

DEPARTEMENT ENVIRONNEMENT
LITTORAL ET GESTION DU MILIEU
MARIN

RAPPORT FINAL D'EXECUTION DES TRAVAUX

CONTRAT CNEXO 78/5722

Responsable scientifique : L. CABIOCH

Responsable des travaux : F. GENTIL

ETUDE DES POPULATIONS BENTHIQUES DE LA PARTIE

ORIENTALE DE LA BAIE DE SEINE

F 781-14
CAB
E

ISN
14/15

F

RAPPORT FINAL D'EXECUTION DES TRAVAUX

CONTRAT CNEXO 78/5722

Responsable scientifique : L. CABIOCH

Responsable des travaux : F. GENTIL

ETUDE DES POPULATIONS BENTHIQUES DE LA PARTIE
ORIENTALE DE LA BAIE DE SEINE

- 1 - Etude bibliographique (fournie en tant que rapport d'avancement).
- 2 - Présentation synthétique des connaissances sur les peuplements benthiques en Baie de Seine. (Rapport ci-joint).
- 3 - Analyse des données quantitatives acquises en 1978 à l'intérieur du peuplement des sables fins envasés à Abra Alba :
incorporée au rapport d'études effectué sur le même objectif mais élargie aux données acquises en 1979 et 1980 (cf. rapport CNEXO n° 78/1918).

IFREMER Bibliotheque de BREST



0EL05879

LES PEUPEMENTS ANIMAUX DES FONDS MEUBLES SUBLITTORAUX DE LA BAIE DE SEINE

INTRODUCTION :

Le benthos, c'est-à-dire les espèces (végétales et animales) inféodées aux fonds marins, constitue un indicateur écologique fidèle puisqu'il intègre, sur place, toutes les conditions affectant son environnement. En effet, la somme des facteurs écologiques existant en un point quelconque du fond, détermine les possibilités d'existence des espèces et leur regroupement en unités de peuplements ; schématiquement, on retiendra pour la description de ces associations les principaux facteurs que sont l'hydrologie, l'hydrodynamisme et la sédimentologie dont les caractères généraux pour la Baie de Seine ont déjà été donnés précédemment.

Nous présenterons donc directement les peuplements benthiques animaux de la Baie de Seine en liaison avec leurs conditions écologiques particulières ; on peut remarquer à ce sujet, que cette zone largement ouverte sur la Manche Centrale, constitue un modèle très intéressant à étudier puisque l'on passe, depuis les fonds de la Manche Centrale jusqu'aux extrémités Ouest (Baie des Veys) et Est (Estuaire de la Seine) par un double Gradient écologique :

- le gradient d'affaiblissement de la force des courants de marée qui détermine notamment le passage graduel des fonds de cailloutis jusqu'aux fonds les plus vaseux (voir Larssonneur, 1971).
- le gradient climatique et hydrologique depuis des eaux d'influence océanique (variations thermiques annuelles moyennes et pas de dessalure) jusqu'aux eaux les moins profondes à caractère eurythermique accentué avec influence plus ou moins forte des apports d'eaux continentales (dissymétrie Baie des Veys - Estuaire de la Seine).

I - LES PEUPEMENTS BENTHIQUES SUBLITTORAUX DE LA BAIE DE SEINE :

Dans l'état actuel des connaissances du benthos en Baie de Seine, il sera pris en compte uniquement ce que l'on nomme le macrobenthos (c'est-à-dire les espèces dont les individus ont des dimensions supérieures à 1 ou 2 mm.). A l'intérieur de cet ensemble, les données les plus abondantes concernent plus l'épifaune vagile (espèces pouvant se déplacer sur le substrat)

et l'endofaune (espèces vivant à l'intérieur du substrat) que l'épifaune sessile (espèces fixées sur le substrat). Les peuplements des substrats durs, difficilement échantillonnables ne seront pas mentionnés.

A - Le peuplement des fonds grossiers, à *Glycymeris glycymeris* - *Echinocyamus pusillus*.

1 - CARACTERES ECOLOGIQUES :

Ce type de peuplement s'étend sur les fonds de cailloutis graveleux et de graviers plus ou moins ensablés ou caillouteux, en continuité avec les fonds caillouteux de la Manche centrale (fig. 1).

