

Fluctuations d'abondance de l'ichthyoplancton sur une zone frontale côtière (Golfe de Gascogne : baie d'Audierne)

Ichthyoplancton
Front
Golfe de Gascogne
Analyse en composantes principales

Ichthyoplankton
Tidal front
Bay of Biscay
Principal component analysis

Patrick Camus, Jean-Paul Delpech, Marie-Hélène Omnes, Max Mastail
Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes, Laboratoire Plancton,
B.P. 1049, 44037 Nantes Cedex.

RÉSUMÉ

Deux années de prélèvements bimensuels de l'ichthyoplancton sur un réseau de 8 points situés de part et d'autre d'une zone frontale côtière, sont analysés. Une analyse en composantes principales est effectuée sur la matrice observations-variables (taxons), et permet de distinguer en été deux groupes de points auxquels se rattachent deux groupes de taxons caractérisant chaque compartiment hydrologique. En été, le suivi de deux « points fixes » pendant un cycle de marée dans la zone stratifiée et dans la zone frontale a permis de déceler des fluctuations périodiques qualitatives et quantitatives du méroplancton, fluctuations qui peuvent être reliées au déplacement du front par les courants de marée.

Oceanol. Acta, 1983. Actes 17^e Symposium Européen de Biologie Marine, Brest, 27 septembre-1^{er} octobre 1982, 51-56.

ABSTRACT

Ichthyoplankton fluctuations on a coastal tidal front (Bay of Biscay : Audierne Bay)

A two years ichthyoplankton sampling program over an eight station network on each side of a coastal tidal front was conducted twice a month during neap tides. A principal component analysis was performed on the data (taxa and observations) which were segregated during the summer into two groups of taxa related to two groups of stations belonging to two different hydrodynamical areas. In July and August 1980 during a tide cycle, zooplankton was investigated at two stations in the stratified and transitional area. Periodic fluctuations of meroplanktonic taxa correlated to the movement of the front induced by the tide were observed.

Oceanol. Acta, 1983. Proceedings 17th European Marine Biology Symposium, Brest, France, 27 September-1 October, 1982, 51-56.

INTRODUCTION

Le système frontal qui s'installe en été dans la région ouest Bretagne se compose de deux ensembles : le front interne isolant à l'est, la rade de Brest et la baie de Douarnenez, et le front externe ou front d'Ouessant, situé plus à l'ouest. Cette étude concerne uniquement la partie côtière du front d'Ouessant, dans le nord de la baie d'Audierne (fig. 1). Cette baie, bien que largement ouverte sur l'Océan Atlantique, se distingue par une

zone à fort hydrodynamisme dans sa partie nord-ouest (raz de Sein) et par une zone à faible hydrodynamisme dans sa partie sud-est. Durant deux années d'études (d'avril 1979 à avril 1981) de l'ichthyoplancton et de quelques paramètres hydrologiques, nous avons cherché à mettre en évidence l'incidence du front pendant la période printanière et estivale sur la répartition et l'abondance de l'ichthyoplancton et de quelques autres taxons méroplanctoniques en examinant leurs fluctuations saisonnières et celles liées à la marée.

