jeunes larves de poissons et de décapodes. ROSENTHAL et HEMPEL (1973) nourrissent en élevage des larves de hareng avec la pêche d'un filet de 75 microns de maille dans les premiers stades et ultérieurement avec celle d'un filet de 150 microns ; dans leur travail ils montrent également l'importance pour le rendement de la prédation du rapport entre la taille des larves et celle de leurs proies, et définissent des densités optimales de proies dans le milieu pour la survie des larves.

Par la suite, la nutrition se fait généralement à partir d'un choix d'organismes plus grands et les possibilités de remplacement d'une espèce trophique par une autre sont plus nombreuses.

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 ERHENBAUM) 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.

Certains oeufs ou larves présentent une répartition verticale caractéristique ; celle-ci peut varier selon le stade (RUSSELL, 1976). Il n'a pas été possible d'en tenir compte dans cette étude (traits obliques) ; d'autre part, il est probable que la stratification indiquée par RUSSELL est perturbée dans les zones très côtières soumises à un brassage important par les courants de marée.

Une remarque est à faire ici, car l'interprétation des densités en oeufs doit être prudente, surtout si leur émission est discontinue (géniteurs 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.

Cette remarque peut être étendue à tous les phénomènes biologiques dont les étapes à observer ont une durée inférieure à la fréquence des campagnes (émission de larves de crustacés benthiques par exemple, dont la durée de vie pélagique est restreinte, ou la mortalité par prédation forte). Le résultat final est en général que les effectifs sont sous-estimés par rapport au maximum réel d'où l'importance des recoupements entre plusieurs séries de données y compris des données bibliographiques.

Clupéidés

. *Sardina pilchardus*, Walbaum, la sardine

Les oeufs et larves de sardine du plancton de Flamanville 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 (ces données sont tirées essentiellement de FURNESTIN (1943) ainsi que de 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. Au printemps en revanche, vers avril-mai, ont lieu des rassemblements, notamment au milieu de la Manche occidentale, en vue du frai et de la nutrition (la sardine est planctonophage) laquelle ne cesse 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 Coll., 1967, 1970, 1971 ; WHEELER, 1975), 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 (fig. 44), 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° (FURNESTIN, 1943 ; ARBAULT et LACROIX, 1971) ; par ailleurs en deçà d'une température de 10°, les oeufs ne sont pas viables (SOUTHWARD et DEMIR, 1974 ; RUSSELL, 1976).

La période de reproduction est 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 par suite 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 vis-à-vis du frai (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 deux maximums de ponte, l'un au printemps (mai à début juin) pour des températures de 10 à 12° environ, l'autre, à la mi-septembre, qui semble moins étendue et plus intense (fig. 42) ; cela

concorde avec les observations de SOUTHWARD et DEMIR qui notent également deux périodes de ponte pour la frayère de Cornouaille. PARNELL (1974) a également constaté plusieurs pics annuels dans la proportion des stades de maturité, plus forte à deux reprises : au printemps (concernant un nombre absolu plus grand d'individus) et en automne, ce qui est conforme aux observations de SOUTHWARD.

Les densités relevées à Flamanville (fig. 42) sont faibles si on les compare à celles relevées par SOUTHWARD en Cornouaille (1) ou celles relevées par l'ISTPM à Plogoff (rapport d'Avant-projet, 80 oeufs/10 m³) et dont les éléments se rattachent à la grande frayère qui couvre le plateau celtique ; cette dernière observation a été faite en octobre (1975) et les fonds importants se trouvent plus près de la côte qu'à Flamanville.

Nos densités sont de l'ordre de grandeur de celles que l'on peut déduire des travaux de WALLACE et PLEASANTS pour la zone située à l'ouest du Cotentin (2) ; un gradient de densité est d'ailleurs noté en direction du large à cet endroit, conformément aux observations habituelles (fig. 44).

La majorité des oeufs observés sont aux premiers stades de développement, ce qui indique, compte tenu de la dérive due aux courants de marée, une production sur le site ou à proximité immédiate, quelques milles approximativement ; en effet, le temps de développement de l'oeuf de sardine est court (2 ou 3 jours au total aux températures rencontrées en septembre, un peu plus au printemps) et le temps mis pour atteindre les premiers stades est ainsi très court. Les abondances sont un peu plus fortes vers le large lors des pontes d'automne (à Plogoff, seule la station du large comportait des oeufs) ; une tendance inverse, mais très faible, semble se dégager au printemps. Il est possible que cela corresponde à la recherche de températures plus favorables à la côte au printemps, lorsque celle-ci se réchauffe, au large à la fin de l'été lorsque les températures à la côte atteignent 17° qui est la température limite pour la ponte de la sardine mentionnée par FURNESTIN. Des facteurs trophiques interviennent certainement aussi dans cette répartition. Le site peut alors être considéré

(1) 15 à 30 oeufs environ par 10 m³, données recalculées à partir des résultats de ces auteurs, exprimés en nombre d'oeufs par pêche.

(2) Les résultats de ces auteurs, exprimés en nombre d'oeufs par m², donnent environ 1 à 20 oeufs par 10 m³ pour le mois de juillet 1968.

comme une extension relativement peu fréquentée d'une grande frayère occupant la partie médiane de la Manche.

On peut donc penser que les pontes de l'automne se sont déroulées en grande partie sur le site lui-même.

Des larves ont été récoltées au printemps et en été, avec un léger maximum début juin. Leurs densités durant cette période sont égales ou supérieures à celles des oeufs et l'on peut supposer un apport par les courants, au moins pour les larves de début juin, âgées de deux ou trois mois environ (estimations déduites des données sur la croissance du hareng : RUSSELL, 1976 ; ROSENBERG et Coll., 1977). La présence de ces larves témoigne de pontes antérieures à la date d'apparition des oeufs dans nos prélèvements (début mai). Il se pourrait qu'il s'agisse d'individus nés en Mer celtique au début de l'année, ou même au cours de l'automne ou de l'hiver précédent (1977), les températures ayant pu être favorables ; il peut s'agir également d'individus issus de pontes ayant eu lieu au large immédiat du site au cours de la même époque, les larves de sardines, à l'instar des larves d'autres clupéidés, séjournant souvent à proximité du lieu où elles ont éclos en se rapprochant de la côte. L'absence de larves au-dessus d'une taille de 3 cm environ relève certainement plus d'un évitement actif du filet que d'une désertion du site par les grandes larves.

Les très jeunes larves de clupéidés (fig. 46) n'ont souvent pu, en raison de leur petite taille, être identifiées avec certitude ; il s'agit vraisemblablement uniquement de sardines ou de sprats, des larves de hareng n'ayant jamais^{été} trouvées parmi les larves plus âgées. Nous les rattacherons à la sardine à partir du mois d'août (les dernières pontes du sprat ayant été observées début juin), les pontes de septembre fournissant les petites larves de clupéidés du début de l'hiver (décembre). Celles d'avril à juillet 1977 doivent correspondre aux deux espèces, encore que les plus petites larves de juillet soient constituées en grande partie certainement de sardines ; quant à celles de début 1978, étant donné les températures basses de l'hiver 1977-1978, elles correspondent vraisemblablement aux premières pontes du sprat.

Les résultats du 4 juin font apparaître une certaine tendance pour les larves âgées à se rapprocher de la côte, ce qui correspond, comme il a été cité

plus haut, à une thermophilie plus marquée chez les larves et juvéniles que chez les adultes. Il semble donc, et ce fait est mentionné par un certain nombre d'auteurs pour la Manche et la Mer du Nord, que les larves, jeunes et âgées, présentent un comportement de migration active vers les eaux très côtières dont les caractéristiques répondent vraisemblablement mieux à leurs exigences trophiques (1).

Le déterminisme précis de ce comportement peut être dissocié de sa finalité (recherche de conditions trophiques optimales) et la migration se faire en réponse à un gradient de température vers la côte au printemps. Il peut aussi s'agir d'une réponse à un gradient trophique adéquat, comme le suggèrent les résultats de ROSENTHAL et HEMPEL (1973) pour les larves de hareng en élevage ; ce dernier comportement serait plutôt caractéristique des larves âgées. Celles-ci sont en général moins liées à la côte elle-même, comme nous l'avons observé pour les larves de sprat ; capables de se nourrir de proies plus grandes elles profitent mieux de la diversité planctonique.

. *Sprattus sprattus* L., le sprat

Poissons 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 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 est généralement observée (WALLACE et PLEASANTS, 1972 ; ANONYME 1977 a) (fig. 45). 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 est observé principalement le long du littoral, en raison peut-être de la recherche de salinités inférieures à 35 ‰. (FURNESTIN, cité par ARBAULT et LACROIX, 1971) lesquelles sont en fait rencontrées dans la majeure partie de la Manche, ce qui expliquerait que le frai ait lieu dans toute cette aire de répartition, avec un gradient vers le large ainsi qu'il a été dit plus haut. On observe

(1) On sait que les jeunes larves de poissons se nourrissent de proies très petites ainsi que de phytoplancton et, probablement, de particules organiques mortes ("trypton").

cependant aussi des concentrations locales d'oeufs et de larves en face des estuaires, essentiellement en début de saison de ponte (observations ISTPM, 1975). On peut se demander s'il faut y voir l'influence de la dessalure, celle de conditions trophiques, ou encore le fait que ces zones peuvent présenter des températures légèrement plus élevées à la fin de l'hiver que les zones adjacentes non abritées et être ainsi parmi les premières à recevoir le frai des espèces à ponte précoce, ainsi que le suggère RILEY (1974) pour la sole le long des côtes anglaises de Mer du Nord.

La température joue effectivement un rôle au moment du frai. Son influence n'est cependant 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°). En revanche, la dessalure n'aurait aucune importance dans ces mêmes zones (ORAY) ; son influence ne doit se faire sentir que dans les régions où elle est généralement élevée (golfe de Gascogne et Méditerranée) et le frai, pour cette raison, se concentre habituellement à la côte comme le soulignent tous les auteurs ayant travaillé dans ces secteurs.

Le plateau celtique semble constituer une zone de transition, la reproduction y étant observée à la fois à la côte et au large.

Le cycle de maturation commence en automne-hiver. Dans le golfe de Gascogne la ponte proprement dite, fractionnée (maturation des ovocytes en deux ou trois lots), s'étend sur une période dont la durée dépend des géniteurs. La température agit sur les deux ou trois maturations successives mais aussi, semble-t-il, sur la quantité d'oeufs émise et sur le taux d'atrésie (1) folliculaire. Le nombre d'ovocytes en maturation serait plus important pour les derniers lots (2) et expliquerait l'augmentation progressive des quantités d'oeufs trouvées au printemps (DA SILVA, 1973).

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

(1) Résorption intra-ovarienne des ovocytes, soit pendant la phase de maturation, soit après la période de ponte pour les ovules non émis.

(2) Certains auteurs pensent que chaque lot d'ovocytes mûrs émis libère un espace permettant la croissance et la maturation de lots ultérieurs plus importants.

décembre à mars dans le golfe de Gascogne ; des stades précédant la ponte sont observés dès octobre dans le secteur breton, PORCHÉ, 1976) ; en 1975 à Gravelines, en raison d'un refroidissement au début du printemps, la reproduction avait duré jusqu'en juillet (17°).

Les zones où la ponte est maximale se déplacent vers le nord avec l'avancée de la saison (WALLACE et PLEASANTS) ; on l'observe ainsi en hiver dans le golfe de Gascogne (décembre-février), en février-mars au large de Plymouth, en mars-avril à Paluel, en mai-juin dans le sud de la Mer du Nord à Gravelines.

Ainsi le sprat, réputé être une espèce d'eaux hivernales "froides" au moment du frai (8 à 14° environ, PORCHÉ, 1977) et côtière dans le sud de son aire de répartition, se comporte dans les zones septentrionales comme une espèce d'eaux printanières (frai observé entre 8° et 15°, températures extrêmes : 5° à 17°) et du large ; signalons que PORCHÉ a observé l'espèce dans le golfe de Gascogne dans des eaux de 8 à 20°.

Il faut remarquer que dans l'ensemble des données que l'on peut recueillir sur la biologie du sprat, certaines peuvent avoir une valeur générale et les différences observées relatives à des régions éloignées tiendraient à la particularité du lieu, pour peu que l'on ait affaire à une espèce monotypique (non divisée en races, soit dessous-espèces différant par leur morphologie ou leur écologie). On peut cependant émettre quelques réserves à ce sujet étant donné les maigres informations que l'on peut avoir sur les différenciations en sous-espèces chez les poissons, lorsque les différences ne portent ni sur la morphologie (y compris critères fins comme des critères biochimiques) ni sur des écarts importants par rapport à la norme de l'espèce dans son écologie. L'éclatement en écotypes n'est pas improbable pour le sprat, relativement sédentaire et à vaste aire de répartition et pourrait expliquer certaines différences constatées quant aux exigences écologiques au moment de la reproduction (température notamment), entre les populations dont nous avons observé le frai à Gravelines et celles du golfe de Gascogne.

Il faut également souligner que la température régnant pendant la maturation des gonades a certainement plus d'importance que celle que l'on observe au moment de la ponte elle-même ; le nombre total d'oeufs émis est généralement plus grand lors d'hivers doux. Seules les quantités maximales observées pourraient être modifiées par les variations printanières de la température, variations dont l'allure peut par exemple augmenter les densités observées par l'émission d'une quantité totale d'oeufs dans un intervalle de temps plus ou moins restreint.

A Flamanville, les oeufs du sprat ont été récoltés durant tout le printemps 1977 jusqu'à la mi-juin (fig. 43) ; le frai a lieu avant celui de la sardine et l'on observe une seule période de reproduction, printanière et étendue.

La distribution des tailles (fig. 56) des larves semble montrer que les dernières pontes ont lieu jusqu'à fin juin. Début juin, un pic de densité de larves (fig. 43), dont beaucoup sont âgées d'environ deux ou trois mois (mode à 28 mm) indique un maximum des pontes dans le secteur vers mars-avril 1977 ainsi que semblait le montrer la courbe des oeufs ; la présence en outre d'un faible nombre de larves relativement grandes dès la campagne d'avril montre de surcroît que le frai a commencé vers janvier-février. On observe un retard dans la reproduction en 1978 par rapport à 1977, en raison des températures basses de l'hiver 1977-1978 (fig. 43). Les quantités observées sont nettement inférieures à celles que nous avons relevées à Gravelines (200 oeufs/10 m³ lors du maximum) et de l'ordre de grandeur de celles de Paluel.

Le développement de l'oeuf de sprat étant court (3 à 4 jours environ), la proportion importante de premiers stades embryonnaires indique une ponte sur le site ou dans une zone adjacente proche (une certaine dérive pouvant toujours avoir eu lieu). La répartition spatiale des densités et des proportions de stades jeunes ne permet pas pour le moment de localiser plus précisément les secteurs de ponte. Le site représente probablement une portion relativement peu fréquentée des frayères s'étendant sur l'ensemble de la Manche, secteur où l'on observe généralement un gradient vers le large pour l'abondance du frai.

Les larves semblent migrer vers la côte ; un tel phénomène a été observé à Gravelines en ce qui concerne les jeunes larves ; beaucoup d'auteurs signalent par ailleurs un peuplement des zones côtières en été par les immatures de sprat, lesquels forment souvent des bancs avec d'autres jeunes clupéidés (WHEELER) ; il existe malheureusement peu de données sur la migration des larves.

Comme pour la sardine, nous observons à Flamanville des abondances plus élevées pour les larves que pour les oeufs, ce qui semble témoigner d'un apport non négligeable de jeunes individus à partir des secteurs de ponte avoisinants, vraisemblablement située un peu plus au large.

Engraulidés

. *Engraulis encrasicolus* L., l'anchois

Poisson pélagique, de petite taille également, l'anchois est rencontré dans l'ensemble de la Manche et du sud de la Mer du Nord, mais peut cependant

se montrer rare par endroits ; il forme des bancs près du littoral en été et migre en hiver dans des zones plus profondes et vers le sud (WHEELER). Le frai a lieu principalement en été et vers le large ; à Gravelines, nous l'avons observé d'avril à août, pour des températures de 11 à 20°, la période dépendant essentiellement d'après nos résultats des températures régnant à la fin du printemps. Il s'agissait sur ce dernier site, vraisemblablement d'une population très localisée le long des côtes belges et hollandaises (ce qui rejoint les observations de WALLACE et PLEASANTS). Les populations côtières se différencient morphologiquement de celles du large dans le golfe de Gascogne (GUERULT, communication personnelle).

Si l'on excepte Gravelines, les oeufs d'anchois ont été rares sur les sites de Manche (0,5 oeuf /10 m³ à Paluel) ; on les trouve sporadiquement à Flamanville (0,05 oeuf /10 m³ en juin et début juillet). Il semble en définitive que le site de Flamanville puisse être écarté des zones de fréquentation de l'anchois, du moins pour le frai, ce qui semble confirmé par la rareté des adultes sur le site.

Gadidés

D'une manière générale, ces poissons démersaux sont l'objet d'une exploitation intensive (ils viennent au second rang dans la pêche mondiale après l'ensemble clupéidés et engraulidés).

A côté des espèces commerciales comme la morue (*Gadus morhua*), le merlan (*Merlangius merlangus*), le lieu jaune (*Pollachius pollachius*) et la lingue (*Molva molva*), nous trouvons des espèces importantes sur le plan trophique (espèces "fourrage") comme le tacaud (*Trisopterus luscus*), le capelan (*Trisopterus minutus*) et les motelles ("*Onos sp.*"), soit par l'abondance de leurs oeufs ou jeunes stades (proies des larves de poissons et des larves de crustacés) ("*Onos sp.*"), soit à l'état adulte (*Trisopterus sp.*), proies des grands prédateurs.