Les profondeurs varient de 45 mètres au nord de la baie jusqu'à 20 à 30 mètres en marge avec les autres peuplements.

Le sédiment est caractérisé par une fraction graveleuse dominante (teneurs supérieures à 30 %) ; la couche sédimentaire superficielle subit une évolution granulométrique parallèlement au gradient hydrodynamique, par un ensablement progressif, la fraction pélitique étant le plus souvent absente.

Ces fonds grossiers subissent des variations saisonnières de la température (9 à 10° C d'après Lumby, 1935) qui, comparées à celles existant sur les fonds grossiers de Manche armoricaine (6° C d'après Lumby, 1935), leur donnent un caractère eurythermique.

2 - COMPOSITION FAUNISTIQUE :

Le peuplement des fonds grossiers se caractérise par une forte diversité spécifique et par une faible densité numérique, surtout lorsque l'Ophiure *Ophiothrix fragilis* n'est pas dominante (cf. fig. 2).

Parmi 142 espèces récoltées dans les 25 stations effectuées en 1971 dans ce peuplement, une espèce domine numériquement : *Ophiothrix fragilis* ; cette Ophiure forme des concentrations denses bien connues des pêcheurs au chalut. Les autres espèces se répartissent plus ou moins régulièrement, avec cependant un gradient interne dans la distribution de certaines d'entre elles et parallèle à l'évolution du gradient sédimentaire lié à l'hydrodynamisme.

Le peuplement des fonds grossiers de la Baie de Seine est défini par un nombre important d'espèces caractéristiques, plus ou moins constantes ; en plus des espèces pilotes *Glycymeris glycymeris* et *Echinocyamus*