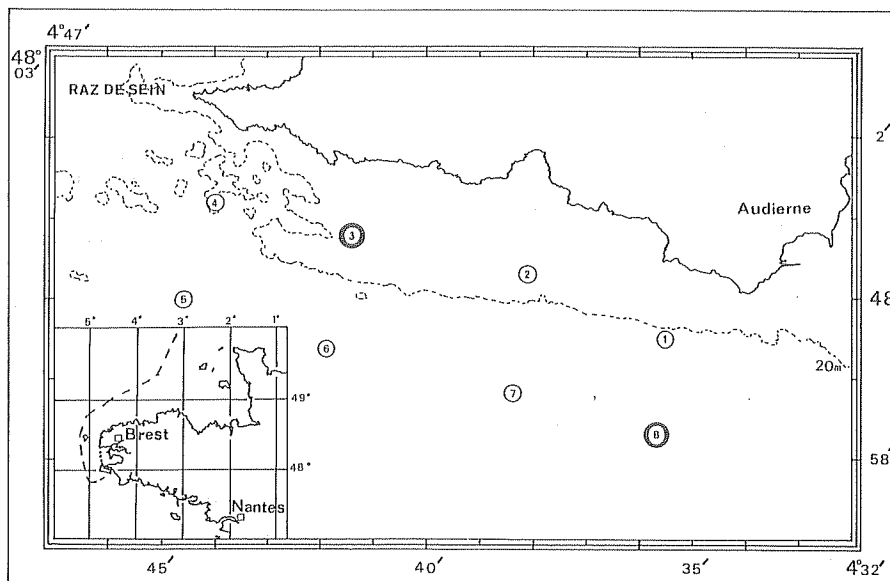


Figure 1

Localisation des points de prélèvements et de la zone d'étude (pointillé : front interne; tiret : front externe).

Sampling network and investigated area (dotted line : internal front ; broken line : external front).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Échantillonnage

Deux radiales de quatre points parallèles à la côte et situées entre Audierne et la pointe du Raz (fig. 1) ont été échantillonnées en morte-eau une à deux fois par mois, d'avril 1979 à avril 1981, pour appréhender les fluctuations saisonnières. En juillet et en août 1980, les points 3 et 8 ont été échantillonnés toutes les heures : pendant 17 h en juillet au point 3, pendant 10 h en août aux points 3 et 8.

De 1979 à 1981, nous avons suivi en chaque point la température et la salinité en surface et au fond. Pendant l'année 1980 et lors des « points fixes », ces paramètres ont été enregistrés tous les 5 m de profondeur. Nous disposons également des enregistrements en continu de la température et des courants à plusieurs niveaux au point 3 pendant plusieurs mois (Manoha, 1980).

Les points 1, 2, 7 et 8 (zone à faible hydrodynamisme) ont été échantillonnés pendant le flot, qui porte durant 8 heures vers le nord-ouest. Les points 3, 4, 5 et 6 (zone à fort hydrodynamisme) ont été échantillonnés au cours du jusant, qui ne dure que 4 h et qui porte vers le sud-est. Cette stratégie a été élaborée afin d'échantillonner de part et d'autre du front dont Pingree et Griffiths (1978) décrivent les déplacements en baie d'Audierne.

Les prélèvements de zooplancton ont été effectués avec un échantillonneur Bongo de 63 cm d'ouverture, muni de filets de maillage 500 μm et de volucompteurs General Oceanics. Les traits obliques (surface-fond-surface) sont réalisés à la vitesse de deux nœuds et sans palier. Les planctontes sont fixés avec la solution de conservation décrite par Mastail et Battaglia (1978).

Du fait de l'abondance du zooplancton recueilli, le matériel subit un fractionnement à la cuve de Motoda. Le comptage et l'identification des larves de poissons ont été effectués sur la totalité du prélèvement. Pour les œufs de poisson et les autres taxons méroplanctoniques, le dénombrement est jugé satisfaisant si la fraction

examinée contient environ une centaine d'individus (Frontier, 1972).

Traitement des données

L'analyse des fluctuations d'abondance, espèce par espèce, en relation avec l'hydrologie sur un tel réseau d'observation est difficile à appréhender. Aussi nous avons choisi un traitement mathématique global : l'analyse en composantes principales (A.C.P.).

Les données introduites pour les variables sont les valeurs brutes d'abondance exprimées en nombre d'individus par 10 m^3 . Les taxons souvent absents ont été éliminés de cette analyse. Les transformations $\text{Log}(x + 1)$ et $\text{Log}^2(x + 1)$ des données, préconisées par Dessier et Laurec (1978) n'ont pas modifié les résultats de l'A.C.P.