. *Gadus morhua* L., la morue

Presque essentiellement benthique, la morue (ou cabillaud à la vente en frais) se rencontre le plus souvent dans les régions froides sur des bancs

ou aux accores du plateau continental, dans des eaux peu profondes (de 20 à 100 m) dont la température est généralement comprise entre 0 et 10°C. On considère que sa limite sud de répartition se trouve au niveau de la Bretagne.

Des frayères de morues existent, entres autres, dans le sud de la Mer du Nord, ainsi qu'au milieu de la Manche au nord de Dieppe (ORAY, 1965 ; DICKSON et Coll., 1974). 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 et varie suivant les endroits.

Nous avons noté la présence d'oeufs de morues à des stades âgés dans une pêche du 6 mai 1978 à la station la plus au large (température de l'eau de 7,62, salinité de 34,76 ‰). Le temps d'incubation étant assez long, 15,5 jours à 6°C (d'après DANNEVIG, 1895), ces oeufs sont sans doute apportés sur le site par les courants ; d'autre part, les densités très faibles font supposer une dilution importante des éléments observés.

La larve à l'éclosion mesure 4 mm, sa vie pélagique dure 2 mois, à la taille de 2 cm, elle devient démersale (WHEELER, 1975). Les larves s'éloignent des zones de ponte en direction du large ; nous n'avons observé aucune larve dans nos prélèvements. Ces résultats permettent de supposer que le site ne constitue pas une partie de frayère ou de nurserie pour la morue. Il est possible que les eaux plus froides des hivers 1975-76 et 1977-78 aient favorisé la descente de la morue de la Manche et de la Mer du Nord, et que pour cette raison nous ayons observé de manière ponctuelle des oeufs en provenance de zones certainement éloignées ; cependant, rien ne permet d'exclure, à priori, l'accroissement dans les années à venir du taux de fréquentation du site par les morues au moment de la reproduction ; les résultats du second cycle annuel viendront préciser ce point. La demande internationale sur cette espèce impose la prudence.

. *Merlangius merlangus* L., le merlan

Le merlan est une espèce des eaux côtières marquant une préférence pour des fonds meubles situés à de faibles profondeurs (25 - 100 m) où il mène une vie démersale.

La zone de ponte s'étend sur toute l'aire de répartition hors des eaux côtières dessalées (inférieures à 32 ‰ d'après ORAY). La période de ponte est longue. En Manche, elle a lieu dès la mi-janvier dans le sud, jusqu'en juillet dans le nord, avec un maximum en avril-mai et lorsque la température est supérieure à 9°C.

Les oeufs de merlan sont très difficiles à distinguer des oeufs de *Trisopterus sp.* (tacaud et capelan). Leur période d'incubation dure de 8 à 12 jours, durant la saison de ponte, pour des températures de 5 à 12° (RUSSELL). Les oeufs étant transportés par les courants pendant un temps assez long, les nurseries peuvent être géographiquement dissociées des frayères. Quelques oeufs de merlan (ou de *Trisopterus sp.*) sont rencontrés dans nos prélèvements de mars et avril 1978. Le site fait partie de l'ensemble des zones côtières où le frai de ces gadidés peut se produire. Mais, d'après nos observations au cours de ce premier cycle, il n'apparaît cependant pas comme une zone de frai importante.

La larve de merlan mesure 3 mm à l'éclosion. Les larves observées en 1977, sont vraisemblablement issues de pontes ayant eu lieu au large et s'étalant de fin mars à fin mai (d'après les mensurations effectuées sur les larves rencontrées dans nos pêches).

Les jeunes larves ont une vie pélagique assez longue (elle couvre l'ensemble de la première année de leur existence), et subissent, par conséquent, un transport important par les courants ; cette caractéristique est propre au merlan et le distingue des autres gadidés. Les larves se maintiennent, en général, dans des eaux très côtières et vivent à partir d'une taille de 12 mm en commensales avec des méduses du genre *Cyanea* (*C. capillata*) (RUSSELL, 1976) à l'instar des jeunes chinchards (*Trachurus trachurus*).

Il est à noter qu'au cours des chalutages aucun adulte n'a été observé. Il semble donc que les oeufs et les larves sont apportés sur le site par les courants et que le site ne constitue pas une frayère.

. *Trisopterus luscus* L., le tacaud

Espèce côtière des fonds rocheux, pouvant vivre sur des fonds sableux, le tacaud (peu commercialisé) est important sur le plan trophique aux stades larvaires mais également au stade adulte (poisson "fourrage").

En Manche, la reproduction aurait lieu surtout au dessus des fonds d'une soixantaine de mètres (WHEELER). La période de ponte s'étend de janvier à août (époque variable suivant la latitude) avec un maximum en mars-avril. Il se peut que des oeufs de *Trisopterus luscus* figurent parmi les oeufs de gadidés de mars et avril 1978. Le temps d'incubation varie de 10 à 12 jours suivant la température. La larve à l'éclosion mesure 3 mm et sa croissance est rapide jusqu'à la fin de la première année au terme de laquelle elle subit un brusque ralentissement au début de sa maturité sexuelle.

Les larves de tacaud sont présentes dans le plancton d'avril à août 1977 et dès février 1978. Les densités sont relativement faibles de 0,03 à 0,75 individus par 10 m³ (fig. 47).

. *Trisopterus minutus* L., le capelan

Le capelan est une espèce très commune de la Manche. 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.

La ponte en Manche a lieu de février à juin, avec un maximum en mars-avril, à des profondeurs de 50 à 100 m.

Les larves (qui ont 2,4 mm à l'éclosion) apparaissent aux mêmes périodes que les larves de tacaud. Leurs effectifs présentent un maximum en avril 1978 avec un gradient croissant vers le large (1,3 individus/10 m³ à la station 3). Habituellement, les jeunes de l'année sont trouvés dans les eaux côtières (WHEELER).

. *Pollachius pollachius* L., le lieu jaune

C'est une espèce des eaux boréales et tempérées du plateau continental de la Mer du Nord et de l'Atlantique.

Son aire de reproduction est étendue et la période de ponte principale est de plus en plus tardive du sud vers le nord (février-mai) ; elle début lorsque les eaux atteignent une température de 10°C (DAMAS 1909). Cette espèce se reproduit généralement sur des fonds ne dépassant guère 150 m. Aucun oeuf n'a été observé dans nos échantillons au cours du premier cycle.

Les jeunes larves (présentes dans nos prélèvements d'avril et mai 1977) se cantonnent dans les eaux littorales où elles trouvent des conditions optimales pour leur développement. Plus âgées, elles migrent vers les eaux plus profondes des secteurs accidentés ou rocheux.

. *Molva molva* L., la lingue

La lingue, encore appelée julienne, est une espèce côtière commune à des profondeurs de 150 à 300 mètres.

Cette espèce commerciale 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. D'après SCHMIDT (1905), le frai s'effectue à des températures voisines de 7°C et des salinités de 35,2 ‰.

Aucun oeuf de cette espèce n'a été observé sur le site (frai vraisemblablement au large), tandis qu'une seule larve, probablement apportée par les courants, est présente dans les prélèvements du 21 mai 1977.

. "*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.

En Manche, cinq espèces sont rencontrées (RUSSELL) :

- motelles à trois barbillons : *Gaidropsarus vulgaris* et *G. mediterraneus*,
- motelles à quatre barbillons : *Rhinonemus cimbrius*,
- motelles à cinq barbillons : *Ciliata mustela* et *C. septentrionalis*.

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 des eaux profondes (*R. cimbrius*). Des migrations à la côte ont généralement lieu au printemps (WHEELER). Parmi les oeufs pouvant éventuellement être confondus avec ceux de ces cinq espèces nous ajouterons ceux de *Raniceps raninus* ("trident").

Les oeufs de motelles sont observés dans presque tous nos prélèvements (fig. 48), sauf en novembre et décembre. Cette fréquence élevée indique que plusieurs espèces participent aux effectifs, à des moments différents de l'année.

Les densités en oeufs relevées sur ce site sont les plus importantes de toutes celles observées au cours de ce premier cycle ; cela tient à la localisation extrêmement côtière des géniteurs et à la fécondité des espèces. Le maximum est situé en avril 1977 avec 43 oeufs par 10 m³ à la station la plus côtière (fig. 48). 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. cimbrius* (mai-août) et enfin les dernières à *G. vulgaris* et *Raniceps raninus*, si l'on se réfère aux périodes indiquées par RUSSELL (1976).

Les effectifs des larves présentes dans le plancton d'avril à août (fig. 48), sont cependant relativement faibles au cours de ce premier cycle (maximum 1 individu /10 m³ en avril 1977).

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

Aucune espèce ne présente d'intérêt économique ; les oeufs et larves de "motelles" ont surtout une importance trophique.

Serranidés

. *Dicentrarchus labrax*, L., le bar

Le bar, qui se trouve essentiellement sur le plateau continental, est un poisson de roches qui aime les eaux agitées. Il effectue des migrations vers le littoral au printemps (baies abritées et embouchures de rivières) et vers le large en hiver. Le comportement de prédation du bar dépend du coefficient de marée ; en effet en "morte-eau" (faibles coefficients inférieurs à 60) où les eaux sont calmes quand les conditions météorologiques sont bonnes, le bar adopte l'affût, chasse n'exigeant pas une grande activité mais de faible profit, tandis qu'en période de "vive-eau" où les courants sont plus rapides et la houle déferlante plus forte, ce nageur puissant dispose de nombreuses proies dérangées par l'agitation de l'eau et qu'il poursuit. On a également constaté qu'il est plus actif dans des eaux bien oxygénées. Le comportement de prédation du bar dépend de l'heure de la journée (il chasse essentiellement au petit jour et à la tombée de la nuit).

D'après des études de BARNABÉ (1972), la ponte a lieu d'avril à juin lorsque la température est de l'ordre de 10 à 12°C quelle que soit la région. Les oeufs sont benthopélagiques à 15°C pour des salinités inférieures à 34,5 ‰, mais par contre hyponeustoniques au dessus de 34,5 ‰ (BARNABÉ). Leur période d'incubation est assez courte (de 4 à 6 jours selon la température). Les quelques oeufs trouvés dans nos échantillons de mai et juillet 1977, à des stades âgés, nous font penser que le bar pond sur le site ; la zone convient en effet à sa nutrition et le bar est une des espèces (peu nombreuses) qui fraient sur son aire de nutrition. A Flamanville, les bars sont fréquemment pêchés, à la ligne, dans les anses sableuses dans la zone de déferlement. Ils fréquentent également les endroits rocheux du cap.

La larve à l'éclosion mesure 3,6 à 4 mm. Sa croissance est rapide et elle atteint 13 mm au bout de 15 jours (BARNABÉ). Les larves sont surtout rencontrées dans nos échantillons de juillet et leur taille varie de 6 à 15 mm. Douées généralement de rhéotaxie et très mobiles, elles présentent certainement un évitement important, en réponse à l'avancée du filet. Il est donc probable que nos densités en larves de bar sont sous-estimées.

Carangidés

. *Trachurus trachurus*, L., le chinchard

Apprécié de manière très variable sur le plan commercial à l'heure actuelle suivant les régions, le chinchard constitue une ressource halieutique potentielle permettant des apports de fort tonnage (sa qualité est comparable à celle du maquereau et il est susceptible de subir les mêmes préparations).

Poisson pélagique, il vit en bancs importants ; au printemps et en été, en Manche, se produisent des migrations de nutrition et de reproduction vers le nord-est. La frayère la plus importante se trouve au large des côtes hollandaises ; il y a relativement peu de pontes en Manche malgré la présence d'un grand nombre de chinchards en hiver (WALLACE et PLEASANTS ; nos observations à Paluel). La période de ponte, dont le maximum est décalé vers l'été dans le nord, se situe d'avril-mai à août environ.

La maturation des ovocytes, à l'instar d'autres espèces comme le sprat ou la sardine, se fait par lots chez un même individu au cours de la saison de reproduction (MACER, 1974). La désynchronisation des maturations chez différents individus présents en un même lieu explique là-encore en partie l'étalement des pontes.

Des oeufs de chinchard ont été récoltés à Flamanville début avril 1977 et jusqu'à mi-juin, les larves de début juillet à septembre. En avril 1978, les pontes n'avaient pas encore commencé.

Les densités sont relativement faibles, de l'ordre de celles rencontrées à Paluel (1 oeuf/10 m³ lors du maximum).

Les larves sont légèrement plus abondantes à la côte. Leur taille moyenne est d'environ 8 mm et elles ne dépassent pas 12 mm ; à cette taille elles sont attirées par tout objet flottant, éthologie qui correspond à leur association (commensalisme) avec des méduses du genre *Cyanea*. Il est donc difficile de les échantillonner à partir de ce stade.

Labridés

D'intérêt économique variable suivant les régions (mais inférieure à celui du chinchard), les labres ou "vieilles" sont des poissons côtiers vivants dans des eaux peu profondes pourvues de plantes marines dans lesquelles la plupart des espèces édifient des "nids" pour abriter leur progéniture (les oeufs étant démersaux). On peut distinguer comme espèces les plus communes :

- *Labrus bergylta* (Ascanius) dont les adultes sont présents dans les chalutages de mai et août 1977,
- *Ctenolabrus rupestris* (L.) et *Crenilabrus melops* (L.) observés dans nos pêches de plancton.

Les oeufs pélagiques de *Ctenolabrus rupestris* dont la période de ponte s'étend d'avril à août (plus tôt dans le sud que dans le nord) sont rencontrés dans nos prélèvements de juin à août 1977 et dès avril 1978 (maximum en juillet à la station la plus côtière) (fig. 49).

Les observations (réalisées par d'autres chercheurs de l'ISTPM dans le cadre des études halieutiques proprement dites sur le site) sur l'état de maturité sexuelle de *Labrus bergylta* suggèrent une période de ponte centrée sur juin-juillet.

Les effectifs les plus importants en larves (correspondants en majorité à l'espèce *Crenilabrus melops*) sont rencontrés durant l'été, sur la radiale au droit du site.

Le cap rocheux correspond à une partie de la frayère discontinue constituée par l'ensemble des zones rocheuses où les espèces sont rencontrées ; côtiers et plus étroitement inféodés aux substrats rocheux, les labridés sont parmi les espèces qui risquent d'être touchées de manière très sensible par l'implantation de la centrale, étant donné l'étendue limitée du cap enserré entre deux anses sableuses.

Scombridés

- . *Scomber scombrus*, L., le maquereau

De grande valeur commerciale en raison des quantités traitées plus que par son prix, cette espèce pélagique migratrice forme des bancs importants en surface lors de la saison de nutrition et de ponte (printemps-été essentiellement). Sa surexploitation se confirmant un "total de captures disponibles" vient de lui être appliqué au plan international (CIEM).

En hiver, l'espèce passe d'une vie pélagique à une vie benthodémersale, aux accores du plateau continental (à des profondeurs de 150 à 180 m).

Dès la fin février (LE GALL, 1928) les premières concentrations de prématuration, constituées d'individus âgés, apparaissent à la bordure du plateau continental. D'après CORBIN (1947), la ponte de mars s'effectue seulement sur une petite aire de la Mer celtique, située sur le bord ouest du plateau continental. A la mi-avril, elle s'étend sur une grande partie de la Mer celtique avec deux centres d'activités, l'un au sud de l'Irlande, l'autre à l'ouest de l'entrée de la Manche. Les déplacements des bancs à l'entrée occidentale de la Manche paraissent se faire principalement suivant les axes transgressifs caractérisés par une température et une salinité élevées (salinité supérieure à 35 ‰ et température variant de 10° à 15°C) (LE GALL). En juillet, les centres de reproduction se déplacent vers la Manche orientale (WALLACE et PLEASANTS). MACER (1976) a montré par l'étude de la maturation de l'ovaire que cette espèce émettait également ses oeufs par lots successifs avec toutefois une certaine continuité entre l'émission des différents lots.

Les oeufs, pélagiques, sont rencontrés dans nos prélèvements de juin et de début juillet, mais les effectifs restent très faibles bien que la fécondité du maquereau soit l'une des plus élevées. On note la présence d'oeufs aux premiers stades de développement ; le site ne constitue vraisemblablement qu'une partie, peu fréquentée, d'une frayère centrée au large, dépendant des populations de la Mer celtique (1).

Les larves sont présentes de juin à début juillet et rencontrées plus près de la côte. D'après leurs tailles, il semblerait que des éclosions se soient

(1) Les oeufs et larves rencontrées à Gravelines correspondent aux concentrations de Mer du Nord plus ou moins indépendantes des populations de Mer celtique et de Manche occidentale.

produites sur le site. En Mer celtique, leur apparition coïncide avec le "bloom" phytoplanctonique (BAINBRIDGE et COOPER, 1974).

Triglidés

Espèces commerciales, les triglidés sont des poissons côtiers, grégaires, benthiques, vivant aux faibles et moyennes profondeurs sur des fonds variés. Les espèces le plus souvent observées dans les chalutages sont *Trigla lucerna* (L.), *Eutrigla gurnardus* (L.) et *Aspitrigla cuculus* (L.).

Cette famille est caractérisée par la présence de trois rayons séparés de la nageoire pectorale, servant d'appendices tactiles (et assistant la locomotion ?), qui contribuent à la recherche de proies sur le fond, telles que vers, crustacés, ainsi que divers poissons (ammodytidés, gobiidés).