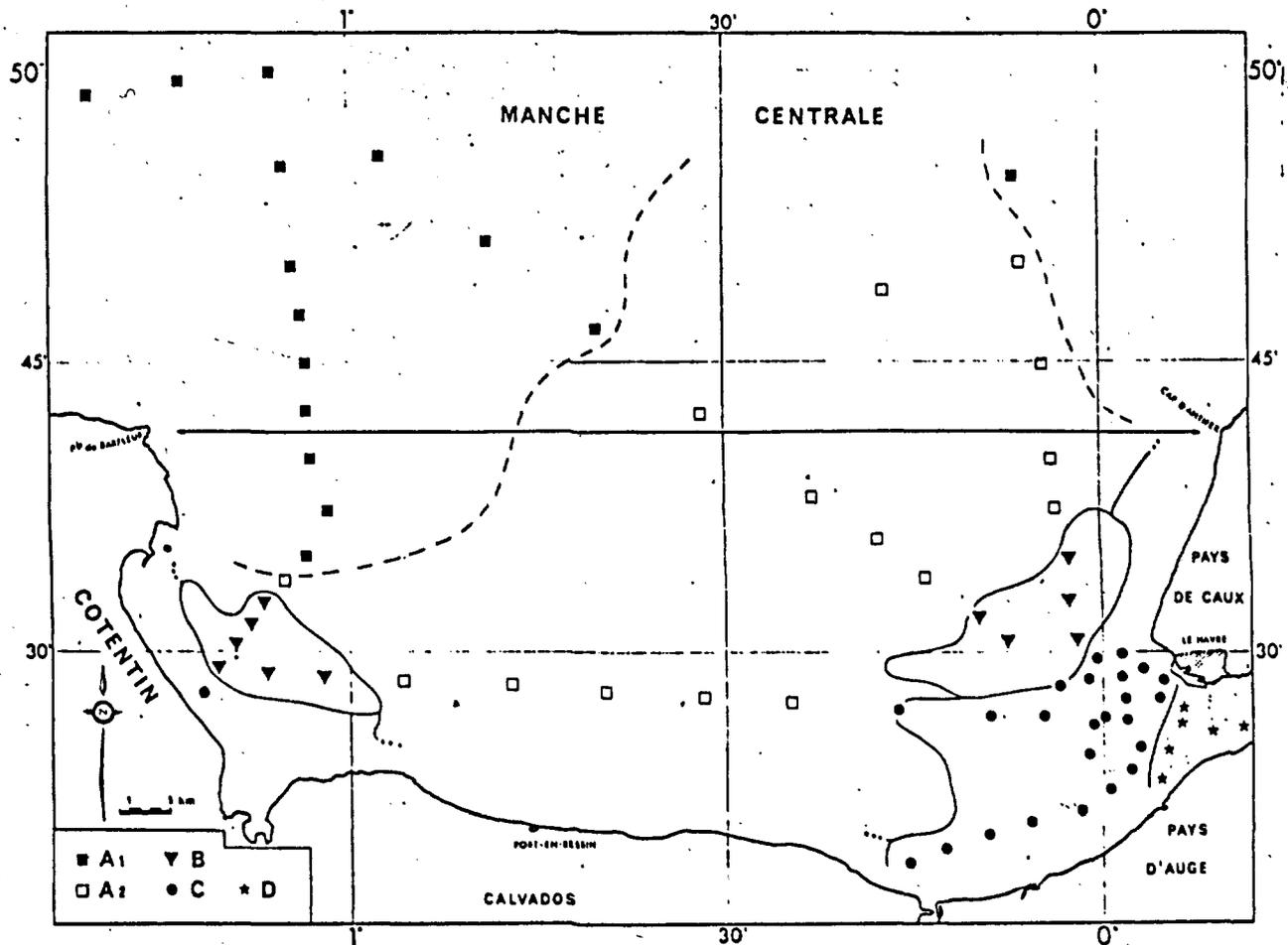


FIG. 4 - Peuplements benthiques de la Baie de Seine (symboles placés sur les stations de 1971; limites tracées ; ébauche d'après les stations supplémentaires) : A = fonds grossiers à *Glycymeris glycymeris* - *Echinocyamus pusillus* (A1 = cailloutis dominants; A2 = graviers dominants); B = sables dunaires à *Ophelia borealis*; C = sables fins envasés à *Abra alba*; D = estuaire de la Seine. (d'après Gentil, 1976).

pusillus, on peut noter les Mollusques *Laevicardium crassum*, *Buccinum undatum*, *Venerupis rhomboides*, *Calliostoma zizyphinum*, *Lepidopleurus asellus*, *Ocenebra erinacea*, *Venus ovata*, *Chlamys opercularis*, les Crustacés *Pisidia longicornis*, *Pagurus bernhardus*, *Hyas coarctatus*, *Galathea intermedia*, *Ebalia tuberosa*, *Macropipus pusillus*, les Echinodermes *Ophiothrix fragilis*, *Psammechinus miliaris*.

Les espèces appartenant à l'épifaune vagile sont nettement plus nombreuses que celles de l'endofaune, en raison du caractère grossier du substrat ; les Crustacés représentés par une majorité de Décapodes Brachyours et Anomours tiennent une part importante dans le peuplement, sans qu'il existe une forte disproportion entre le nombre d'espèces de chaque groupe zoologique.

3 - LES FONDS À *Ophiothrix fragilis* :

Les concentrations d'Ophiures en populations denses sont connues de divers points des côtes européennes et particulièrement dans la Manche (notamment Cabioch, 1968 ; Allain, 1974 ; Cabioch et Glaçon, 1975).

En baie de Seine, la densité et la stabilité de ces populations ont pu être observées à l'aide de prélèvements (drague, benne) et de la télévision sous-marine. Une analyse des similitudes entre les espèces récoltées dans et hors de ces bancs d'Ophiures montre qu'il s'agit d'un faciès surimposé au peuplement, sans exclusion, ni addition d'espèces particulières.

D'autre part, à la différence des bancs d'Ophiures de la Manche armoricaine (Cabioch, 1968) et du Golfe normano-breton (Retière, 1975), les bancs de Baie de Seine sont monospécifiques : il manque l'Ophiure *Ophiocomina nigra*, présente plus à l'ouest. Cette espèce n'a été récoltée jusqu'à présent qu'en un seul exemplaire au nord de la baie et n'est pas signalée dans la Manche orientale (Cabioch et Glaçon, 1975 et 1977).