RÉSULTATS

Variations saisonnières

Hydrologie

La figure 2 montre que l'évolution saisonnière de la densité de surface et de fond dans la zone à faible hydrodynamisme peut être divisée en quatre périodes : une période hivernale de janvier à avril où une stratification thermohaline s'installe en raison des apports des fleuves côtiers. Puis une courte période transitoire (avril-mai) où l'on observe une quasi-homogénéité du milieu pour la température et la salinité. La troisième période (juin à octobre) est caractérisée par la stratification thermique estivale; le ΔT surface-fond peut atteindre 3 degrés et être réduit par des perturbations météorologiques comme en juillet 1980. Du mois d'octobre à la fin décembre, nous observons une homogénéité verticale de la température et de la salinité.

Dans la zone à fort hydrodynamisme, nous n'observons jamais de stratification thermique ou haline marquée.

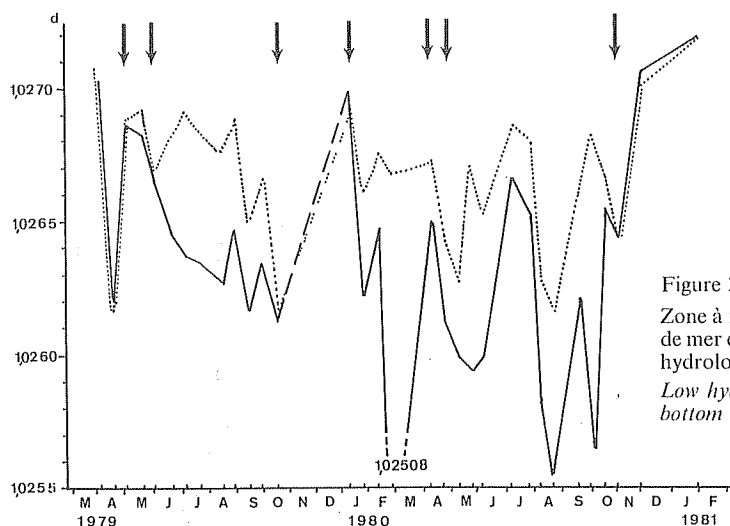


Figure 2
 Zone à faible hydrodynamisme (points 1, 2, 7, 8). Densité moyenne de l'eau de mer en surface (—) et au fond (...). Les flèches délimitent les « saisons hydrologiques ».
 Low hydrodynamism area (stations 1, 2, 7, 8). Mean surface (—) and bottom (...) sea water density. The arrows limit the "hydrological seasons".

Les coupes verticales de température en 1980 (fig. 3) mettent en évidence le caractère plus prononcé de la structure frontale au niveau de la radiale du large par rapport à celle de la côte. Elles montrent également la modification de la structure verticale thermique lors du mauvais temps de juillet 1980.

Larves de poisson

La zone étudiée est caractérisée par une grande diversité de l'ichtyoplancton, puisque près de 65 taxons ont été identifiés. L'ACP a été pratiquée sur la matrice des observations faites d'avril à juillet 1979 sur les deux radiales. Le codage des taxons est donné dans le tableau. Les contributions relatives des différentes variables aux axes factoriels ne sont données que sur les quatre premiers axes qui extraient 53 % de la variance.

Le plan des axes I et II (respectivement 24,8 et 13,4 % de la variance) traduit des phénomènes essentiels mais souvent triviaux, par exemple l'évolution saisonnière du plancton qui intègre les variations de température et de salinité. Les axes III et IV (respectivement 9,4 et 5,3 % de la variance) traduisent l'opposition entre les points et entre les taxons lors de la mise en place de la stratification.

L'axe III oppose à partir de juin, d'une part deux groupes

de points correspondant aux deux secteurs hydrodynamiques (fig. 4), d'autre part deux groupes taxonomiques (fig. 5). Sur cette dernière figure, un troisième groupe fortement corrélé à l'axe I isole des taxons peu sensibles aux structures hydrologiques estivales.