Les oeufs pélagiques pondus pour la plupart entre avril et août éclosent au bout de quelques jours (5 jours d'incubation à 15°C). Des oeufs ont été rencontrés dans nos prélèvements de juin à août 1977, certains à des stades jeunes (donc pondus pratiquement sur le site). Les effectifs sont toujours restés faibles.

La vie pélagique de la larve ne dure que de 6 à 10 semaines, après quoi elle passe à un mode de vie benthique et échappe ainsi aux échantillonnages de plancton. Dans nos pêches planctoniques, nous n'avons dénombré que deux larves (*Eutrigla gurnardus* ?), l'une de 7 mm début juin, l'autre de 13 mm fin août.

Pleuronectiformes (poissons plats)

Ce groupe comporte quatre familles toutes représentées dans nos pêches de plancton :

- Scophthalmidés (barbue, turbot),
- Bothidés (arnoglosse),
- Pleuronectidés (plie, limande, flet),
- Soleidés (quatre espèces de soles).

Caractérisées par leur vie benthique et quelquefois semi-enfouie (pour les espèces de fonds sableux ou sablo-vaseux), ces espèces fréquentent

en général des eaux plus ou moins côtières pendant leur phase de nutrition , cette dernière s'effectuant essentiellement à partir d'invertébrés du benthos. La plupart d'entre elles, de surcroît, effectuent leur ponte préférentiellement dans les eaux peu profondes. Celle-ci peut avoir lieu dans l'aire saisonnière de nutrition, ou encore être précédée d'une migration (en général de faible amplitude, sauf pour la plie) vers une aire de ponte distincte.

Dans tous les cas, qu'elles naissent sur place ou qu'elles subissent une dérive importante due à une longue phase planctonique, les larves parviennent dans les zones côtières où elles mènent pendant un certain temps une vie pélagique, après quoi elles passent à un mode de vie benthique approximativement au moment de la migration de l'oeil (acquisition de l'asymétrie qui marque la métamorphose) ; à ce moment-là, habituellement elles se rapprochent de l'estran.

Scophthalmidés

. *Scophthalmus rhombus*, L., la barbue

Dans les pêches les barbues se trouvent mêlées au turbot qui est traité juste après. Elles vivent à peu près sur les mêmes fonds sableux, graveleux ou éventuellement sablo-vaseux, dans des eaux peu profondes ; les individus immatures se trouvent surtout dans des eaux très côtières, de quelques mètres de profondeur.

La période de ponte, étendue, se situe durant la fin du printemps et l'été, époque qui est également celle du turbot.

Les oeufs ont été pêchés essentiellement en mai, puis en juillet jusqu'à fin août ; les densités sont peu élevées (de 0,1 à 0,4 oeuf par 10 m³). On note une meilleure abondance à la côte et au point 4. Les barbues adultes sont présentes à Flamanville dans les pêches au chalut, ainsi que le turbot.

Quelques larves ont été rencontrées début juin ; il se pourrait cependant qu'elles soient plus abondantes à faible distance de la côte, zone que nous n'avons pas échantillonnée.

Le temps d'incubation de l'oeuf , relativement long (15 jours environ), permet d'envisager un apport important d'oeufs et de larves par les courants ;

la barbue se reproduisant essentiellement sur les lieux où elle vit, il est probable cependant que les individus séjournant sur le site y effectuent également leur ponte et qu'une grande partie des oeufs et larves observés soit produite sur place.

. *Psetta maxima*, L., le turbot

Espèce essentiellement côtière, le turbot présente une écologie très proche de celle de la barbue que nous venons de voir.

Les oeufs ont été rencontrés en avril, mai et juillet, et les densités sont peu importantes (0,95 oeuf /10 m³). Aux températures observées en avril, le développement dure de 5 à 10 jours ; une partie des oeufs peut donc là encore provenir, par dérive, de secteurs éloignés ; cependant les turbots présents sur le site s'y reproduisent certainement, le frai ayant lieu, comme pour la barbue, dans toute l'aire de répartition des adultes. Là encore, les oeufs observés doivent provenir en grande partie des secteurs proches.

Nous n'avons pas trouvé de larves, mais il se pourrait qu'elles soient concentrées à la côte, les jeunes étant souvent rencontrés dans la zone de déferlement sur les côtes sableuses (WHEELER).

La maturation de la gonade se réalise en une seule fois et l'émission de tous les oeufs se fait sur une période très brève pour une même femelle ; les densités relevées sont ainsi probablement sous-estimées si notre échantillonnage ne se situe pas dans la période du maximum d'émission.

Pleuronectidés

. *Pleuronectes platessa*, L., la plie

Espèce de fonds sableux, on peut cependant la trouver sur des fonds de vase ou de graviers.

Le frai de la plie a lieu en hiver de fin novembre jusqu'en mars environ, avec un pic en janvier, principalement au milieu de la Manche, dans

des zones de salinité relativement élevée (supérieure à 34 ‰, d'après ORAY) ; la température détermine également l'intensité du frai qui peut débuter à 5°C et atteindre un maximum pour environ 8° (ORAY). On sait par ailleurs que cette température permet une utilisation optimale des réserves vitellines pour la croissance de l'embryon et de la larve (RYLAND et NICHOLS, 1967), ce qui lui permet d'atteindre une taille plus élevée avant sa première nutrition laquelle pourra donc s'effectuer à partir de proies plus grandes, donc plus variées permettant des substitutions éventuelles si un déficit trophique spécifique apparaît. Ceci illustre une fois de plus l'adaptation étroite des modalités de reproduction et de morphogénèse de l'espèce aux conditions de l'environnement, les organismes trophiques étant relativement rares en hiver, à l'époque de l'éclosion des larves de plie. Des centres de frai importants sont situés en Manche-ouest (au nord des îles Anglo-normandes) et en Manche-est ainsi qu'en Mer du Nord et Mer d'Irlande (HOUGHTON et HARDING, 1976). Après le frai, les adultes migrent à nouveau vers les aires de nutrition auprès des côtes et sur les fonds sableux, sablo-vaseux ou graveleux.

Des femelles à des stades ovariens post-ponte ont été pêchées à Flamanville en mars 1978. La fréquence des stades situés juste avant la ponte augmente en automne.

Le développement des oeufs est très lent (20 à 30 jours en moyenne en hiver, RYLAND et NICHOLS, 1975) et la vie pélagique (oeufs + larves) jusqu'à la métamorphose dure au total une soixantaine de jours au cours desquels la majeure partie des larves parvient à la faveur des courants dominants aux nurseries des côtes de la Mer du Nord ; une fraction moins importante alimente les côtes de la Manche où certaines baies constituent des nurseries importantes (HOUGHTON et HARDING) comme la baie de Seine, la baie des Veys ou celle du Mont Saint-Michel.

Pour ces raisons, nous ne récoltons que très rarement des oeufs sur les sites côtiers (1) ; les larves y sont plus fréquentes et, à Flamanville,

(1) Cependant il n'est pas totalement exclu que certains individus fraient à proximité du littoral comme le suggère quelquefois l'examen des stades de maturité sexuelle des individus capturés à la côte.

elles ont été trouvées en mars 1977 et mars-avril 1978 ; leur densité (0,02 à 0,04 larve /10 m³) est plus faible que celle des larves de soles. Ce fait avait déjà été constaté à Gravelines, site qui constitue pourtant une nurserie de plies (et d'autres espèces) ; il faut invoquer la dispersion des larves au sein des masses d'eau au moment où elles atteignent le site, du fait de l'éloignement de la frayère ainsi que de la durée de la vie pélagique totale (oeufs et larves), si bien qu'un certain taux de mortalité par prédation a déjà affecté les densités au moment où nous les observons. Nous trouvons bien entendu des larves plus âgées pour la plie que pour les espèces dont les larves éclosent sur place (sole par exemple).

Pour la plie, le passage dans le milieu pélagique à proximité du site peut se trouver notablement raccourci puisque beaucoup de larves parviennent à la côte alors qu'elles sont déjà plus proches de leur stade benthique que celles de la limande ou des soléidés, par exemple, que nous observons quelquefois juste après l'éclosion. Les densités peuvent ainsi augmenter sur le fond au fur et à mesure que les larves s'y établissent alors qu'on peut ne jamais observer de densités importantes dans le plancton. Etant donné la présence d'une zone de nurserie pour les poissons plats en baie du Mont Saint-Michel (l'étude de ce secteur, qui vient de commencer, montre la présence de jeunes plies âgées de moins d'un an), il est probable que le site de Flamanville est lui aussi alimenté régulièrement tout au long du printemps en larves de poissons plats.

Les jeunes individus du groupe O (âgés de moins d'un an) s'établissent à proximité immédiate du rivage, dans des eaux de quelques centimètres à quelques mètres de profondeur, une concentration étant souvent observée vers des profondeurs de trois ou quatre mètres (RILEY) ; nous avons constaté pour d'autres espèces de poissons plats que les larves en métamorphose se rapprochaient de la côte.

. *Limanda limanda*, L., la limande

La limande est abondante dans les zones côtières sableuses mais également sur les bancs proches du large. Adultes et jeunes migrent vers des aires de nutrition dans des eaux peu profondes en été, au large en automne.

La période de reproduction est très longue et peut durer de janvier à septembre dans certains secteurs (EHRENBAUM, 1905 ; RUSSELL, 1976). Des frayères existent le long des côtes anglaises entre autres (RUSSELL). Chez la limande, l'émission des oeufs chez un même individu s'effectue au cours d'une période assez brève (LAHAYE, 1972) ; l'étalement de la ponte que nous observons est donc dû à la succession des pontes de différents individus.

A Flamanville les oeufs sont abondants début mai et en juin 1977 (fig. 52) ; on observe un gradient vers le large, observation faite également par RUSSELL pour les frayères des côtes anglaises. La limande se reproduisant dans l'ensemble de son aire de nutrition saisonnière, ce gradient correspond peut-être à une meilleure fréquentation des bancs sableux par les adultes à l'ouest du cap, vers le large.

La présence de larves dès avril indique que la ponte a débuté plus tôt dans le secteur (on enregistre des pontes dès février à Gravelines en 1977). Le temps de développement étant moyennement long (7 jours à 10° en mai par exemple), un certain nombre d'oeufs observés proviennent, après dérive, de zones relativement éloignées ; nous avons cependant une bonne proportion (environ 50 % en mai) d'oeufs aux premiers stades dont le lieu d'origine est plus proche ; les larves observées sont jeunes également (elles mesurent de 6 à 8 mm ; nous les observons donc à des stades très proches de l'éclosion).

Ainsi, l'on peut penser que le site constitue une partie d'une zone de frai représentée par l'ensemble des aires de présence des adultes, lesquels seraient un peu plus abondants sur les bancs du large à faible profondeur (20 - 40 m).

Les densités observées pour les oeufs sont supérieures (d'un facteur 4) à celles que nous avons à Gravelines. Les résultats ont une allure plus discontinue que pour d'autres espèces à ponte régulière chez un même individu (sole, par exemple) ; il est donc possible que les densités soient sous-estimées par ce fait, l'échantillonnage n'ayant pas obligatoirement lieu lors du maximum d'émission.

On observe un retard en 1978 dans la reproduction.

. *Platichthys flesus*, L., le flet

Le flet est commun dans les eaux littorales ; plus côtier que la limande, plus euryhalin également, il peut séjourner en estuaire. Les migrations peuvent être de grande amplitude et s'effectuent vers les frayères et les zones de nutrition ; s'y superpose un mouvement en direction de la côte en été, vers le large en hiver (WHEELER) ; les migrations précédant la ponte s'effectuent souvent vers le large également, vers des eaux de 30 à 50 m de profondeur (WHEELER ; RUSSELL, 1976) vraisemblablement en raison d'une recherche de salinités plus élevées au moment de la reproduction.

La période de ponte peut débuter très tôt dans l'année, pour une température quelquefois très basse (4° d'après ORAY) ; très étendue, elle s'achèverait cependant avant celle de la limande, au début de l'été.

A Flamanville, les oeufs sont observés en mai et surtout en juin 1977, mais le frai a pu débuter plus tôt dans le secteur (présence de larves dès la première campagne, en avril) ; on en rencontre jusqu'en juin seulement alors que ceux de la limande sont présents jusqu'en juillet ; en revanche, les premiers oeufs de flet apparaissent dès février 1978 (7-8°) à un moment où pratiquement seul le sprat commence à pondre (fig. 43). Les abondances observées sont identiques à celles relevées à Gravelines. L'émission des oeufs, comme pour la limande, s'effectuant chez un même individu à l'intérieur d'un intervalle de temps restreint, l'étalement de la période de ponte provient de la succession en un même lieu d'individus d'âge ou d'état de maturation différents.

Le développement dure environ 5 à 7 jours aux températures rencontrées ; un certain nombre d'oeufs pourraient donc parvenir sur le site après dérive, d'autant plus que les densités relativement faibles que nous observons peuvent être l'indication d'une certaine dilution des oeufs et larves dans les masses d'eau, suggérant ainsi une origine plus lointaine.

Soléidés

. *Solea vulgaris*, Quensel, la sole

C'est l'espèce la plus abondante parmi les quatre soléidés (adultes et éléments planctoniques) sur les sites que nous avons étudiés jusqu'à présent

en Manche et sud Mer du Nord. Plus fréquente sur substrat sableux ou sablo-vaseux (Gravelines), on peut la trouver également sur des fonds hétérogènes. Euryhaline, elle est souvent trouvée à la côte, même en estuaire, ainsi qu'au voisinage des hauts-fonds du large.

Jeunes et adultes migrent en eau plus profondes en hiver, à la côte et vers les bancs du large au printemps ; s'y superpose une migration vers les frayères situées dans des eaux moyennement profondes (10 à 25 m), côtières ou non (WHEELER, 1975), au début du printemps lorsque la température est encore inférieure à 9° (RILEY, 1974). En Manche (et sud Mer du Nord) ce frai peut commencer à 7-8°. Le début ainsi que le maximum d'intensité des pontes se produisent avec un retard grossièrement proportionnel à l'élévation en latitude (DE CLERCK, 1974), comme c'est le cas pour beaucoup d'espèces. GUILLOU (1973) avait également observé un tel décalage entre le sud et le nord du golfe de Gascogne.

La maturation des ovocytes ne s'effectue pas en une seule fois, ni même par lots importants successifs (comme chez le sprat et la sardine par exemple) et l'ovaire présente tout au long de la période de reproduction des stades variés de l'ovogénèse (LAHAYE).

La ponte d'un individu donné peut ainsi s'échelonner sur une période assez longue (6 mois) en raison de l'émission régulière des oeufs à raison de quelques unités ou d'un oeuf à la fois (RUSSELL, 1976). Il existe cependant un maximum annuel dans la proportion d'ovocytes mûrs chez les femelles, lequel s'étend sur une période plus ou moins longue suivant la région. Il est vraisemblable que cela soit dû essentiellement à des facteurs thermiques ou trophiques comme nous le noterons ci-après. On observe une certaine régularité dans la production d'oeufs en un lieu donné, due à la désynchronisation des pontes des différents individus présents dans la même aire de reproduction ; par ailleurs, les femelles âgées pondent en général plus tôt dans la saison que les femelles jeunes (DE CLERCK) ; ce décalage est plus important et peut occasionner un deuxième maximum de densité d'oeufs en été dans les zones septentrionales.

L'initiation de la ponte (après maturation) serait d'abord sous la dépendance de facteurs trophiques (FLUCHTER et Coll., 1973). Ces facteurs

agissent en fait surtout sur la maturation (vitellogénèse notamment, quantité d'ovocytes en croissance, taux d'atrésie folliculaire) et pourraient avoir une importance plus grande chez la sole, que chez d'autres espèces à période de reproduction plus courte. La maturation étant très étalée et intéressant un petit nombre d'ovocytes à la fois, elle ne donne jamais lieu à un encombrement ovarien important ainsi que le montre l'évolution saisonnière du rapport pondéral gonado-somatique (LAHAYE, 1972) ; la sole continue en effet, comme d'autres espèces d'ailleurs, à s'alimenter pendant la période de ponte.

FLÜCHTER indique cependant que le facteur trophique n'agit pas sur la durée de la maturation, laquelle doit donc essentiellement dépendre de la température. On connaît mal, en revanche, l'influence de la température sur l'initiation ou l'arrêt de la ponte et sur la quantité totale d'oeufs émis par rapport au stock d'ovocytes disponibles. On sait cependant que la survie des oeufs est meilleure à 13° qu'à 10° (respectivement 4,5 % et 0,05 % ; RILEY, 1974), ce qui peut expliquer en partie l'augmentation des densités au printemps, laquelle est due également, bien entendu, au nombre de géniteurs en cause et au nombre d'oeufs émis par les géniteurs (dont le nombre augmente au printemps, ainsi qu'il a été mentionné plus haut).

Il est possible que ces données soient plus proches de la réalité que les observations de IRVIN (1974) réalisées en élevage et qui montrent une mortalité constante des oeufs d'environ 70 %, quelle que soit la température. A partir de 16° cependant, leur taux de mortalité augmente de manière importante.

A Flamanville nous avons récolté des oeufs de sole en nombre appréciable (fig. 53) et la physionomie des résultats en 1977 (allure décroissante des effectifs à partir de la première campagne où on observe les plus fortes densités, ainsi que la présence de larves dès le mois d'avril), suggère un démarrage antérieur de la reproduction, sans doute vers février-mars, époque à laquelle on rencontre déjà les températures reconnues favorables à la ponte de la sole (8-9° d'après RILEY) (à Gravelines, des densités élevées étaient atteintes en 1977 dès le mois de mars). Les densités d'oeufs décroissent jusqu'en été ; à partir du mois d'août, nous n'observons plus de pontes ; notons que les températures atteignent alors la limite théorique pour une

embryogénèse normale, limite donnée par IRVIN (cité plus haut) et mentionnée également par RILEY (1974). On observe cependant sur le site des stades de maturité avancée jusqu'en septembre 1977 chez les femelles adultes (observations faites au cours de l'étude halieutique proprement dite).