4 - CARACTERES BIONOMIQUES ET REMARQUES BIOGEOGRAPHIQUES :

L'homologie du peuplement des fonds grossiers de la Baie de Seine avec d'autres peuplements de Manche orientale et de Manche armoricaine

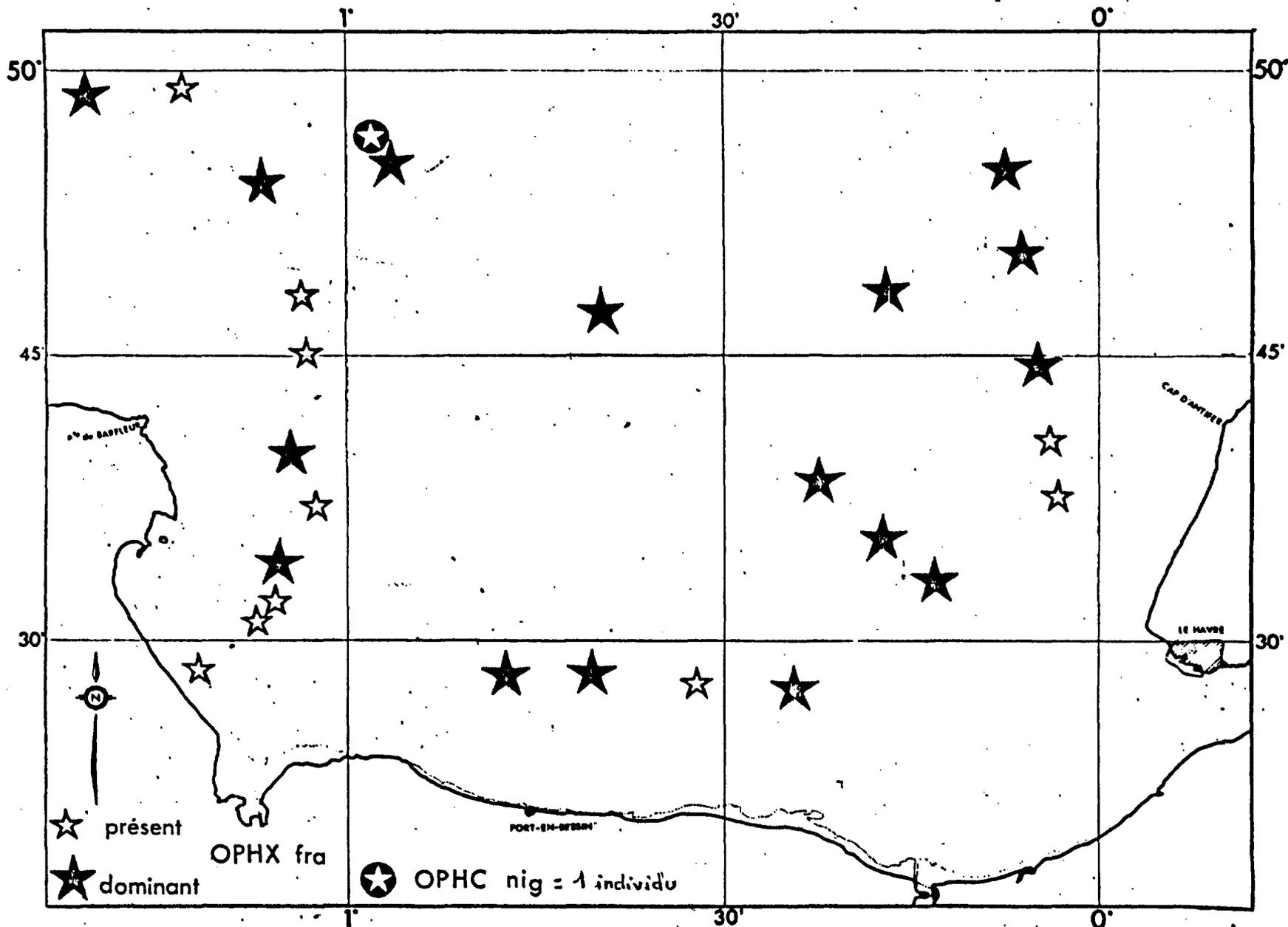


Fig-2 : Distribution de 2 espèces d'Ophiures sur les fonds grossiers : *Ophiothrix fragilis* (:OPHX fra) et *Ophiocomina nigra* (OPHC nig).

a déjà été notée (Cabioch et Gentil, 1976) ; on peut rattacher ce type de peuplement à la "*Spatangus purpureus* - *Venus fasciata* community" (Ford, 1923 ; Thorson, 1957). On remarque que, à l'absence de *V. fasciata* (espèce occidentale (Holme, 1961 et 1966) se superpose celle de *S. purpureus* (présente en Manche orientale (Cabioch et Glaçon, 1975 et 1977).