La même A.C.P. menée sur les données d'avril à juillet 1980 confirme les résultats précédents, sauf pour quelques taxons pélagiques (larves de *Trachurus trachurus*, de *Scomber scombrus* et de Clupéidés) dont l'appartenance à un groupe donné varie d'une année à l'autre.

Variations au cours d'un cycle de marée

Hydrologie

L'évolution de la température au point 3 en juillet 1980 (fig. 6) et en août 1980 montre le caractère cyclique des variations de la température de fond et de surface, avec un décalage par rapport au cycle des courants, ce que confirment les observations de Manoha (1980). Les eaux restent homogènes pendant 3 à 4 h au cours d'un cycle de 12 h. Le point 3 peut être rattaché alternativement à la zone homogène et à la zone de transition, alors que le point 8 étudié seulement en août reste toujours stratifié.

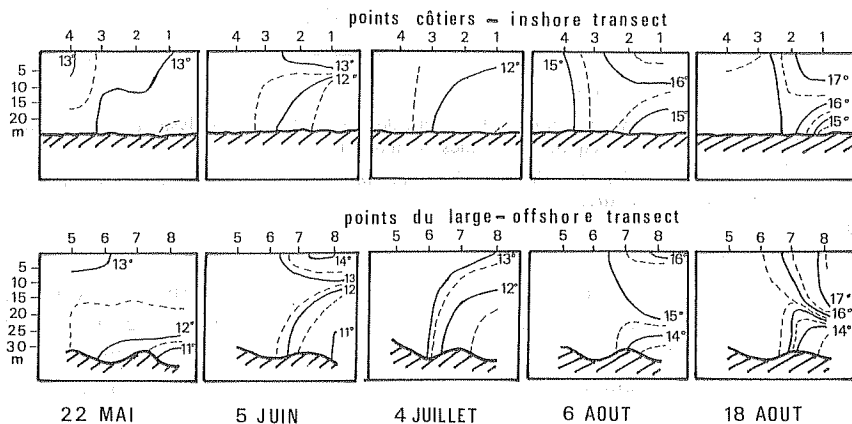


Figure 3
 Variations saisonnières du profil vertical de la température sur les deux radiales en 1980.
 Seasonal variation of temperature vertical profiles along the two transects in 1980.

Tableau

Liste des taxons méroplanctoniques et code d'identification.
List of meroplanktonic taxa and identification code.

Divers taxons méroplanctoniques

• zoés de <i>Natantia</i>	ZA
• zoés d' <i>Upogebia</i> sp.	ZU
• zoés de Galatheididae	ZG
• zoés de Porcellanidae	ZO
• zoés de Paguridae	ZP
• zoés de Brachyura	ZB

Oeufs de Poissons

Lotinae	ωON
<i>Ctenolabrus rupestris</i>	ωCT

Larves de poissons

Clupeidae	CU
<i>Trisopterus minutus</i> , L.	TM
<i>Pollachius pollachius</i> , L.	PP
<i>Raniceps raninus</i> , L.	RA
Autres Lotinae	ON
<i>Dicentrarchus labrax</i> , L.	DL
<i>Trachurus trachurus</i> , L.	TT
<i>Spondyliosoma cantharus</i> , L.	SP
<i>Ctenolabrus rupestris</i> , L.	CT
<i>Labrus bergyllta</i> , Ascanius	LBE
<i>Labrus bimaculatus</i> , L.	LBI
<i>Symphodus melops</i> , L.	SM
<i>Trachinus vipera</i> , Cuvier	TV
<i>Scomber scombrus</i> , L.	SC
Gobiidae	GI
<i>Lebetus</i> sp.	LE
<i>Callionymus</i> sp.	CA
<i>Blennius gattorugine</i> , L.	BG
<i>Taurulus bubalis</i> , Euphrasen	TB
<i>Liparis montagui</i> , Donovan	LM
<i>Phrynorhombus norvegicus</i> , Günter	PN
<i>Zeugopterus punctatus</i> , Bloch	ZE
<i>Arnoglossus</i> sp.	AR
<i>Solea vulgaris</i> , Quensel	SV
<i>Solea lascaris</i> , Risso	SL
<i>Buglossidium luteum</i> , Risso	BL
Gobiesocidae	GO