En 1978, les premiers oeufs apparaissent en avril, en nombre très réduit, et nous n'observons pas encore de larves ; ce fait, comparé aux données précédentes, suggère un retard dans la reproduction de la sole en 1978, retard qui pourrait être attribué aux basses températures hivernales précédentes et à l'établissement plus tardif des températures favorables à la ponte au printemps ; parallèlement on observe une absence de stades de maturité avancée des gonades jusqu'en mars. De tels décalages d'une année sur l'autre avaient déjà été observés à Gravelines et semblaient être induits essentiellement par les températures régnant à la fin de l'hiver et au printemps, pendant la période de maturation des géniteurs.

Les abondances relevées jusqu'à présent pour les oeufs sont intermédiaires entre celles observées à Gravelines (1) (extension des frayères et nurseries côtières de la Mer du Nord) soit 4 à 20 oeufs/10 m³ et à Paluel (1 oeuf /10 m³ lors des maximums) ; elles sont en tout état de cause de l'ordre de celles relevées par RILEY sur les frayères des côtes anglaises du sud de la Mer du Nord (1 à 10 oeufs/10 m³), les densités les plus fortes étant relevées dans les zones d'estuaires, essentiellement celui de la Tamise (10 à 100 oeufs/10 m³). Lors de la campagne de la "Thalassa" de janvier-février 1975, nous avons observé la présence d'oeufs de sole uniquement dans les stations soumises à dessalure et sur des fonds sableux (baie de Canche, d'Authie et de Somme ; densités observées : 0,12 à 0,6 oeuf /10 m³). RILEY explique la précocité des pontes dans les estuaires, par rapport aux zones littorales adjacentes, par la température légèrement supérieure des premiers en début de saison de reproduction par rapport aux régions non abritées. Il semble que, tout comme pour le sprat, il faille émettre des réserves quant à l'influence de la salinité sur la ponte en Manche et en Mer du Nord. Nous n'avons, pour notre part, jamais trouvé de relation convaincante entre la dessalure et la ponte de la sole à

(1) En 1977 le maximum des effectifs à Gravelines a lieu fin avril ; il est possible qu'à Flamanville il ait eu lieu avant le 4 avril et ait été plus élevé que les effectifs que nous avons observés ; les densités pourraient alors être du même ordre que celles notées à Gravelines.

Gravelines. D'autre part, l'explication de RILEY n'est plus valable pour certains estuaires qui sont plus froids en hiver que les zones côtières avoisinantes ; des raisons trophiques pourraient alors expliquer une maturation plus précoce. Ce sont les modalités de la ponte chez la sole (voir plus haut) qui expliquent les densités relativement faibles en oeufs rencontrés sur les frayères (alors que pour le sprat, par exemple, de telles densités seraient l'indice d'une frayère de faible importance). D'après la comparaison des densités en oeufs de sole relevées à Flamanville avec celles observées sur d'autres sites en Manche ou en Mer du Nord, ainsi que sur des secteurs reconnus comme frayère par différents auteurs, le site doit être assimilé (au vu des résultats de ce premier cycle), à une frayère de moyenne importance.

Les densités sont plus élevées au point côtier (à 1,8 km de l'estran) lors du maximum en avril ; le rapport est de 8 à 1. Par la suite, de manière moins accusée mais relativement constante, c'est le point 4 en baie de Surtainville qui présente les plus fortes densités.

D'autre part la proportion importante de stades peu avancés de l'embryogénèse (1) (proportion généralement plus élevée, de surcroît, aux points 1 et 4 où les oeufs sont les plus abondants), indique, compte tenu des courants, une production sur le site lui-même ou dans des zones très proches. Nos observations ne sont pas assez nombreuses pour préciser davantage la localisation des pontes les plus abondantes (c'est le cas pour toutes les espèces) ; l'imprécision est augmentée du fait de la vitesse variable des courants de marée et du brassage dans un sens côte-large ; on peut cependant raisonnablement penser que, comme pour d'autres régions où la sole se reproduit, c'est l'ensemble du secteur côtier qui tient lieu de frayère, surtout les zones à fonds sédimentaires (anses sableuses et bancs de sable sur substrat rocheux) ce qui correspond encore à l'aire saisonnière de nutrition pour cette espèce. A Flamanville, des pontes ont certainement lieu sur le site lui-même, essentiellement à la côte et vraisemblablement dans les anses de Surtainville, Sciottot et Vauville. DE CLERCK et VAN DE VELDE (1973) trouvent également une concentration plus importante des oeufs et larves de sole vers le littoral le long des côtes belges en relation avec une migration

(1) La segmentation y est achevée en deux jours environ aux températures relevées au printemps ; durée totale du développement : de 10 jours à 8° (fin avril) à 3 jours à 16° (juillet).

printanière des adultes ; cependant ce gradient a été mis en évidence sur une bande côtière plus large que celle que nous échantillonons à Flamanville, de l'ordre de plusieurs milles. Il n'est donc pas étonnant que nos résultats, portant sur une distance de trois milles seulement, ne fassent pas toujours ressortir des gradients très nets. Notons que la frontière franco-belge (lieu proche de Gravelines) est citée comme une zone importante de reproduction ; les densités à Gravelines ne sont cependant supérieures, pour l'année 1977, que d'un facteur 2 à celles observées à Flamanville.

Après l'éclosion, les larves subissent une légère dérive, mais leur comportement très rapidement benthopélagique (5 jours après éclosion d'après EHRENBAUM 1905, 1909, les oeufs eux-mêmes s'enfonçant déjà au cours du développement) les porte dans une zone relativement proche du lieu de ponte (1) et les jeunes soles de moins d'un an sont généralement trouvées dans les mêmes zones que les oeufs ; frayères et nurseries sont ainsi confondues pour la sole (GIRET et Coll., 1977). Les larves récoltées à Flamanville sont, la plupart du temps, très jeunes (taille inférieure à 10 mm). Nous en avons récolté durant toute la période printanière (en 1977) et jusqu'au début de l'été (fig. 53). A Gravelines, nous avons remarqué que les larves en métamorphose se rapprochaient de la côte, ce qui correspond à un comportement connu (WHEELER) ; à Flamanville, où la trame spatiale de prélèvements est plus étendue vers le large, nous observons peu de stades âgés ; il est probable qu'elles se concentrent près de l'estran.

Citons encore les expériences de IRVIN (1974) qui montrent une bonne survie jusqu'à 23° pour les larves vitellines (puis une décroissance régulière du temps de survie avec l'augmentation de la température), 24° pour les larves en phase de première nutrition, 27 à 29° pour les larves en métamorphose (les plus proches de la côte) ; il ne semble donc pas y avoir de danger à priori pour ces larves, même dans le champ proche de la future tache thermique. En revanche, la température létale (16°) pour les oeufs avant gastrulation, risque d'être atteinte dans le champ proche au printemps, et à l'intérieur de la zone

(1) La phase planctonique totale (développement de l'oeuf puis vie pélagique de la larve) pourrait durer au maximum 20 jours, d'après RUSSELL.

réchauffée de 1°, en été. L'impact prépondérant reste cependant le choc sur les grilles d'aspiration pour les larves (et surtout les juvéniles) et le choc thermique dans le condenseur pour les oeufs (1).

. *Solea lascaris*, Risso, la sole perdrix

De même taille que *S. vulgaris* et fréquentant les mêmes substrats, elle peut être plus abondante par endroits (phénomène de compétition avec la sole commune ?). La sole perdrix serait plus commune en Manche-ouest et plus rare au nord où elle constituerait un migrant saisonnier (WHEELER).

Les données concernant la biologie de cette espèce sont relativement rares. Le mode de maturation des gonades serait identique à celui de *S. vulgaris* (LAHAYE). La période de ponte principale se situe au début de l'été (juin-juillet) ; nous avons observé environ un mois de décalage dans la ponte des deux espèces sur les autres sites de Manche. A Flamanville, elle débute en avril à 9° (mai 1977 à Gravelines), et le maximum se situe en juillet (fig. 54) ; les densités, faibles, sont intermédiaires entre celles observées à Gravelines (0,5 à 1 oeuf/10 m³) et celles de Paluel (inférieures à 0,1/10 m³).

L'absence totale d'oeufs en avril 1978 semble indiquer, là encore, un retard dans la reproduction.

. *Microchirus variegatus*, Donovan, la sole panachée

Espèce d'eaux généralement plus profondes que celles fréquentées par les autres soléidés, on la rencontrerait moins auprès des côtes (WHEELER) ; son aire d'abondance maximale convrirait les côtes occidentales des îles britanniques à l'exclusion de celles de la Mer du Nord ; très sporadiques sur les sites de Paluel et de Gravelines, les oeufs de cette espèce sont plus fréquents à Flamanville et plus abondants (2 à 5 fois) que ceux de *Solea lascaris*.

(1) Des résultats récents d'études expérimentales sur les oeufs de sole (DEVAUCHELLE, 1977) font état de températures létales très supérieures à celles que nous avons suggérées plus haut à partir des indications concordantes de RILEY et d'IRVIN ; précisons que ce dernier a travaillé sur l'ensemble des stades de développement et à partir de pontes naturelles alors que l'expérimentation citée ci-dessus a été opérée sur des oeufs parvenus à un stade résistant et à partir de pontes provoquées. Nous maintenons donc pour le moment notre assertion.

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 reproduction proche du site et certainement auprès 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*. *B. luteum* serait plus commune dans le sud de la Mer du Nord qu'en Manche où sa répartition est plus hétérogène (WHEELER).

Sur tous les sites que nous avons étudiés, elle est toujours, parmi les soléidés, la première espèce à pondre, à des températures pouvant être très basses : à Gravelines, dès janvier en 1977 (5°5) et dès mars en 1976 (5°1).

A Flamanville (fig. 54), en 1977 on observe très probablement la fin de la période de reproduction (effectifs peu élevés d'avril à début juin) ; en 1978, en revanche, la croissance des densités en mars et avril montre que le pic de reproduction se situe très tôt dans l'année et des effectifs importants sont atteints alors que d'autres espèces reconnues pour frayer en eaux relativement froides (*Solea vulgaris*, *Sprattus sprattus*) amorcent à peine leurs pontes.

La comparaison des densités d'avril 1978 à celles d'avril 1977 suggère cependant que pour *B. luteum* également, la reproduction en 1978 est en retard puisque, très certainement, des densités élevées auraient pu être observées avant avril 1977 ; il est probable que la maximum des pontes a lieu normalement en février-mars à Flamanville.

Les abondances relevées sont du même ordre de grandeur qu'à Gravelines ; en début de saison de ponte (mars-avril en 1978) le point 4 domine très largement (fig. 54) et la plupart des oeufs sont aux premiers stades de développement, ce qui laisse entendre, une fois de plus, une origine proche. La reproduction peut avoir lieu sur l'ensemble du secteur côtier, dans les baies à fond sableux.

Autres poissons plats

Un certain nombre d'espèces de poissons plats, plus rares ou sans intérêt économique, ont été relevées.

. *Phrynorhombus* (= *Zeugopterus*) *norvegicus*, Günther

Petit poisson plat des fonds rocheux. Le frai a lieu essentiellement au printemps ; nous avons relevé quelques oeufs en mai et début juin, lesquels pourraient provenir du site ou de zones très proches (développement en 6 jours environ) ; la présence de cette espèce est à confirmer (identification des oeufs difficile ; seule la présence de larves non encore observées permettra une diagnose définitive).

. *Microstomus kitt*, Walbaum (= *Pleuronectes microcephalus*), la limande-sole

Espèce commerciale côtière, mais plus abondante sur les bancs au large, elle fréquente surtout les fonds graveleux.

Le frai a lieu dans toute l'aire de répartition et, en Manche, à partir d'avril environ ; le développement est moyennement long (8 jours) et les larves abondent sur des fonds de 50 à 100 m. A Flamanville, des oeufs ont été trouvés en mai à des stades déjà avancés de l'embryogénèse.

Des larves sont présentes en juillet, proches de la métamorphose. Les stades avancés (oeufs et larves) et les faibles densités rencontrées (dispersion) nous donnent à penser que la production a lieu surtout au large et que ces éléments pélagiques parviennent sur le site par dérive.

. *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 jusqu'à des profondeurs moyennes (environ 60 m) mais ne se rapproche cependant pas trop des côtes.

Les oeufs ont été trouvés au printemps, d'avril à début juillet ; en avril 1978, les pontes n'avaient pas encore eu lieu ; là encore, seule la présence de larves pourra confirmer cette diagnose.

. *Zeugopterus punctatus*, Bloch, le targeur

Il vit sur des fonds rocheux, quelquefois très près du littoral (rarement trouvé à plus de 40 m de profondeur, WHEELER) ; sa petite taille ainsi que son éthologie particulière (il vit souvent plaqué sur les roches dont il épouse la forme) en font une espèce sans intérêt commercial réel.

La ponte a lieu tôt dans l'année ; les oeufs de cette espèce ont été trouvés début mars et avril 1978. Les densités sont faibles (0,5 oeuf /10 m³ lors du maximum en avril). Des larves ont été identifiées en juin et juillet 1977.

Autres espèces de poissons

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.

. *Belone belone*, L., l'aiguillette ou orphie

Ce poisson côtier de surface est une espèce euryhaline. La période de ponte a lieu de mai à juin. Les oeufs sont demersaux. La période d'incubation est assez longue : 90 jours à 9°C (ROSENTHAL et FONDS, 1973). D'après ces auteurs, les larves sont présentes dans le plancton en juillet. Nous n'avons observé qu'une seule larve de 11 mm dans nos échantillons en juillet 1977, à la station 4.

. Syngnathidés

Nous avons observé des juvéniles de syngnathes (*Syngnathus* sp.) et d'hippocampes (*Hippocampus* sp.) dans les pêches à des époques variées, jamais en nombre important. Ces espèces se tiennent de préférence près du fond ; leur habitat privilégié est constitué par les herbiers à zostères.

Les mâles de cette famille présentent la particularité d'incuber les oeufs pondus par la femelle jusqu'au stade larvaire dans un marsupium ventral où se réalise une véritable placentation avec échange trophique entre les systèmes circulatoires foetaux et paternels ; à la fin de cette incubation, le mâle subit une véritable parturition.

. *Mullus surmuletus*, L., le surmulet ou rouget barbet

C'est un poisson côtier sédentaire ; très apprécié et de haute valeur commerciale, il est caractéristique des endroits rocheux.

Sa reproduction a lieu en été ; quelques oeufs recueillis en août et début de septembre ont été attribués à cette espèce. Les densités sont peu importantes, mais il est probable qu'elles sont plus élevées à proximité immédiate de la côte. L'observation de stades de développement peu avancés indique qu'il se reproduit sur le site. Des larves ont été récoltées de juin à août.

. Ammodytidés

Parmi les ammodytidés, les espèces les plus communes sont l'équille (*Ammodytes marinus*, *A. tobianus*) et le lançon (*Hyperoplus lanceolatus*). Ces espèces vivent dans des eaux peu profondes jusqu'à l'isobathe des 40 m (WHEELER) sur des substrats de sable ou de graviers fins.

Les oeufs sont démersaux ; nous avons rencontré les larves d'ammodytidés pendant tout ce premier cycle, avec des effectifs relativement importants au printemps (fig. 46). Les larves ne sont pas déterminées à l'espèce, mais nous pouvons supposer des périodes de ponte successives relatives aux différentes espèces. D'après RUSSELL (1976) *A. marinus* pond la première (de janvier à mars), *Hyperoplus lanceolatus* pendant la période printemps-été, tandis que le frai d'*Ammodytes tobianus* se situe en automne (des adultes sont observés dans les chalutages d'octobre).

Ces poissons, à valeur commerciale variable suivant les régions, ont un rôle 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).

. Gobiidés

Cette famille (fig. 51) comprend de nombreuses espèces de petite taille, souvent côtières et vivant en association étroite avec le fond (on en rencontre même dans les cuvettes de rétention de la zone intertidale).

Certaines espèces grégaires (comme *Aphia minuta* et *Crystallogobius* sp.) ont une vie pélagique.

Les pontes de ce groupe vaste (RUSSELL, 1976, fait état de 19 espèces recensées le long des côtes anglaises) ont lieu surtout au printemps, mais s'échelonnent sur une période étendue (jusqu'en septembre).

Les oeufs de tous les gobies connus actuellement sont benthiques et attachés à des substrats divers.

Aucune espèce n'étant commerciale, ce groupe est étudié globalement dans nos échantillons, en tant que support trophique important pour les poissons. Le substrat rocheux du cap de Flamanville entouré d'anses sableuses permet vraisemblablement une diversification spécifique assez grande. Les effectifs observés lors du maximum de juillet 1977 (0,5 larve par m³) sont relativement faibles par rapport aux densités observées sur le site de Gravelines (10 larves/m³).

. Callionymidés

RUSSELL (1976) a observé trois espèces dans les eaux britanniques :

Callionymus lyra (L.),

Callionymus maculatus (Rafinesque - Schmaltz),

Callionymus reticulatus (Valenciennes).