En fait, en se limitant aux groupes des Mollusques et des Echinodermes, il est possible de dégager plusieurs types de distribution spécifique pour les fonds grossiers comparables de la Manche :

- un noyau commun d'espèces supportant des conditions eurythermiques, présent sur l'ensemble de la Manche : *Glycymeris glycymeris*, *Venerupis rhomboides*, *Tellina crassa*. S'y ajoutent *Spatangus purpureus*, *Echinocyamus pusillus*, qui peuvent être absents de certains secteurs, en raison de conditions locales, tout en ayant une distribution d'ensemble comparable.

- un groupe d'espèces sténothermes dont la répartition est limitée au bassin occidental de la Manche, à l'exception du secteur eurythermique du Golfe normanno-breton (Retière, 1975) : *Venus fasciata*, *V. casina*, *Gafrarium minimum*, par exemple.

B - Le peuplement des fonds de sables fins à moyens, à *Ophelia borealis*.

1 - CARACTERES ECOLOGIQUES ;

Ce peuplement est essentiellement caractérisé par sa localisation sur des formations dunaires sableuses (fig. 1). Faisant suite aux fonds graveleux ensablés, il occupe le banc de Seine et ses abords dans la partie orientale de la baie, ainsi que les bancs de Saint-Marcouf et du Cardonnet dans la partie occidentale.

Les profondeurs s'échelonnent de 25 mètres à moins de 10 mètres. La proportion des sables moyens et fins dans le sédiment est prépondérante et la fraction la plus grossière est constituée presque exclusivement de débris coquilliers et de valves vides de Pélécypodes.

2 - COMPOSITION FAUNISTIQUE :

La pauvreté en nombre d'individus et en espèces caractéristiques définit clairement ce peuplement par rapport aux deux unités qui le cernent ; en incorporant les données concernant les bancs de l'ouest de la baie à la description faunistique du peuplement établi sur le banc de Seine et ses abords, il apparaît un groupe restreint d'espèces caractéristiques : *Ophelia borealis*, *Spisula ovalis*, *Nephtys longosetosa*, *Natica catena*. En fait, l'individualité du peuplement des sables moyens dunaires est masquée par un aspect d'écotone : il y a invasion plus ou moins forte de la part d'espèces tolérantes (d'affinité gravellicole ou sabulicole), provenant des peuplements voisins, sans que cette installation soit constante.

3 - CARACTERES BIONOMIQUES ET REMARQUES BIOGEOGRAPHIQUES :

Un premier type de peuplements, établis sur des sédiments sableux propres, peut-être considéré comme homologue du peuplement de Baie de Seine : celui de Manche orientale, sur les grands bancs sableux ou au large de l'estuaire de la Somme (Cabioch et Glaçon, 1975 et 1977).

Un deuxième type de peuplements, dits analogues, comprend celui des sables fins, propres du Golfe normanno-breton (Retière, 1975) où la place d'*Ophelia borealis* est occupée par un autre Opheliidae *Armandia polyophthalma*, mais avec des espèces accompagnatrices en commun. Les fonds à *Abra prismatica* établis en Manche armoricaine (Cabioch, 1968) peuvent être considérés comme analogues au peuplement dunaire de Baie de Seine.

C - Le peuplement des fonds de sables très fins à fins, plus ou moins envasés, à *Abra alba*.

1 - CARACTERES ECOLOGIQUES :

Les deux principales zones couvertes par ce peuplement se situent aux extrémités ouest et est de la baie, en continuité avec les grandes plages du Cotentin et du pays d'Auge, par des profondeurs dépassant rarement une quinzaine de mètres (fig. 1).

Les caractéristiques des courants dans ces zones permettent une décantation des particules péloïtiques, avec toutefois possibilité de remise

en suspension (Larsonneur, 1971) ; ainsi les dépôts de vase à des teneurs élevées sont restreints et ce sont les sables fins et les sablons qui forment l'essentiel de ces fonds.