Ichthyoplankton et autres taxons méroplanctoniques

L'A.C.P. pratiquée sur les 10 premiers prélèvements du point 3 en juillet (jusant et première moitié du flot) montre que les stations et les taxons s'organisent en deux groupes par rapport à l'axe I, lequel traduit une fluctuation périodique de la composition faunistique autour de l'étale de jusant qui marque la fin d'un écoulement d'eaux homogènes vers le sud-est (fig. 7 et 8).

Au point 8 en août, l'A.C.P. ne permet pas de différencier des groupes suffisamment distincts de stations ou de taxons.

L'étude de l'hydrologie saisonnière met en évidence les caractéristiques d'une zone frontale en été et la relative sensibilité des eaux de surface de la zone stratifiée aux influences météorologiques. La stratification thermique est moindre à la côte qu'au large, probablement en raison du brassage et de la recirculation provoquée par une côte rocheuse découpée. Au cours des « points fixes », nous avons suivi au point 3 le passage de la zone frontale et au point 8 la relative stabilité de la stratification thermique estivale.

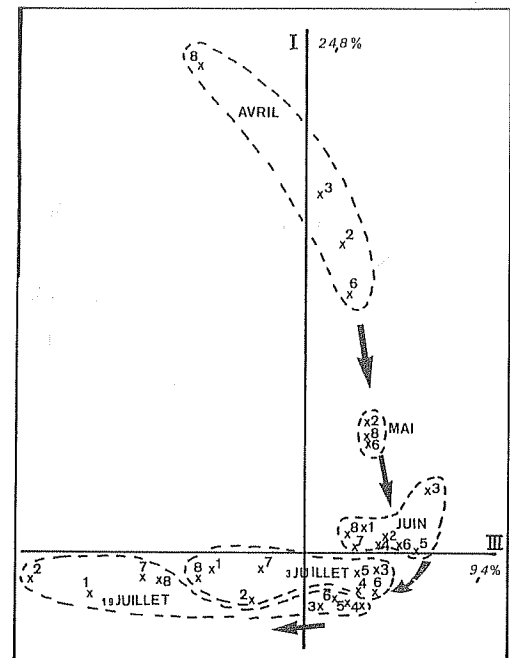


Figure 4

Avril à juillet 1979. Plan des axes I-III de l'analyse en composantes principales (observations = points).

N.B. : en avril et mai, les points 1, 4, 5, 7 n'ont pas été échantillonnés.

April to July 1979. Principal component analysis, axis I-III (observations = stations).

N.B. : in April and May, stations 1, 4, 5, 7 were not sampled.

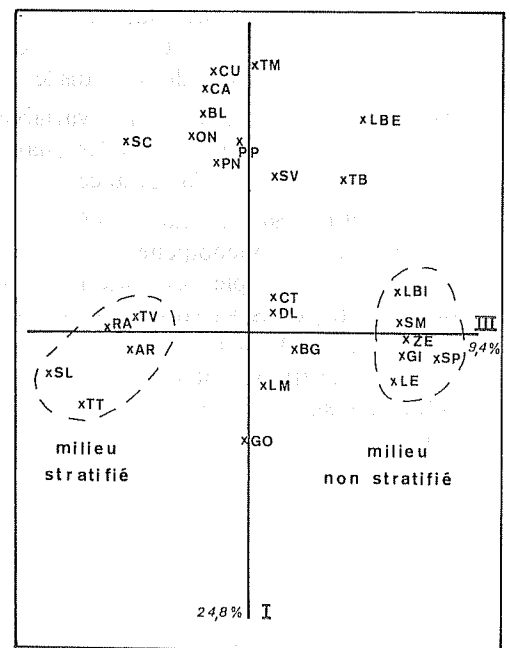


Figure 5

Avril à juillet 1979. Plan des axes I-III de l'analyse en composantes principales (variables = taxons).