Ces poissons à intérêt économique variable suivant les régions, sont benthiques et se nourrissent essentiellement d'annélides tubicoles, de crustacés amphipodes et de mollusques bivalves.

C. lyra est l'espèce la plus commune (présence dans les chalutages) qui est un poisson d'eaux très côtières, peu profondes ; sa période de reproduction est étendue (de fin janvier à août).

C. maculatus fréquente des eaux plus profondes (20 à 300 m) mais est trouvé également à la côte et auprès des bancs du large (WHEELER, 1975).

Après une parade nuptiale précédant l'accouplement, le mâle et la femelle remontent à la surface où une série d'oeufs est pondue et fécondée. Les oeufs et larves sont pélagiques. Les oeufs sont récoltés au printemps et les effectifs décroissent régulièrement jusqu'au début de l'été (fig. 50) ; un maximum est observé en avril 1977 mais il est possible que le pic des pontes ait lieu antérieurement. Les faibles densités en avril 1978 comparées à 1977 à la même époque, jointes à la quasi-absence des larves, suggèrent là encore un retard dans la reproduction en 1978. Les larves présentent un maximum d'effectifs plus tardif que celui des oeufs ; elles paraissent généralement plus abondantes au large (fig. 50), il faut admettre cependant qu'elles sont d'origine côtière.

Outre leur rôle de compétiteur pour la nourriture, au stade adulte vis-à-vis des poissons démersaux et benthiques, aux stades larvaires pélagiques vis-à-vis des autres larves de poissons, les callionymes ont un rôle trophique direct et sont fréquemment observés dans les contenus stomacaux des poissons prédateurs démersaux.

. Blenniidés

Les "Blennies" vivent à proximité du rivage sur des fonds rocheux, hors des limites de la zone des marées ou, comme les gobies dans la zone intertidale, dans des cuvettes de rétention. Parmi les quatre espèces de cette famille, les plus communes sont *Blennius pholis* L. et *Blennius gattorugine* L.

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

Sur le site, nous avons rencontré des larves de Blenniidés de juin à octobre 1977 avec un effectif maximum début juillet 1977 (fig. 51).

. Cottidés

Deux espèces fréquentent les eaux de la Manche, *Myoxocephalus scorpius*, L. et *Taurulus bubalis*, Euphrasen, 1786.

Ces poissons de petite taille vivent dans des eaux côtières, à de faibles profondeurs (4 à 60 m) sur des fonds sableux ou rocheux, et se rencontrent même en estuaire.

Les périodes de ponte s'étendent de décembre à mars pour *Myoxocephalus scorpius* et de janvier à avril pour *Taurulus bubalis*.

Les oeufs benthiques ont une incubation de 5 à 7 semaines. Les larves pélagiques se trouvent dans le plancton dès le printemps. Des larves de Cottidés sont rencontrées dans nos prélèvements de mars à juin (avec un maximum en avril 1977 à la station la plus côtière).

RÉSUMÉ

et

CONCLUSION

Dans le cadre de l'établissement d'un état de référence descriptif et explicatif de l'écosystème intéressé par la prise et le rejet d'eau de la future centrale thermonucléaire de Flamanville, nous avons envisagé à l'ISTPM l'étude du zooplancton lié à la biologie des ressources halieutiques sur des bases écologiques aussi larges que possible. Cette étude constitue le complément indispensable, d'une part aux recherches sur les ressources exploitables proprement dites (effectuées à l'ISTPM par une autre équipe de chercheurs qui se consacre aux ressources en état d'être exploitées), d'autre part aux recherches sur la productivité primaire et secondaire du site, ainsi que sur le benthos et le substrat (réalisées par l'"Unité littoral" du CNEXO). Notre étude porte sur les oeufs et larves d'espèces exploitables, ainsi que sur les peuplements planctoniques associés aux différents stades de leur cycle biologique ; les données, enfin, sont autant que possible intégrées à la dynamique générale de l'écosystème. L'examen porte ainsi à la fois sur l'hydrologie, une fraction de l'holoplancton et une fraction plus importante du méroplancton, particulièrement les peuplements potentiellement halieutiques.

Méthodologie

La méthodologie, aussi bien sur le terrain qu'en laboratoire, a bénéficié d'améliorations successives permises par l'expérience acquise lors d'études précédentes ; l'échantillonnage est conçu essentiellement en vue du prélèvement d'organismes planctoniques généralement peu abondants de répartition hétérogène, de grande taille et pouvant présenter un comportement d'évitement important. La fréquence et la localisation des prélèvements est en principe adaptée à la biologie des peuplements étudiés. Pour les oeufs et larves de poissons ainsi que pour les larves de crustacés, la récolte concerne l'ensemble des stades de développement ; une limite supérieure de capture est constituée par les juvéniles pour des raisons de taille ou d'éthologie (accession à un mode de vie benthique ou nectonique) ; en ce qui concerne un certain nombre de petits organismes, nos prélèvements sont complémentaires de ceux du CNEXO, surtout dans les groupes holoplanctoniques responsables d'une grande partie de la production secondaire, et sont cumulatifs si besoin est.

Remarque : un certain nombre de données complémentaires, concernant surtout les paramètres physico-chimiques et l'holoplancton, sont tirées de documents du CNEOX ; afin de ne pas alourdir inutilement le texte elles seront signalées par un astérisque.

PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

L'étude hydrologique du site de Flamanville révèle déjà les caractères principaux qui le distinguent des sites de Manche orientale et du sud de la Mer du Nord. L'amplitude thermique saisonnière plus faible et la salinité plus élevée que sur les sites de Manche orientale traduisent une série de gradients classiques en Manche, dus principalement à la diminution de la profondeur moyenne des eaux et de l'influence océanique, et à l'accroissement des apports fluviaux d'ouest en est. La salinité est proche de 35 ‰ et pendant la durée de notre étude, ne dépasse pas cette valeur comme c'est ordinairement le cas dans tous le golfe normano-breton et à proximité des côtes. Elle a été légèrement plus forte toutefois durant l'année 1976*. Les fluctuations à court terme sont beaucoup plus faibles que sur les sites de Paluel et Gravelines ; ces résultats confirment la faiblesse des apports telluriques. Les différences entre campagnes voisines sont du même ordre de grandeur que les variations au cours d'un cycle de marée. Les variations saisonnières font apparaître cependant des valeurs en moyenne plus élevées en hiver qu'au printemps et en été, ce qui est généralement observé dans cette région.

L'évolution des températures ne montre pas de fluctuations importantes à court terme et les gradients saisonniers côte-large, classiques, restent faibles, en raison de la pente prononcée des fonds marins au droit du cap. Les températures hivernales en début de l'année 1978 sont dans l'ensemble inférieures à celles de 1977* ; le minimum observé est plus tardif, ainsi que le réchauffement printanier qui suit ; d'autre part, les températures estivales ont été supérieures en 1976 par rapport à 1977* ; ces variations pluriannuelles ont été observées sur tous les sites étudiés, mais de manière plus accusée dans les eaux de faible inertie comme à Gravelines. Il faut noter que l'enregistrement de la température en continu (1) montre des variations naturelles atteignant 0°5 au cours d'un cycle de marée et quelquefois 1° en quelques jours.

(1) Thermographe immergé par EDF au droit du cap.

Ces variations à court terme sont cependant faibles si on les compare à celles des autres sites de Manche. Il en est tenu compte dans l'interprétation des variations saisonnières ou des fluctuations pluriannuelles ; il faut considérer aussi que le thermographe enregistreur est plus proche du rivage (où il se trouve dans des eaux de variabilité thermique plus grande) que nos points de prélèvements.

Le taux d'oxygène dissous est constamment voisin de la saturation et varie entre 5 et 7 cm³ par litre environ ; les variations du taux de saturation sont d'amplitude plus faible que sur les sites de Paluel et Gravelines. On observe son augmentation au printemps, lors de la poussée de production primaire*.

Les concentrations de sels nutritifs sont généralement inférieures d'un facteur 3 à 4 à celles de Paluel et Gravelines ce qui corrobore le faible niveau général des apports continentaux et l'influence atlantique ; leurs variations saisonnières sont classiques et on observe une baisse au printemps bien en rapport avec la poussée phytoplanctonique*. Les valeurs relativement faibles de sels nutritifs se traduisent par des concentrations en chlorophylle *a* inférieures à celles rencontrées sur les sites de Paluel et Gravelines*.

Pour tous les paramètres étudiés, les différences entre la surface et le fond sont faibles en toute saison et témoignent du brassage des masses d'eau dû aux courants de marée.

Ainsi, les caractéristiques hydrologiques du site de Flamanville s'expliquent principalement par son emplacement dans le bassin occidental de la Manche et la faiblesse des influences telluriques proches qui, malgré une localisation côtière, font dépendre la situation locale du régime des masses d'eaux à l'échelle régionale. On observe une certaine homogénéité des valeurs sur le site, aussi bien horizontalement que verticalement. Les variations à long terme entre campagnes permettent cependant d'observer un cycle annuel pour tous les paramètres.

La salinité variant peu, la température constitue vraisemblablement le facteur écologique local prépondérant.

ZOOPLANCTON : CARACTERISTIQUES GENERALES

L'étude de zooplancton selon l'optique du sous-programme qui nous a été confié, a permis de définir environ 160 taxons, dont un certain nombre correspondent à des espèces, en particulier parmi les groupes comportant des oeufs et larves d'espèces exploitables.

Les peuplements sont constitués principalement par les copépodes, numériquement majoritaires sur les autres sites de Manche et responsables d'une grande partie de la production secondaire, les larves de crustacés benthiques dont une partie notable correspond à des espèces exploitées, enfin les oeufs et larves de poissons. D'autres espèces, numériquement secondaires, ont cependant une importance écologique en particulier comme témoins de la nature des masses d'eau ou d'un point de vue trophique (notamment les espèces peu abondantes mais à biomasse individuelle élevée : euphausiacés, mysidacés).

La composition de la fraction pélagique de l'écosystème reflète la rencontre d'influence plus diversifiées que sur les sites de Manche orientale et celui du sud de la Mer du Nord ; pour nombre d'espèces, la présence (ou l'abondance) peut s'expliquer par certains facteurs principaux auxquels nous avons essayé de ramener l'analyse globale : la latitude, la variété des substrats, l'influence atlantique, la faible amplitude des variations saisonnières, la situation en Manche occidentale.

La latitude intervient dans le changement des proportions relatives des principaux groupes holoplanctoniques néritiques déjà rencontrés en Manche orientale et dans le sud de la Mer du Nord selon leurs affinités méridionale ou boréale. Le phénomène s'observe bien au niveau des copépodes majoritaires où l'espèce *Temora longicornis*, dont la dominance montre déjà une diminution de Gravelines à Paluel, est nettement supplantée par les trois autres taxons principaux recensés sur ces sites : pseudocalanidés au printemps*, *Acartia* sp. et centropagidés en été. On voit aussi augmenter à Flamanville la fréquence et les effectifs d'espèces rares ou rencontrées sporadiquement sur les autres sites (*Parapontella brevicornis* au printemps et en été) et dont certaines appartiennent classiquement à la faune tempérée chaude (*Candacia armata*, *Isias clavipes*). Certaines espèces sont à Flamanville vraisemblablement à la limite

nord de leur aire de répartition biogéographique (*Temora stylifera*) (à remarquer également la présence à Flamanville des larves du crustacé *Squilla mantis* lui aussi d'affinité méridionale). Il est possible également que l'été chaud de 1976 ait favorisé la remontée vers le nord de certaines espèces d'affinité méridionale. La latitude détermine également d'une manière très générale l'augmentation de la diversité spécifique, à la fois holoplanctonique et méroplanctonique, cette dernière par l'augmentation de la diversité du zoobenthos selon un gradient classique (CABIOCH, 1977). La diversité intervient dans l'amélioration de la qualité trophique du milieu par l'élargissement à un instant donné de l'éventail des proies mises à la disposition des larves d'espèces exploitées à différentes phases de leur croissance, mais aussi par la multiplication des cycles d'abondance des proies, laquelle assure une meilleure permanence de la charge trophique générale.

La variété des substrats offerts, l'alternance en zone littorale des anses sableuses et des avancées rocheuses, la juxtaposition en zone sub-tidale de deux types principaux de faciès correspondants respectivement au substrat dur et à la famille des substrats meubles dont les différentes catégories (cailloutis et graviers plus ou moins ensablés d'une part, sables fins et moyens d'autre part), s'interpénètrent plus ou moins dans le secteur des baies sableuses créant une certaine variété au niveau du biotope benthique. Celle-ci se répercute sur le zoobenthos dominant et la faune associée, permettant l'installation permanente ou saisonnière d'une macrofaune (dont l'ichthyofaune) relativement diversifiée. En dehors de l'influence globale de la latitude, ce facteur augmente localement la diversité méroplanctonique, constatée par exemple dans le groupe des annélides où *Lanice conchilega* n'est plus l'espèce dominante et dans celui, très bien représenté, des crustacés, surtout des décapodes.

L'influence atlantique, conjointement à l'absence d'apports côtiers importants, explique la présence en plus grand nombre d'espèces (surtout holoplanctoniques) de salinité élevée ou d'eaux de mélange, témoins du flux océanique, qui s'ajoutent aux espèces de tendance néritique plus marquée (*Centropages typicus* en proportion plus importante parmi les centropagidés qu'à Paluel ou Gravelines, *Anomalocera patersoni*). Parmi elles, on retrouve également, bien entendu, beaucoup d'espèces de la faune tempérée chaude (*Candacia armata*,

euchaetidés) ; d'autres au contraire représentent la tendance boréo-océanique des peuplements de l'Atlantique-nord (*Calanus finmarchicus*, qui coexiste en proportion importante avec *C. helgolandicus* rencontré en Manche orientale). L'un des effets importants sur un plan trophique de la conjonction de la latitude et de l'influence atlantique est l'augmentation globale à Flamanville de la quantité de grands copépodes (20 fois plus abondants en moyenne qu'à Gravelines, effectifs surtout dus au genre *Calanus*), comme il est classiquement observé à l'entrée ouest de la Manche (SOUTHWARD, 1962). On observe aussi les euphausiacés dont la présence n'est pas uniquement liée aux transgressions de masses d'eau, puisque la reproduction semble s'effectuer dans le secteur. La composition planctonique dans l'ensemble présente cependant une forte "physionomie néritique", à cause également de l'importance des groupes méroplanctoniques. D'autre part la faiblesse des apports telluriques et l'influence des masses d'eau océaniques se traduisant par une faible charge en sels nutritifs, n'autorisent pas une productivité primaire élevée * ni, par voie de conséquence, la production sur place d'un trophoplancton abondant. L'on observe ainsi une quantité totale de copépodes de taille moyenne nettement inférieure à celle observée sur les sites de Paluel et Gravelines. Il est probable en outre qu'une partie des grands copépodes soit apportée par les courants comme cela semble être le cas des euchaetidés observés uniquement à la fin de l'été.

L'amplitude relativement faible des variations saisonnières et surtout la quasi-absence de fluctuation a périodique des paramètres hydrologiques permet certainement aussi la maintenance d'espèces à valence écologique réduite, plus exigeantes ; ceci témoigne encore de la situation en Manche-ouest et de l'influence atlantique.

Enfin, sa localisation dans le bassin occidental de la Manche place le site à proximité des grandes aires de nutrition et frai des principaux poissons pélagiques planctonophages dont une quantité, relativement faible cependant, fréquente la proximité du site.

D'autres facteurs, moins importants ou moins nettement circonscrits, interviennent peut-être sur la qualité et le peuplement de la masse d'eau.

Dans beaucoup de cas on observe que deux ou plusieurs influences agissent conjointement. Notamment, le facteur "latitude" (diversité des espèces) et la proximité des masses d'eau océanique. Ainsi, la situation observée au sein du milieu pélagique à Flamanville traduit-elle le double caractère biogéographique de la Manche qui conduit des eaux tempérées chaudes aux eaux boréales et des conditions océaniques vers des conditions marines continentales (CABIOCH, 1977, Rapport d'avant-projet sur le site de Flamanville, CNEOX). L'augmentation de la diversité spécifique par convergence de plusieurs facteurs principaux a été notée surtout à propos des copépodes ; en fait, beaucoup de taxons ont vu à Flamanville leur diversité augmenter : les mysidacés par exemple où l'influence d'un milieu plus salé semble avoir pratiquement éliminé *Mesopodopsis slabberi* ; la présence de nombreuses autres espèces peut s'expliquer par la variété des substrats donnant lieu à une épifaune vagile variée.

CYCLE BIOLOGIQUE ANNUEL

La succession des cycles d'abondance saisonnière des principaux groupes zooplanctoniques échantillonnés est comparables à celle observée sur les sites de Paluel et Gravelines.

En période hivernale, la baisse de la densité totale des organismes est beaucoup plus marquée que sur ces sites et surtout celui de Gravelines, le sud de la Mer du Nord présentant une charge trophique hivernale (phytoplancton et copépodes) plus élevée que les autres secteurs (BAINBRIDGE et Coll., 1974). L'hiver correspond cependant à la période de présence de certains mysidacés (*Anchialina*), à la fin du cycle d'abondance des chaetognathes et au début de la reproduction de certains poissons (sprat).