Dans la partie orientale de la baie, l'influence de la Seine (dessalure et apports de polluants divers) est certainement importante pour le benthos.

2 - COMPOSITION FAUNISTIQUE :

C'est un type de peuplement riche en individus et en espèces, avec un nombre d'espèces caractéristiques élevé. L'endofaune est mieux représentée que l'épifaune, avec une prépondérance des espèces de Polychètes sur les autres groupes zoologiques. Quelques espèces de Mollusques bivalves, Polychètes ou Echinodermes peuvent être abondantes numériquement alors que la faune des Crustacés Péracarides, très diversifiée spécifiquement, est souvent dispersée.

Pour le peuplement de la partie orientale de la baie, on peut citer, en plus des espèces pilotes *Abra alba* et *Pectinaria koreni*, les Mollusques *Myrella bidentata*, *Mya truncata*, *Cultellus pellucidus*, *Tellina fabula*, les polychètes *Eone nordmanni*, *Chaetozone setosa*, *Spiophanes bombyx*, *Nephtys hombergii*, *Owenia fusiformis*, ..., les Crustacés *Pariambus typicus*, *Diastylis laevis*, *Ampelisca brevicornis*, et les Echinodermes *Acrocnida brachiata*, *Ophiura texturata*.

Dans le secteur occidental, la plupart des espèces sont en commun avec le peuplement oriental ; cependant, il faut noter la présence de nombreuses espèces de Péracarides et quelques espèces plus fréquentes telles que *Corbula gibba*, *Nucula turgida*, *Pandora albida*.

3 - CARACTERES BIONOMIQUES ET REMARQUES BIOGÉOGRAPHIQUES :

Comme pour les unités bionomiques précédentes, l'analyse des peuplements est et ouest des fonds sablo-vaseux de la Baie de Seine, fait apparaître des absences d'espèces considérées comme caractéristiques de ce type biocoenotique dans d'autres régions de la Manche :

par exemple, *Venus gallina*, *Hyalinoecia bilineata*, *Sthenelais limicola*, *Melirna palmata*, *Turritella communis*.

Holme (1961-1966) signale en définissant des types de distribution spécifique le long de la Manche, la raréfaction ou la disparition de certaines espèces ("Western species", "West Channel species") sur les côtes du sud de l'Angleterre, à partir de la Baie de Poole. On assiste par conséquent, sur les deux rives de la Manche, à l'élimination d'ouest en est d'un certain nombre d'espèces caractéristiques des sédiments fins.

Malgré ces absences et malgré des espèces dominantes différentes, on peut apparenter les deux peuplements des sables fins envasés de la Baie de Seine avec celui des sédiments fins à *Abra alba*- *Corbula gibba* de la Baie de Morlaix (Cabioc'h, 1968), et les considérer comme deux exemples des nombreux aspects que présente la "*Syndosmia* (= *Abra*) *alba* community" des mers danoises (Thorson, 1957), équivalente de la "*Echinocardium cordatum* - *Venus gallina* community" de Ford (1923).

Etant donnée la dissymétrie dans la distribution des sédiments les plus fins en Manche (dûe au régime des courants de marée), les dépôts de sables envasés sur le côté méridional de cette mer sont limités aux abers et aux baies, depuis la Bretagne jusqu'à la frontière belge. Ainsi le peuplement à *Abra alba* - *Pectinaria koreni* de la partie orientale de la Baie de Seine constitue la plus grande étendue de ce type bionomique, le long des côtes françaises de la Manche.

D -- Le peuplement des fonds de l'estuaire de la Seine.

1 - CARACTERES ECOLOGIQUES :

Cette unité bionomique concerne la partie marine de l'estuaire de la Seine et est actuellement l'objet de nombreux travaux dans le cadre du "S.A.V.M. estuaire de la Seine".

Ces fonds sont constitués essentiellement de sables fins vaseux et même de vases fluides plus ou moins sableuses, et se localisent à proximité ou dans les chenaux de navigation, entre les bancs d'Amfard et du Ratier, à de très faibles profondeurs (généralement inférieures à 5m.)