La période printanière est d'abord caractérisée par la succession des principaux copépodes producteurs secondaires, les maximums d'abondance se succédant selon un schéma déjà classique, Pseudocalanidés*, *Temora longicornis*, *Acartia* sp. et centropagidés (ces deux derniers taxons caractérisant déjà la période estivale) et les maximums observés ne présentant pas de décalage important dans le temps par rapport aux sites de Manche occidentale et du sud de la Mer du Nord (1 mois environ en 1977 pour les centropagidés, pas de décalage semble-t-il pour *Temora longicornis*), les maximums résultant de la croissance en nombre des populations tout au long du printemps ; en outre cette période voit

également le premier pic annuel d'abondance des *Calanus* et de *Parapontella brevicornis*, celui de *Candacia armata*, des cumacés, des prédateurs du printemps cnidaires et cténaïres ; d'autre part, elle est caractérisée également par un premier contingent d'espèces méroplanctoniques : larves d'annélides, de crustacés décapodes (voir plus loin), oeufs et larves de poissons (sprat, sardine, lançons, gadidés, gobiidés, callionymidés, poissons plats). S'y produit vraisemblablement aussi l'essentiel de la reproduction des euphausiacés. L'étude des larves de cirripèdes n'a pas été faite (elle est réalisée par le CNEXO), mais ce taxon produit un trophoplancton très abondant au début du printemps, en rapport avec les importants peuplements de cirripèdes en zone intertidale sur les substrats rocheux à Flamanville*.

La période estivale, qui se trouve en réalité en continuité avec la période précédente du point de vue de la quantité d'organismes présents dans le milieu (beaucoup d'organismes sont en réalité encore abondants en été bien qu'offrant un maximum printanier), est essentiellement caractérisée par les larves de crustacés décapodes, la plupart des espèces émettant leurs larves durant cette période ; l'été voit également les principales périodes d'abondance des copépodes *Calanus sp.* et *Parapontella brevicornis*, des amphipodes, euphausiacés, ainsi que des oeufs et larves de labridés, de bar, de certains soléidés ; on note également l'arrivée, au cours de cette saison, de larves de céphalopodes.

L'automne enfin, comporte la fin de la plupart des cycles d'abondance estivale ; cette période se caractérise aussi principalement par le pic des chaetognathes, second grand groupe de prédateurs, de certains mysidacées (du genre *Siriella sp.*), l'arrivée des copépodes euchaetidés et de la deuxième période de reproduction de la sardine.

On observe ainsi une bonne continuité dans les cycles d'abondance des différents taxons ; seul l'hiver paraît se démarquer, en particulier il existe une relative permanence des éléments trophiques au sein du milieu du printemps à l'automne. Les densités sont relativement élevées pour les grands copépodes du genre *Calanus*, les amphipodes (appartenant en fait à l'épifaune vagile des substrats majoritaires à Flamanville ; les effectifs sur le fond sont certainement plus élevés que dans le milieu pélagique), les euphausiacés et les larves

de décapodes. On observe pour certains groupes caractéristiques du début du printemps, un retard dans l'évolution des effectifs en 1978, en rapport avec l'établissement plus tardif des températures printanières.

MEROPLANCTON

On y trouve principalement des larves de crustacés benthiques (cirripèdes, porcellanes, crabes et araignées, homards), caractéristiques de faciès littoraux rocheux, ainsi que des oeufs et larves de poissons téléostéens néctoniques et benthiques.

Larves de crustacés décapodes

De par sa diversité en espèces de décapodes le plancton de Flamanville se rapproche de celui de Plymouth. On y trouve notamment des larves d'espèces commerciales non représentées ou peu représentées (comme le tourteau, *Cancer pagurus*) sur les sites de Paluel et Gravelines (homard, langouste, araignée, tourteau).

Le homard (*Homarus vulgaris*)

La présence de larves au stade 1 et de femelles "grainées" sur le site permet de dire que des éclosions y ont lieu. D'après la date de récolte de ces larves et la période de présence de ces femelles en 1977, les éclosions doivent s'échelonner entre la fin du mois de mai et le début du mois de juillet.

Les densités relativement faibles peuvent s'expliquer par l'éthologie de ces larves ou les caractéristiques de l'échantillonnage. Cependant, l'abondance des adultes sur le site permet de penser que celui-ci constitue une zone de reproduction importante pour le homard. Les prélèvements plus resserrés dans le temps effectués en juin-juillet 1978 nous permettront peut-être de mieux cerner la période d'éclosion maximale du 2ème cycle d'observations.

La langouste (*Palinurus vulgaris*)

La présence de larves au stade 1 sur le site nous laisse penser que des éclosions s'y produisent. Mais la pêche de langouste y étant presque inexistante celles-ci doivent être peu nombreuses.

L'araignée de mer (*Maia squinado*)

Les larves de l'araignée de mer ont été récoltées du 12 août au 15 octobre 1977 période au cours de laquelle la température de l'eau était voisine de 16°C ; le maximum se situe le 8 septembre. Les densités paraissent faibles comparées à la pêche intensive d'araignées réalisée sur le site mais le développement larvaire étant très court (2 stades zoé seulement) la période pendant laquelle ces larves peuvent être capturées est restreinte. C'est peut-être pour cette raison que nous n'avons pas mis en évidence les 2 périodes de pontes notées par différents auteurs pour les côtes françaises. Les prélèvements plus fréquents de l'été 1978 et surtout l'observation des femelles grainées permettront d'affiner les résultats (densités et périodes de ponte).

Le tourteau (*Cancer pagurus*)

Les larves ont été récoltées de mai à juillet, soit avant les larves de l'araignée ; les effectifs trouvés sont nettement plus faibles. Le tourteau intervient comme espèce commerciale secondaire (mais néanmoins importante) dans les captures au casier à homards et à araignées.

L'étrille (*Macropipus puber*)

La période de présence de larves d'étrille est beaucoup plus étendue (avril à septembre) et les densités sont plus fortes que celle des larves des autres décapodes commerciaux, toutefois l'importance économique de ce crustacé est moindre.

La crevette grise (*Crangon crangon*)

Elle est très peu représentée, tant en larves qu'en adultes sur le site de Flamanville par rapport au site de Gravelines.

Espèces diverses

A côté de ces espèces un grand nombre de taxons non commerciaux peuvent jouer un rôle trophique important de la fin de l'hiver à la fin de l'été. Ce sont essentiellement :

- ceux qui présentent un très fort pic d'abondance à un moment donné (70 à 460 ind./10 m³ à une station), soit :

- . à la fin de l'hiver *Eupagurus bernhardus* ;
- . au printemps *Atelecyclus* sp. ;
- . en été les porcellanidés (début juillet et fin août), *Upogebia* sp. (août), *Pilumnus* sp. et *Pinnotheres pisum* (fin août) ;

- ou ceux dont les effectifs (inférieurs à 50 ind./10 m³) sont répartis sur une plus grande période, soit les larves de *Galathea* sp. et *Macropipus* sp. (du printemps au début de l'été) et également celles de *Carcinus maenas* (printemps) et des hippolytidés (été).

D'autres taxons présentent des effectifs non négligeables (effectif maximum de 20 ind./10 m³ environ) et viennent s'ajouter aux précédents au moment où l'effectif des décapodes totaux atteint ses maximums, soit début juillet (*Ebalia* sp.) et fin août (*alphéidés*).

ICHTHYOPLANCTON

La composition du compartiment ichthyoplanctonique reflète les grandes caractéristiques du milieu ; notamment sa diversité résulte de l'influence des substrats locaux pour les poissons démersaux (essentiellement gadidés, labridés, bar et surmulet) et benthiques (essentiellement poissons plats), de la présence au large d'aires de nutrition et de reproduction pour les poissons pélagiques (sardine, sprat, maquereau, chinchard essentiellement).

Les quantités cependant relativement faibles relevées (sauf pour la sole commune) peuvent s'expliquer d'une part pour les poissons démersaux et les poissons plats par la pente générale des fonds, les courants importants et peut-être un trophobenthos peu abondant d'autre part pour les poissons pélagiques par une charge trophique peu dense du milieu planctonique.

La sardine

Les oeufs et larves de sardine sont présents en quantité notable dans les prélèvements de Flamanville alors qu'ils étaient observés sporadiquement sur

les sites de Paluel et Gravelines. Les géniteurs sont affiliés aux populations de "pilchards" de Manche. On observe deux périodes de reproduction, la fin du printemps et l'automne, la seconde paraissant plus intense et plus courte que la première. Ces résultats peuvent s'expliquer par la proximité des grandes aires saisonnières de nutrition-frai occupant une bande médiane en Manche et principalement le milieu du bassin occidental et les zones adjacentes du plateau continental, en direction de la Mer celtique. Le secteur de Flamanville est vraisemblablement fréquenté par quelques individus issus de ces rassemblements et dont la ponte s'effectue sur le site ou/et dans les zones voisines, de préférence vers le large ; les densités observées pour les oeufs sont environ 10 à 100 fois plus faibles qu'au centre des frayères. En cela, le site constitue plutôt une extension côtière relativement peu fréquentée de l'ensemble des zones de nutrition-frai de la sardine en Manche. Cette extension est moins importante que sur certains secteurs bretons qui se trouvent à proximité de fonds plus importants. Quelques larves issues de pontes éloignées parviennent sur le site à la faveur des courants ou d'une migration active.

Le sprat

Quelques pontes ont lieu dans le secteur avec un léger gradient d'abondance vers le large. Le site semble fréquenté par quelques géniteurs dont l'aire de nutrition-frai principale correspond à une bande médiane en Manche et dans le sud de la Mer du Nord. La période de reproduction à Flamanville est très étalée et s'étend de l'hiver (janvier-février) au début de l'été (fin juin en 1977). La période principale est avancée de un à deux mois par rapport à Gravelines.

Les densités observées (oeufs) sont inférieures à celles de Paluel et surtout de Gravelines, respectivement d'un facteur 5 et 100 environ lors des maximums. On observe un retard dans la reproduction en 1978 par rapport à 1977. Il semble qu'une proportion assez importante de larves observées sur le site proviennent de zones de pontes éloignées, par le jeu de courants ou d'une migration active vers la côte. Le site constitue donc également une extension côtière des aires principales de nutrition-frai situées au large, mais sa fréquentation semble peu importante.

L'anchois

Abondants à Gravelines du fait vraisemblablement de la proximité d'une population locale plus ou moins isolée, les oeufs d'anchois sont sporadiques sur les autres sites, pratiquement inexistantes à Flamanville.

Le maquereau

Le frai du maquereau semble peu important sur le site et peut s'expliquer également par la proximité des grandes zones de nutrition - frai de Manche-ouest et du Plateau celtique, ainsi que par la fréquentation du site par quelques géniteurs. Un certain nombre de larves peuvent également être amenées par les courants ou par migration active. La reproduction à proximité du site a lieu à la fin du printemps (fin juin en 1977).

Le chinchard

Oeufs et larves de chinchards sont peu abondants. Les densités relevées à Flamanville sont de l'ordre de celles rencontrées à Paluel et nettement inférieures à celles de Gravelines dont l'observation s'explique par le frai des peuplements plus importants du sud de la Mer du Nord. La reproduction dans le secteur de Flamanville, en 1977, a lieu au printemps (avril-mai). On observe également un retard de la ponte en 1978 par rapport à 1977.

Ainsi le frai (oeufs et larves) des poissons pélagiques planctonophages est peu représenté à Flamanville malgré la présence au milieu de la Manche occidentale d'importantes aires saisonnières de nutrition et de reproduction pour ces espèces et la proximité de fonds relativement importants. Quelques géniteurs issus de ces peuplements semblent se reproduire à proximité du site sans que celui-ci constitue un secteur privilégié pour cette activité, soit que le frai s'effectue généralement au large (maquereau, chinchard, sardine, sprat) soit qu'il puisse s'effectuer à la fois au large et dans certaines zones côtières dont le site ne fait apparemment pas partie (sardine, sprat, peut-être maquereau et chinchard). Cette faible fréquentation du site en géniteurs planctonophages peut-être rapprochée de sa charge peu élevée en trophoplancton. L'abondance des oeufs et larves de ces espèces relevée à Gravelines s'inscrit dans un contexte général du sud de la Mer du Nord avec ses concentrations plus ou moins distinctes de celles de Mer celtique et de Manche, et un niveau trophique plus élevé.

Au vu de données générales et par comparaison avec d'autres secteurs, le site de Flamanville ne semble pas constituer une frayère ou une partie de frayère pour les poissons pélagiques ; il n'en représente vraisemblablement qu'une extension côtière peu fréquentée et dont l'importance pour la reproduction des espèces considérées est sans doute faible. Les densités de larves, bien qu'une partie d'entre elles provienne de secteurs plus ou moins éloignés par dérive ou migration, ne permettent pas non plus d'assimiler le site à une nurserie pélagique pour ces espèces.

Les gadidés

Les oeufs et larves de gadidés commerciaux sont relativement rares à Flamanville. Sporadiques pour la morue et le merlan, espèces pour lesquelles les conditions généralement requises pour la ponte ne semblent pas remplies en Manche-ouest, les larves sont plus fréquentes et abondantes pour les tacauds (*Trisopterus luscus*) et les capelans (*T. minutus*) au début du printemps ; les densités restent cependant faibles. Une partie des larves pourrait être acheminée sur le site par les courants (ou par migration), ce qui est le cas notamment du lieu jaune (*Pollachius pollachius*) et de la lingue (*Molva molva*) dont les frayères sont plus éloignées. Le groupe des motelles ou loche ("*Onos* sp."), poissons de roche essentiellement intertidaux non commerciaux, est très bien représenté dans l'ichthyoplancton (densités supérieures d'un facteur 5 environ à celles de Paluel et Gravelines) et constitue un support trophique appréciable. Mentionnons, d'après des données recueillies à la criée de Cherbourg pour les bateaux basés entre Carteret et Goury, des prises notables pendant l'année 1977 de moruettes (environ 5 t), de lieu jaune (environ 800 kg) et de lingue (environ 200 kg).

Les triglidés

Les oeufs et larves de triglidés sont relativement rares sur le site, bien que les espèces de cette famille de poissons benthiques puissent l'utiliser comme aire saisonnière de nutrition. Quelques pontes ont lieu dans le secteur au début de l'été et les larves sont présentes en été. Le site ne semble pas constituer une zone importante de nutrition ou de reproduction pour ce groupe.

Les ammodytidés

Les larves de lançon semblent relativement abondantes sur le site essentiellement au printemps et au début de l'été. Les zones importantes sont vraisemblablement constituées par le voisinage de l'estran dans les anses sableuses. Les densités lors des maximums sont environ 3 fois plus élevées qu'à Paluel, mais 100 fois plus faibles qu'à Gravelines (lors d'un maximum observé en décembre 1975).

Ces différences semblent dues à la proportion de substrats fins et probablement aussi aux différences de charge trophique des différents milieux.

Le bar

Les conditions (hydrologie, courantologie, substrat) conviennent à cette espèce, et les larves de bar sont nombreuses, essentiellement à la côte. Le site semble constituer une frayère fréquentée par quelques géniteurs.

Les labridés

Le cap rocheux de Flamanville constitue un substrat qui convient particulièrement à ce groupe. On observe des pontes de *Ctenolabrus rupestris* ("Rouquié", espèce de peu d'importance commerciale) près de la côte, en été, ainsi que des larves de *Crenilabrus melops*. Le site fait partie d'une frayère qui correspond à l'ensemble des zones rocheuses auxquelles les espèces sont inféodées. Du fait de sa faible extension, la frayère constituée par le cap subira un impact dû essentiellement à l'emprise des ouvrages de prise et rejet sur le domaine maritime.

Le surmulet

Assez fréquente le long du Cotentin, cette espèce pourrait avoir une frayère d'importance moyenne sur le site et à la côte, principalement sans doute au niveau du cap rocheux, en été.

La barbue et le turbot

Espèces de fonds hétérogènes et sableux, un nombre peu important de barbues et turbots semblent séjourner sur le site et s'y reproduire ; le

frai s'opère vraisemblablement de préférence sur les substrats de sédiments fins et grossiers ; les densités faibles semblent montrer que le site constitue une frayère et nurserie de faible importance faisant partie de l'ensemble des aires saisonnières côtières de nutrition-frai (fin du printemps et été). Parmi les larves rencontrées, certaines ont éclos sur place, d'autres ont été amenées par les courants.

La limande et le flet

Ces espèces semblent également se reproduire dans le secteur, sans doute davantage sur les substrats ensablés, plutôt vers le large. Les adultes sont peu nombreux sur le site et les densités en larves faibles ; une proportion notable d'entre elles peut parvenir sur le site à la faveur des courants. Les densités pour les oeufs de limande sont cependant appréciables et supérieures à celles relevées à Gravelines. Les larves sont plus nombreuses à la côte. La reproduction semble plus tardive en 1978 qu'en 1977.

La plie

Le site et sa proximité reçoivent quelques larves de plie au printemps, apportées dans les zones côtières par le jeu des courants à partir des frayères hivernales situées par une grande part en milieu de la Manche. Il ne constitue cependant pas, comparé à d'autres secteurs, une nurserie importante.

Les soléidés

Les prélèvements de zooplancton comportent les quatre espèces de soléidés recensées sur les autres sites de Manche mais seuls *Buglossidium luteum* et surtout *Solea vulgaris* présentent à Flamanville des densités en oeufs et larves notables, comparables, du moins pour *S. vulgaris*, à celles rencontrées sur des frayères.

La sole (*Solea vulgaris*) est, avec peut-être la limande, la seule espèce dont les oeufs sont présents sur le site à des densités de l'ordre de celles rencontrées habituellement sur des frayères. Ces quantités relevées sont, selon l'année considérée, aussi élevées ou moins élevées d'un facteur 4 (lors du

maximum) qu'à Gravelines ; il est possible en fait, qu'elles soient plus élevées que celles que nous avons observées à partir d'avril 1977, date des premiers prélèvements, lesquels se situent déjà dans la partie décroissante de la courbe d'abondance. La ponte semble avoir lieu principalement entre 8 et 13°, comme cela est observé ailleurs. On observe, là encore, un retard de la reproduction en 1978. Les oeufs sont produits sur le site ou à proximité immédiate, vraisemblablement au-dessus de l'ensemble des fonds sédimentaires pouvant constituer une aire côtière saisonnière de nutrition pour la sole. La ponte semble plus intense vers la côte et les anses sableuses. Les adultes sont pêchées aussi bien dans ces zones que dans le travers du cap. Le site paraît ainsi constituer une frayère d'importance moyenne à bonne, faisant partie de l'ensemble des zones côtières à substrat favorable à la nutrition saisonnière de l'espèce ; en revanche, malgré des éclosions de larves sur place, son rôle de nurserie doit être limité par la pente relativement accusée des fonds par rapport à ce qui est observé habituellement sur des nurseries.

Pour résumer ce qui concerne les poissons plats, du fait certainement de la présence de sédiments hétérogènes plus ou moins ensablés et d'une faune associée relativement riche et diversifiée, le site constitue pour les poissons plats côtiers une aire saisonnière de nutrition et de reproduction, avec vraisemblablement l'ensemble des secteurs côtiers comportant des fonds à faciès similaires (1). Sa fréquentation semble cependant relativement peu importante et les observations ne mettent en évidence des densités se rapprochant de celles habituellement relevées dans des frayères que dans le cas de la sole et, à un moindre degré, de la limande. Pour la première, le frai a lieu de préférence à la côte et dans les baies de part et d'autre du cap, sans que cela exclue une proportion notable de pontes s'opérant au droit du cap. Des larves éclosent sur place et un certain nombre d'entre elles parviennent sur le site à la faveur des courants en provenance de zones assez proches ou éloignées (plie). Cependant, malgré la présence de baies sableuses, le site ne se prête pas, en première approximation, à l'implantation d'une nurserie de poissons plats, du fait surtout de la pente

(1) Les études du CNEXO montrent que le zoobenthos comporte le lamellibranche *Abra alba* ainsi que des crustacés amphipodes et isopodes, jouant un rôle important dans la nutrition des adultes et juvéniles de poissons plats.

relativement prononcée des fonds par rapport à des secteurs où des nurseries se sont établies (Gravelines par exemple). Ce profil ne permet pas à un grand nombre de juvéniles, souvent localisés pendant les premières années de leur vie à des eaux de faible profondeur, de s'installer sur le site. Ce fait semble attesté par leur faible représentation dans les chalutages.

Espèces accessoires

Un certain nombre d'espèces, soit peu abondantes, soit d'intérêt commercial faible ou nul, sont généralement étudiées au niveau du genre ou de la famille, voire d'unités systématiques plus élevées. Les substrats intertidaux et subtidaux, ainsi que les peuplement du phytobenthos, interviennent bien entendu dans la nature de ces espèces. Mentionnons les larves d'orphie ou "aiguillette" (*Belone belone*), les syngnathidés (*Syngnathus sp.*, *Hippocampus sp.*) aux stades juvéniles ou adultes, les larves de gobiidés, de callionymidés, blenniidés, cottidés.

CONCLUSION

Le zooplancton de Flamanville est qualitativement proche de celui de la Manche orientale et du sud de la Mer du Nord. Cependant les deux sortes d'influences qu'il subit, d'une part en raison du secteur biogéographique auquel il appartient, d'autre part à cause de la diversité locale des substrats, lui confèrent une composition plus variée que celle observée sur d'autres sites, mais dans cette composition on relève des densités moins élevées pour les groupes holoplanctoniques en général et plus élevées pour certains groupes méroplanctoniques, les crustacés essentiellement.

Parmi les crustacés qui ont un intérêt économique figurent les larves d'araignée, d'étrille de tourteau et de homard, espèces liées aux faciès rocheux ; pour ces espèces le site représente un secteur d'éclosion, avec vraisemblablement tout un ensemble de zones favorables à l'habitat permanent ou saisonnier des espèces, certaines d'entre elles se rapprochant de la côte pour émettre les larves. Dans l'ensemble le site paraît constituer une zone privilégiée pour la reproduction des décapodes.

Pour les poissons les observations montrent une diversité en oeufs et larves supérieure à celle rencontrée sur les sites de Manche-est ou dans le sud de la Mer du Nord ; elle est due à la variété des substrats pour les poissons démersaux et benthiques, tandis que pour les poissons pélagiques elle provient de l'existence en Manche occidentale d'aires étendues de nutrition et de reproduction. Les frayères mises en évidence sont cependant de faible importance (en raison notamment d'une charge trophique peu élevée du milieu pélagique et d'une pente relativement accentuée des fonds), sauf en ce qui concerne la sole commune et, dans une moindre mesure, la limande. Le rôle du site en tant que nurserie semble faible pour la plupart des espèces, hormis un certain nombre d'espèces d'intérêt commercial minime, inféodées aux substrats rocheux. Pour résumer nos observations et l'importance relative du site comme frayère ou nurserie pour les principales espèces de poissons commerciaux, nous avons fait l'essai de les rassembler dans un tableau qui termine cette conclusion. Il fait apparaître que l'ichthyoplancton observé à Flamanville provient, selon toute vraisemblance, de frayères et de nurseries d'importance généralement faible mais appartenant à des ensembles plus vastes qui, soit occupent de grandes zones dans le bassin occidental de la Manche, soit comprennent une famille vivant en secteurs côtiers à substrats favorables.

Appréciation provisoire sur le rôle du site dans la reproduction
des principales espèces de poissons commerciaux

Espèces	Lieu de ponte approximatif d'après les éléments ichthyoplanctoniques observés	Appréciation provisoire sur le rôle du site en tant que frayère pour l'espèce	Appréciation provisoire sur le rôle du site en tant que nurserie pour l'espèce
<p>Sardine (<u>Sardina pilchardus</u>)</p>	<p>Pontes dans le secteur du site plutôt vers le large (0,2 à 3,3 oeufs/10 m³). Densités environ 10 à 100 fois inférieures à celles de frayères côtières à latitude voisine (côtes anglaises ou bretonnes). (Oeufs pratiquement inexistantes à Paluel et Gravelines)</p>	<p>Extension côtière des frayères de Mer Celtique et du milieu de la Manche occidentale fréquentée par des contingents peu nombreux. Partie peu importante de l'ensemble des frayères littorales des côtes françaises et anglaises de Manche occidentale. Frayère de faible importance faisant partie d'ensembles plus vastes occupant le bassin de la Manche ouest.</p>	<p>Eclosions sur le site. Larves ensemençant le site par les courants ou par migration vers les côtes. Nurserie de faible importance appartenant à l'ensemble des zones côtières proches des aires de pontes de Manche.</p>
<p>Sprat (<u>Sprattus sprattus</u>)</p>	<p>Pontes dans le secteur du site plutôt vers le large. Densités (2 à 3 oeufs/10 m³ lors des maximums) inférieures à celles de Paluel (facteur 15) et Gravelines (facteur 100).</p>	<p>Extension côtière des frayères du milieu de la Manche fréquentée par des contingents peu nombreux et partie peu importante de l'ensemble des frayères littorales. Frayère de faible importance faisant partie d'ensembles plus vastes occupant la Manche.</p>	<p>Eclosions sur le site. Larves ensemençant le site par les courants ou par migrations vers les côtes. Nurserie de faible importance appartenant à l'ensemble des zones côtières proches des aires de pontes de Manche.</p>

Chinchard (<u>Trachurus trachurus</u>)	Pontes sporadiques dans le secteur du site. Densités (0,2 oeuf /10 m ³ lors du maximum) inférieures à celles de Paluel (facteur 10) et Gravelines (facteur 500).	Extension côtière très faiblement fréquentée des frayères du milieu de la Manche. Frayère négligeable faisant partie d'ensembles plus vastes occupant la Manche.	Larves ensemençant le site par les courants ou par migration vers les côtes. Nurserie de très faible importance, appartenant à l'ensemble des zones côtières proches des aires de ponte en Manche.
Maquereau (<u>Scomber scombrus</u>)	Ponte sporadiques dans le secteur. Densités (0,12 oeuf /10 m ³) voisines de celles de Paluel et très nettement inférieures à celles de Gravelines.	Extension côtière très faiblement fréquentée des frayères du milieu de la Manche. Frayère négligeable faisant partie d'ensembles plus vastes occupant la Manche.	Larves ensemençant le site par les courants ou par migration vers les côtes. Nurserie de très faible importance appartenant à l'ensemble des zones côtières proches des aires de ponte en Manche.
Gadidés	La plupart des oeufs apportés par les courants. Ponte en principe exclue dans le secteur du site pour morue, merlan, lingue et lieu jaune, possible pour tacaud et capelan.	Ne semble pas frayère pour morue, merlan, lieu jaune et lingue. Partie de frayère pour tacaud et capelan.	Eclotions sur le site pour tacaud, capelan, merlan, lieu jaune. Ensemencement du site par les courants et/ou migration des larves. Nurserie de faible importance appartenant à l'ensemble des secteurs côtiers alimentés par les oeufs et larves.
Bar ou loup (<u>Dicentrarchus labrax</u>)	Ponte dans le secteur du site plutôt en zone côtière.	Partie sans importance remarquable de l'ensemble de frayères succédant le long des côtes françaises.	Eclotions sur le site. Ensemencement du site par les oeufs et larves en provenance de zones côtières peu éloignées. Partie de nurseries représentée par l'ensemble des zones côtières.

<p>Vieilles (Labridés)</p>	<p>Pontes au niveau du cap et à la côte pour <u>Ctenolabrus rupestris</u> (Rouquié). Densités de 1 oeuf/10 m³ lors du maximum. Pontes vraisemblables au niveau des substrat rocheux du cap pour d'autres labridés ; densités de 1 larve/10 m³ lors du maximum.</p>	<p>Frayère d'importance moyenne à bonne constituée principalement par la zone du cap rocheux. Partie de frayère discontinue constituée par l'ensemble des zones littorales à substrat rocheux.</p>	<p>Nurserie de moyenne importance constituée principalement par la zone limitée du cap rocheux. Partie de nurserie discontinue constituée par l'ensemble des zones littorales à substrat rocheux.</p>
<p>Triglidés</p>	<p>Pontes rares dans le secteur du site.</p>	<p>Frayère de très faible importance appartenant à l'ensemble des zones côtières à substrat favorable.</p>	<p>Nurserie de très faible importance, appartenant à l'ensemble des zones côtières à substrat favorable.</p>
<p>Ammodytidés</p>	<p>Pontes probables dans le secteur du site au niveau des anses sableuses.</p>		<p>Nurserie de moyenne importance meilleure que Paluel (facteur 3 dans les densités de larves) mais nettement inférieure à Gravelines (facteur 100, comparaison des maximums).</p>
<p>Surmulet (<u>Mullus surmeletus</u>)</p>	<p>Pontes au niveau du substrat rocheux du cap, à la côte.</p>	<p>Partie de frayère peu importante (ou d'importance moyenne plus près de la côte) et discontinue appartenant à un ensemble représenté par les avancées rocheuses le long du littoral.</p>	<p>Vraisemblablement nurserie très côtière d'importance moyenne discontinue, appartenant à un ensemble représenté par les avancées rocheuses le long du littoral.</p>
<p>Barbue (<u>Scophthalmus rhombus</u>) Turbot (<u>Psetta maxima</u>)</p>	<p>Pontes sur le site plus vraisemblablement au-dessus des substrats fins et grossiers, et à la côte. Densités faibles (0,1 à 0,4 oeuf par 10 m³) pour la barbue, moyennes (1 oeuf/10 m³ au maximum) pour le turbot.</p>	<p>Frayère de faible importance faisant partie de l'ensemble des aires saisonnières côtières de nutrition frai.</p>	<p>Nurserie de faible importance ; pas de larves rencontrées pour le turbot.</p>

! Limande ! (<u>Limanda limanda</u>)	! Pontes dans le secteur du site, ! vraisemblablement sur les fonds ! ensablés et surtout les anses sa- ! bleuses, plus intenses vers le lar- ! ge; relativement importantes (densi- ! tés de 2 oeufs/10 m ³) pour la li- ! mande.	! Partie de frayère représentée par ! l'ensemble des aires côtières de ! nutrition-frai à fond ensablé ; ! frayère d'intensité moyenne auprès ! du site pour la limande.	! Très peu de larves ; vraisembla- ! blement nurserie de faible impor- ! ce.
! Flet ! (<u>Platichthys flesus</u>)			
! Sole ! (<u>Solea vulgaris</u>)	! Pontes sur le site et dans la zone ! adjacente , plus vraisemblablement ! au-dessus de l'ensemble des fonds ! sédimentaires, plus intense à la ! côte et dans les anses sableuses.	! Frayère d'importance moyenne à ! bonne, faisant partie de l'ensemble ! de zones côtières à substrat favo- ! rable à la nutrition saisonnière ! de l'espèce.	! Eclotions sur place ; larves pro- ! bablement plus abondantes en mi- ! lieu très côtier, nurserie sans ! doute de faible importance faisant ! partie de l'ensemble des zones ! côtières abritées.

AUTEURS CITÉS

AUTEURS CITÉS

(155 références)

- 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.- Journée Etud. planctonol. : 127-131, CIESM, Monaco.
- ALLEN (E.J.), 1895.- The reproduction of the Lobster.- J. mar. biol. Ass. U.K., 4 (1) : 60-69.
- ANONYME, 1968.- Courants de marée dans la Manche et sur les côtes françaises de l'Atlantique.- Service hydrogr. et océanogr. de la Marine édit., Paris.
- 1976 a.- Report of the Herring Assessment Working Group for the area South of 62°N.- Cons. int. Explor. Mer, Comité des Poissons pélagiques (nord), H : 2.
- 1976 b.- Statistiques des pêches maritimes, années 1973, 1974 et 1975.- Dir. des Pêches mar. édit., Paris.
- 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.
- 1978.- Monographie sur les pêches maritimes dans le quartier de Cherbourg au cours de l'année 1977.- Dir. Aff. mar. et Normandie-Mer du Nord, édit.
- 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.
- ATKINS (D.), 1955.- The post-embryonic development of British *Pinnotheres* (Crustacea).- Proc. zool. Soc. London n° 124 : 687-715.
- AUDOUIN (J.), CAMPILLO (A) et LEGLISE (M.), 1971.- Les cantonnements à crustacés des côtes françaises de l'Atlantique et de la Manche.- Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit., n° 205 : 1-9.

- AURICH (H.), 1957.- Verbreitung des Medusen und Actinulae von *Ectopleura dumortieri* und *Hybocodon prolifer* in der südlichen Nordsee.- Helgoländer wiss. Meeres., 6 : 207-227.
- BACESCO (M.), 1941.- Les Mysidacés des eaux méditerranéennes de la France.- Bull. Inst. océanogr. Monaco, n° 795, 46 p., bibl. : 44-46.
- BRAINBRIGE (V.), COOPER (G.A.) et HART (P.J.B.), 1974.- Seasonal fluctuations in the abundance of the larvae of mackerel and herring in the Northeastern Atlantic and North Sea.- In : The early life history of Fish, BLAXTER J.H.S. Editeur Springer-Verlagédit., Berlin Heidelberg, New-York.
- 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.
- 1976.- Contribution à la connaissance de la biologie du loup *Dicentrarchus labrax* (L.) (Poisson, Serranidae).- Thèse Univ. Sc. Techn. du 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.
- BONNET (D.D.), 1939.- Mortality of the cod egg in relation to temperature.- Biol. Bull., Woods-Hole, 76 (4) : 428-441.
- BOUGIS (P.), 1964.- Sur le développement des Pluteus in vitro et l'interprétation du test de Wilson.- C.R. Acad. Sci., Paris, 259 : 1250-1253.
- 1974.- Ecologie du plancton marin. II : le Zooplancton.- Masson édit., Paris.
- 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.
- BOWERS (A.B.), 1954.- Breeding and growth of whiting (*Gadus merlangus* L.) in Isle of Man waters.- J. mar. biol. Ass. U.K., 33 (1) : 97-122.
- CARPENTER (J.H.), 1973.- Tables océanographiques internationales.- Vol. 2, National Inst. Oceanogr. Grande Bretagne et UNESCO édit.
- CLARK (R.S.), 1920.- The pelagic young and early bottom stages of teleosteans.- J. mar. biol. Ass. U.K., 12 (1) : 159-240.