Les conditions hydrologiques et hydrodynamiques sont évidemment celles d'un estuaire de taille importante soumis aux fortes influences de la marée, et à un débit important d'eaux continentales (voir résultats du S.A.V.M.).

2 - COMPOSITION FAUNISTIQUE :

Le peuplement hébergé est remarquable par sa pauvreté : peu d'individus répartis en quelques espèces (*Nephtys cirrosa* et *Hombergii*, *Crangon crangon*, *Owenia fusiformis*, *Macoma balthica*, *Phyllodoce groenlandica*, *Carcinus maenas*, *Tellina fabula*, *Asterias rubens*,...)

La réduction extrême de la faune pourrait être mise en parallèle avec celle des zones à caractère azoïque, soumises à de fortes pollutions (voir Bellan, 1967). Cependant la principale cause de cet anéantissement doit être probablement recherchée dans le travail destructeur des dragues portuaires entretenant ces chenaux de navigation.

3 - CARACTERES BIONOMIQUES :

La présence de *Macoma balthica* à ces faibles profondeurs, incite à penser qu'en l'état naturel, ces fonds seraient occupés par la "*Macoma balthica* community de Petersen (1913, 1918), et que l'on a donc ici un faciès oligospécifique d'appauvrissement de cette communauté largement répandue sur les côtes européennes (Thorson, 1957).

II - CONCLUSIONS :

Le secteur de la Baie de Seine se situe dans une position intermédiaire, le long du gradient général climatique de la Manche d'Ouest en Est. L'ensemble du secteur est, en effet marqué par une variabilité thermique de valeur moyenne, s'accroissant à partir de la

Manche centrale vers les extrémités de la Baie pour atteindre des conditions franchement continentales. Il s'y ajoute, dans la partie orientale de la Baie de Seine, une dessalure importante dont les variations peuvent être notables.

Comme dans toutes les parties de la Manche, la structure édaphique du secteur présenté est dominée par les gradients hydrodynamique et sédimentaire intimement liés. C'est ainsi que partant des fonds de cailloutis de la Manche centrale, parcourus par de forts courants, l'évolution granulométrique parallèle à l'amortissement hydrodynamique conduit à des fonds de sables envasés aux extrémités internes de la Baie.

L'incidence du facteur granulométrique sur la répartition des espèces apparaît nettement dans les analyses biocoenotiques qui permettent de définir trois unités majeures de peuplements selon ce gradient sédimentaire :

- le peuplement des fonds grossiers (graviers plus ou moins caillouteux ou sableux) à *Glycymeris glycymeris*-*Echinocyamus pusillus* très diversifié spécifiquement qui s'étend sur la plus grande partie du secteur ; il présente un faciès à *Ophiothrix fragilis* en agrégations parfois très denses.

- Le peuplement des fonds de sables fins à moyens, propres, à *Ophelia borealis*, *Spisula ovalis*, installé sur les formations dunaires du banc de Seine au large du Havre, et des bancs analogues autour des îles Saint Marcouf. Il comporte un petit lot d'espèces caractéristiques et un nombre important d'espèces tolérantes des peuplements voisins.

- Le peuplement des fonds de sables très fins à fins, plus ou moins envasés, à *Abra alba*-*Pectinaria koreni*, établi entre les débouchés de la Seine et de l'Orne. Sa richesse numérique s'accompagne d'un fort contingent spécifique caractéristique.

En outre, les fonds situés dans la partie la plus maritime de l'estuaire de la Seine présentent un faciès oligospécifique de la communauté à *Macoma balthica*, lié aux travaux de dragages des chenaux.

Tous ces peuplements se rattachent à des peuplements décrits en divers points de la Manche et des plateaux continentaux européens, dans des biotopes comparables. Ils possèdent toutefois des particularités dues à leur situation à l'intérieur du gradient climatique général de la Manche et qui se traduisent par l'absence d'espèces sténothermes présentes en Manche nord-occidentale et armoricaine. Cette réduction faunistique concerne aussi bien des espèces des fonds grossiers (*Venus fasciata*, *V. casina*, *Gafrarium minimum*) que des espèces des fonds sableux envasés (*Venus gallina*, *Turritella communis*, *Dosinia lupina*, *Sthenelais limicola*).

Par conséquent, à l'intérieur de la Manche, le gradient climatique d'amplitude croissante induit, dans l'ensemble, un appauvrissement faunistique au niveau des peuplements benthiques.

La densité numérique de chaque peuplement varie considérablement depuis des valeurs très faibles dans l'estuaire de la Seine pour le peuplement à *Macoma balthica*, faibles sur les bancs de sables moyens propres à *Ophelia borealis*-*Spisula ovalis*, jusqu'aux maxima représentés par le peuplement à *Abra alba*-*Pectinaria koreni* des sables fins envasés. La densité sur les fonds grossiers du large, à *Glycymeris glycymeris*-*Echinocyamus pusillus* est variable et dépend grandement de la présence de populations d'*Ophiothrix fragilis*.

Sans points de comparaison précis sur les peuplements végétaux de fonds rocheux, l'étagement des unités cénotiques des fonds meubles ne peut être clairement dégagé ; on doit d'ailleurs remarquer que les facteurs éclaircissement et température sont modifiés très sensiblement dans leurs actions par les caractères édaphiques de cette région.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALLAIN J.Y., 1974. - Ecologie des bancs d'*Ophiothrix fragilis* (Abildgaard) (Echino-dermata, Ophiuroidea) dans le Golfe Normanno-Breton. *Cah. Biol. mar.*, t. XV, pp. 255-273.
- BELLAN G., 1967. - Pollution et peuplements benthiques sur substrat meuble dans la région marseillaise. *Rev. Int. Océano. Méd.*, VI-VII. pp. 53-87, VIII, pp. 51-95.
- CABIOCH L., 1968. - Contribution à la connaissance des peuplements benthiques de la Manche occidentale. *Cah. Biol. Mar. Fr.*, 9,5 (supp.) pp. 493-720. Thèse Fac. Sci. Paris.
- CABIOCH L. et GENTIL F., 1975. - Distribution des peuplements benthiques dans la partie orientale de la Baie de Seine, *C.R. Acad. Sc. Paris*, t.280, pp. 571-574.
- CABIOCH L., GLAÇON R., 1975. - Distribution des peuplements benthiques en Manche Orientale, de la Baie de Somme au Pas-de-Calais. *C.R. Acad. Sc. Paris*, t. 280, pp. 491-494.
- CABIOCH L., GLAÇON R., 1977. - Distribution des peuplements benthiques en Manche orientale, du Cap d'Antifer à la Baie de Somme, *C.R. Acad. SC. Paris*, 285, 209-212.
- FORD E., 1923. - Animals communities of the level sea bottom in the water adjacent to Plymouth. *Jour. Mar. Biol. Ass.*, 13, pp. 164-224.
- GENTIL F., 1976. - Distribution des peuplements benthiques en Baie de Seine Thèse 3° cycle Océanogr. Biol., Univ. Paris 6, 84 pp.
- HOLME N.A., 1961. - The bottom fauna of the English Channel. *Jour. Mar. Biol. Assoc.*, 41 (2), pp. 397-461.
- HOLME N.A., 1966. - The bottom fauna of the English Channel. II. *Jour. Mar. Biol. Assoc.*, 46 (2), pp. 401-493.
- LARSONNEUR C., 1971. - Manche centrale et Baie de Seine : géologie du substratum et des dépôts meubles. Thèse. Caen, 394 p. 93 fig. 15 tabl., 16 pl.
- LUMBY J.R., 1935. - Salinity and temperature of the English Channel. *Fish. Invest.* (2), 14, pp. 1-67.
- PETERSEN C.G.J., 1913. - Valuation of the sea. II. The animal communities of the sea-bottom and their importance for marine zoogeography. *Rep. Danish Biol. Stat.*, 21, 44 p.

PETERSEN C.G.J., 1918. - The sea bottom and its production of fish food. *Report Danish Biol. Stat.*, 25, pp. 1-62.

RETIERE C., 1975. - Distribution des peuplements benthiques des fonds meubles du golfe normanno-breton. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 280, D, pp. 697-699.

THORSON G., 1957 - Bottom communities. *Treatise on marine ecology and Paleoecology*, Geol. Soc. Amer., 1, pp. 461 - 534.