- CLAYDEN (A.D.), 1972.- Stimulation of the changes in abundance of the Cod.- Fish. Invest., sér. 2, 27 (1) : 1-58.
- CLERCK (R. de), 1974.- A note on the spawning season of soles in the Irish sea, the Bristol Channel and the southern Bight.- Cons. int. Explor. Mer, Comité des Poissons de Fond (nord), F : 31.
- CLERCK (R. de) et VAN DE VELDE (J.), 1973.- A study of the spawning and nursery areas of sole along the belgian coasts.- Cons. int. Explor. Mer, Comité des Poissons de fond (nord), F : 34.
- C.L.O.F.N.A.M., 1973.- Catalogue des poissons de l'Atlantique du nord-est et de la Méditerranée.- 2 Vol., J.C. HUREAU et Th. MONOD rédacteurs, UNESCO édit., Paris.
- CLUTTER (R.I.), 1969.- The microdistribution and social behaviour of some pelagic Mysid shrimps.- J. exp. mar. Biol. Ecol., 3 (2) : 125-155.
- 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.
- CORBIN (P.G.), 1947.- The spawning of mackerel, *Scomber scombrus* L. and pilchard, *Clupea pilchardus* Walbaum, in the Celtic sea in 1937-1939.- J. mar. biol.Ass. U.K., 27 (1) : 65-132.
- CRISP (D.J.), 1961.- The planktonic stages of the cirripedia *Balanus balanoides* and *Balanus balanus* (L.) from north temperature waters.- Crustaceana, 3 (1) : 207-221.
- DALLOT (S.), 1967.- La reproduction du chaetognathe planctonique *Sagitta setosa* Muller, en été, dans la rade de Villefranche.- C.R. Acad. Sc. Paris, n° 264 : 972-974.
- 1974.- L'alimentation des chaetognathes.- Sem. Inst. Océanogr., n° 3 : 1-19.
- DAMAS (D.), 1909.- Contribution à la biologie des gadidés.- Rapp. P.V. Réun. Cons. int. Explor. Mer, 10 (3) : 1-277.
- DANNEVIG (H.), 1895.- The influence of temperature on the development of the eggs of fishes.- Rep. Fish. Bd. Scotl., 13 Part. III : 147-152.
- 1933.- On the influence of various physical factors on cod larvae.- J. Cons. int. Explor. Mer, 8 (1) : 90-99.
- DANOIS (E.), 1913.- Contribution à l'étude systématique et biologique des poissons de la Manche occidentale.- Ann. Inst. océanogr. Monaco, 5 (5) : 1-214.

- DA SILVA (S.S.), 1973.- Aspects of the reproduction biology of the sprat *Sprattus sprattus* (L.) in inshore waters of the west coast of Scotland.- J. Fish. Biol., 5 (6) : 689-705.
- DESBROSSES (P.), 1945.- Le merlan (*Gadus merlangus* L.) de la côtes française de l'Atlantique.- Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 13 (1-4) : 177-195.
- DICKSON (R.R.), POPE (J.G.) et HOLDEN (M.J.), 1974.- Environmental influences on the survival of North Sea cod.- In : The early life history of Fish, BLAXTER J.H.S. Editeur Springer-Verlag édit., Berlin Heidelberg, New-York.
- EDWARDS (E.), 1967.- Yorkshire crab stocks.- Lab. Leaff. Burnham-on-Crouch, n.s. n° 17 : 1-34.
- EHRENBAUM (E.), 1905.- Eier und larven von fischen.- Nordishes plankton zool., 1 : 1-216.
- 1909.- Eier und larven von fischen.- Ibid., 2 : 217-414.
- FAGE (L.), 1932.- La migration verticale saisonnière des Mysidacés.- C.R. Acad. Sc., Paris n° 194 : 313-315.
- 1933.- Pêches planctoniques à la lumière effectuées à Banyuls-sur-Mer et à Concarneau.- Arch. Zool. exper. gén. 76 : 105-248.
- 1951.- Cumacés.- Faune de France, 54 : 1-136.
- FLÜCHTER (A.J.) et TROMMSDORF (H.), 1973.- Nutritive stimulation of spawning in the common sole (*Solea solea* L.).- Cons. int. Explor. Mer, Comité sur l'Amélioration des Pêches, E : 32.
- FLÜCHTER (J.), 1974.- Laboratory rearing of common sole (*Solea solea* L.) under controlled conditions at high density low mortality.- In : The early life history of Fish, BLAXTER J.H.S. Editeur Springer-Verlag édit., Berlin Berlin Heidelberg, New-York.
- FRASER (J.H.), 1961.- The oceanic and bathypelagic plankton in the north-east Atlantic and its possible significance to fisheries.- Mar. Res., 84 (1) : 1-48.
- 1961.- The survival of larval fish in the northern North Sea according to the quality of the water.- J. mar. biol. Ass. U.K., 41 : 305-312.
- FRONTIER (S.), 1972.- Calcul de l'erreur sur un comptage du zooplancton.- J. exp. mar. Biol. Ecol., 8 : 121-132.
- FURNESTIN (J.), 1939 .- Recherches sur le maquereau en Mer Celtique.- Rapp. Cons. int. Explor. Mer, 111 (3) : 16-36.
- 1943.- Contribution à l'étude biologique de la sardine Atlantique (*Sardina pilchardus* Walbaum).- Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 13 (1-4) : 221-386.

- GARSTANG (W.), 1898.- On the variation, races and migrations of the mackerel (*Scomber scombrus*).- J. mar. biol. Ass. U.K., 5 (3) : 235-295.
- GIRET (M.), NEDELEC (D.) et LEBLOND (E.), 1977.- Nurseries de poissons plats et centrale thermonucléaire.- In : Influence des rejets thermiques sur le milieu vivant en mer et en estuaire, Journées de la thermoécologie, EDF Dir. Equipement édit., Paris.
- GOKHALE (D.H.), 1957.- Seasonal histological changes in the gonads of Whiting.- Indian J. Fish, 4 : 92-112.
- 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.
- GUILLOU (A.), 1973.- Croissance et reproduction de la sole dans le sud du golfe de Gascogne.- Cons. int. Explor. Mer, Comité des poissons de fond (sud), G : 9.
- 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.
- HERRICK (F.H.), 1909.- Natural history of the American lobster.- Bull. U.S. B.F. 19 : 149-408.
- HOLZLÖHNER (S.), 1974.- Fishery 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) : 274-274-276.
- HOUGHTON (R.G.) et HARDING (D.), 1976.- The plaice of the English Channel spawning and migration.- J. Cons. int. Explor. Mer, 36 (3) : 229-239.
- 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.
- 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.
- JONES (B.W.), 1966.- The cod and the cod fishery at Faroe.- Fish. Invest., sér. 2, 24 (5).

- JONES (R.) et HALL (W.B.), 1974.- Some observations on the population dynamics of the larval stages in the common gadoids.- In : The early life history of Fish, BLAXTER J.H.S. Editeur Springer-Verlag édit., Berlin Heidelberg, New-York.
- 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 : 11-19.
- 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.
- KRAMP (P.L.), 1927.- The hydromedusae of the Atlantic ocean and adjacent waters.- Dana report, 46 : 1-283.
- KRUUK (H.), 1963.- Diurnal periodicity in the activity of the common sole (*Solea vulgaris*, Quensel).- Neth. J. Sea. Res., 2 : 1-28.
- 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.), 1928 a.- Studies of the Plymouth Brachyura. 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.- The larval stages of *Caridion* with a description of a new species *C. steveni*.- Ibid. : 181-194.
- 1931 a.- The larvae of the Plymouth Caridea. I : The larvae of the Crangonidae. II : The larvae of the Hippolytidae.- Ibid. : 1-9.
- 1931 b.- Further notes on larval Brachyura.- Ibid. : 93-96.
- 1932 a.- The larval stages of the Plymouth Caridea. III : The larval stages of *Spirontocaris cranchi* (Leach).- Ibid. : 131-137.
- 1932 b.- The larval stages of the Plymouth Caridea. IV : The Alpheidae.- Ibid. : 463-469.
- 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.
- 1943.- The larvae of the genus *Porcellana* (Crustacea decapoda) and related forms.- Ibid. : 25 (4) : 721-737.
- 1944.- The larval stages of *Portunus* with notes on some other genera.- Ibid. : 26 (1) : 7-15.
- 1947.- Notes on the inshore plankton of Plymouth.- Ibid. : 26 (4) : 527-547.
- LE FEVRE (J.), 1971.- Evaluation des caractéristiques d'emploi d'un échantillonneur de plancton haute vitesse suivie d'application à l'étude du zooplancton de la pointe de Bretagne.- Thèse 3ème cycle, Univ. Paris, VI.
- LE FEVRE-LEHOERFF (G.), 1972.- Populations planctoniques d'un estuaire à marée : la rivière de Morlaix ; leurs relations avec les conditions hydrologiques.- Thèse 3ème cycle, Univ. Paris VI.
- LE GALL (J.), 1928.- Le maquereau, *Scomber scombrus*.- Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 1 (1) : 1-54.
- LE GALL (J.Y.) et JEZEQUEL (M.), 1977.- Variabilité annuelle du recrutement dans une pêcherie littorale de homard *Homarus gammarus* en Bretagne (1973-1974-1975). Cons. int. Explor. Mer, Comité des Crustacés et mollusques, K : 14.
- 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.
- LLOYD (A.J.), et YONGE (C.M.), 1947.- The biology of *Crangon vulgaris* L. in the Bristol Channel and Severn estuary.- J. mar. biol. Ass. U.K., 26 (4) : 626-661.
- LO BIANCO (S.), 1903.- Le pesche abissali eseguite da F.A. Kruppcol yacht Puritan adiacenze di Capri ed in altre localita del Mediterraneo.- Mitth. Z. Stat. Neapel, 16 : 109-280.
- 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.
- 1974.- The reproductive biology of the horse mackerel *Trachurus trachurus* L. in the North Sea and English Channel.- J. Fish. Biol., 6 : 415-438.
- 1976.- Observations on the maturity and fecundity of mackerel (*Scomber scombrus* L.)- Cons. int. Explor. Mer, Comité des Poissons pélagiques, (nord), H : 2.
- MACQUART-MOULIN (Cl.), 1965.- Les Mysidacés benthoplanctoniques du golfe de Marseille.- Rec. Trav. Sta. mar. Endoume., 38 (54) : 129-254.

- MACQUART-MOULIN (Cl.) et LEVEAU (M.), 1966.- Note préliminaire sur le macroplancton récolté en juin 1966 à partir de la bouée laboratoire.- Comm. int. Explor. Mer Médit., Rapp., P.V., 19 (3) : 495-497.
- MALHERBE (J.F.) et MANOHA (B.), 1977.- Centrale de Flamanville - Avis C.- Influence courantologique et thermique.- EDF, Dir. Equipement édit., Paris.
- MASTAIL (M.), 1978.- Présence de *Temora stylifera*, Dana 1849, sur les côtes de Bretagne et du Cotentin.- Cons. int. Explor. Mer, Comité de l'Océanographie biologique, L : 12.
- 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.
- MONTEIRO (R.), 1957.- Study on the biology of the Triglidae family.- Gen. Fish. Council Mediter. Proceed. Techn. Papers, n° 3 et n° 4.
- 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.
- PARNELL (W.G.), 1974.- On the maturation cycle of the pilchard (*Sardina pilchardus*, Walbaum) off the south-west coast of England.- Cons. int. Explor. Mer, Comité des Poissons pélagiques (sud) J : 11.
- PERES (J.M.), 1958.- Remarques générales sur un ensemble de 15 plongées effectuées avec le bathyscaphe F.N.R.S. III. 1954-1957.- Ann. Inst. océanogr. Monaco, 35 (4) : 260-285.
- PIERCE (E.L.), 1941.- Occurrence and breeding of *Sagitta elegans* Verrill and *Sagitta setosa* Muller in part of the Irish Sea.- J. mar. biol. Ass. U.K., 25 (1) : 113-124.
- PORCHE (P.), 1976.- Le sprat (*Clupea sprattus* L.) du golfe de Gascogne, observations biologiques et écologiques sur des échantillons prélevés en 1975.- Cons. int. Explor. Mer, Comité des Poissons pélagiques (nord), H : 9.
- 1977.- Relations entre l'abondance du sprat (*Sprattus sprattus* L.) et la température des eaux du golfe de Gascogne.- Cons. int. Explor. Mer, Comité des Poissons pélagiques (sud), J : 11.
- PIKE (R.B.) et WILLIAMSON (D.I.), 1961.- The larvae of *Spirontocaris* and related genera (décapoda, hippolytidae).- Crustaceana, 2 (3) : 187-208.
- 1964.- The larvae of some species of Pandalidae (décapoda).- Ibid., 6 (19) : 266-284.

- REES (C.B.), 1952.- Continuous plankton records : the decapod larvae in the North Sea, 1947-1949.- Hull. Bull. mar. Ecol., 3 (22) : 157-184.
- RAZOULS (C.), 1977.- Mise en évidence de la stabilité naturelle d'un écosystème marin et de son étendue, par l'étude des populations de copépodes planctoniques. Détermination de quelques constantes écologiques.- In : Influence des rejets thermiques sur le milieu vivant en mer et en estuaire, Journées de la thermoécologie, EDF Dir. Equipement, édit., Paris.
- 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.
- REYSSAC (J.), 1963.- Chaetognathes du plateau continental européen (de la Baie ibéro-marocaine à la Mer Celtique).- Rev. Trav. Inst. Pêches marit., 27 (3) : 245-299.
- 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.
- ROSENBERG (A.S.) et LOUGH (R.G.), 1977.- A preliminary report on the age and growth of larvae herring (*Clupea harengus* L.) from daily growth increments in otolithes.- Cons. int. Explor. Mer, Comité du Plancton, L : 26.
- ROSENTHAL (H.) et FONDS (A.), 1973.- Biological observation during rearing experiments with the garfish *Belone belone*.- Mar. Biol., 21 : 203-218.
- ROSENTHAL (H.) et HEMPEL (G.), 1973.- Experimental studies in feeding and food requirements of herring larvae *Clupea harengus* L.- In : STEELE J.H., Marine Food Chains, Oliver et Boyd édit., Edimbourg ; réédition : Otto-Koeltz Antiquariat, Koenigstein-Ts., Allemagne Fédérale.
- RUSSEL (F.S.), 1931.- The vertical distribution of marine macroplankton. XI. Further observations on diurnal changes.- J. mar. biol. Ass. U.K., 17 : 767-784.
- 1932.- On the biology of *Sagitta*. The breeding and growth of *Sagitta elegans* Verrill in the Plymouth Area 1930-31.-Ibid., 18 : 131-146.
- 1932.- On the biology of *Sagitta*. II. The breeding and growth of *Sagitta setosa*, J. Müller, in the Plymouth area, 1930-31, with a comparison with that of *S. elegans*, Verrill.- Ibid., 18 : 147-160.
- 1939.- On the seasonal abundance of young fish. VI.- Ibid., 23 : 381-386.
- 1976.- The eggs and planktonic stages of British marines fishes.- Academic press édit., New-York.
- RYLAND (J.S.), 1975.- Effects of temperature on the embryonic development of the plaice *Pleuronectes platessa* L. (téléostei).- J. exp. mar. Biol. Ecol., 18 : 121-137.

- RYLAND (J.S.) et NICHOLS (J.H.), 1967.- Effects of temperature on the efficiency of growth of plaice prolarvae.- Nature, Londres n° 214 : 529-530.
- SCHMIDT (J.), 1905 .- The pelagic post-larval stages of the Atlantic species of *Gadus*. I.- Medd. Komm. Havunders. ser. Fiskeri, 1 (4) : 1-77.
- 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 (J.S.), 1972.- Local difference in growth of northern sand lance (*Ammodytes dubius*) in the nordwest Atlantic.- Cons. int. Explor. Mer, Comité des Poissons de fond (nord), F : 41.
- SOLEMDAL (P.), 1972.- The reproduction of cod (*Gadus morhua* L.) with special reference to the Arcto-Norwegian and Baltic population.- Cons. int. Explor. Mer, Comité des Poissons de fond (nord), F : 44.
- 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 : 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 édit., 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.
- TATTERSALL (W.M.), 1908.- The Schizopoda and Isopoda collected by the "Huxley" from the north side of the Bay of Biscay in august 1906.- J. mar. biol. Ass. U.K., 3 : 189-196.
- 1939.- The Euphausiacea and Mysidacea of the John Murray expedition to the Indian ocean.- John Murray Exp. scient. Rep., 5 (8) : 203-246.
- TAYLOR (H.), 1975.- The lobster : its life cycle.- Sterling publishing Co. édit., New-York.
- TEMPLEMAN (W.), 1937.- Habits and distribution of larval lobster (*Homarus americanus*).- J. biol. Bd. Can., 3 (4) : 343-347.
- TIEWS (K.), 1970.- Synopsis of biological data on the common shrimp *Crangon crangon* (Linnaeus 1758).- F.A.O. Fish. Rep., 57 (4) : 1167-1224.
- TOULARASTEL (F.), LE FEVRE (G.) et ARNAL (O.), 1977.- L'intérêt du zooplancton dans l'élaboration d'un état de référence.- In : Influence des rejets thermiques sur le milieu vivant en mer et en estuaire, Journée de la thermoécologie EDF Dir. Equipement édit., Paris.

- VAN DER BAAN (S.M.) et HOLTHUIS (L.B.), 1971.- Seasonal occurrence of Mysidacea in the surface plankton of the Southern North Sea near the "Texel" Light-ship.- Neth. J. Sea Res., 5 (2) : 227-259.
- VIVES (F.), 1966.- Zooplancton neritico de las aguas de Castellon (Mediterraneo occidental).- Inv. Pesq., 30 : 45-159.
- VON WESTERNHAGEN (H.) et DETHLEFSEN (V.), 1975.- Incubation of garpike eggs (*Belone belone*).- J. mar. biol. Ass. U.K., 55 : 945-957.
- 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 on 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 Plumouth.- Ibid., 12 (3) : 385-417.
- WHEELER (A.), 1975.- The fishes of the British Isle and North-West Europe.- Macmillan édit., Londre, Melbourne, Toronto.
- WINPENNY (R.S.), 1937.- The distribution breeding and feeding in some important plankton organism of the South-West North Sea in 1934, *Calanus finmarchicus* Gunn), *Sagitta setosa* (J. Müller) and *Sagitta elegans* (Verrill).- Fish. Invest. (sér. II), 15 : 1-33.
- WORLEY (L.G.), 1933.- Development of the mackerel at different constant temperatures.- J. gen. Physiol., 16 (5) : 841-857.