April to July 1979. Principal component analysis, axis I-III (variables = taxa).

L'analyse des résultats des A.C.P. pratiquées pendant deux années sur l'ichthyoplankton permet de distinguer en été deux groupes distincts de taxons dès la mise en place du front. Cette relation entre la répartition de l'ichthyoplankton et les structures hydrologiques se

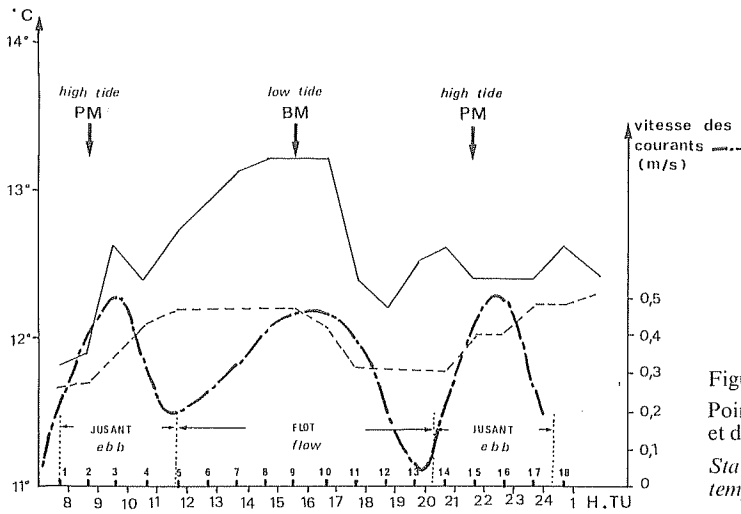


Figure 6

Point 3 : fluctuations de la température de surface (—) de fond (---) et de la vitesse du courant de surface (—·—) le 5 juillet 1980.

Station 3 : fluctuations of the sea surface (—) and bottom (---) temperature and of the surface current speed (—·—) on 5 July 1980.

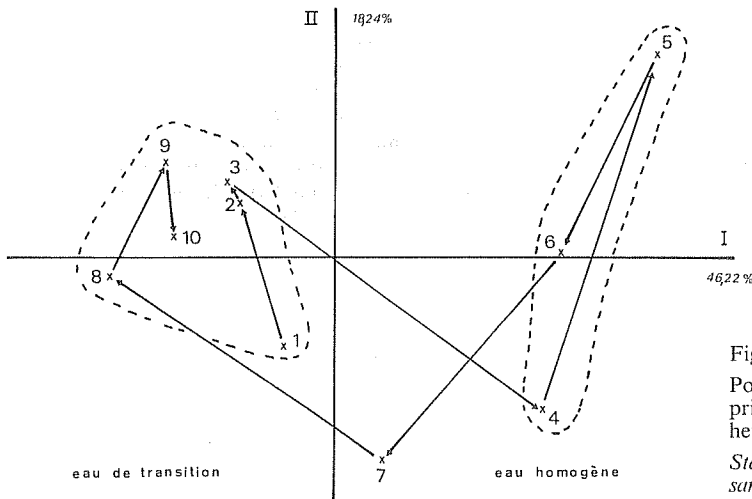


Figure 7

Point 3 : 5 juillet 1980. Plan des axes I-II de l'analyse en composantes principales effectuée sur les dix premiers prélèvements (observations = heures de prélèvement).

Station 3 : 5 July, 1980. Principal component analysis on the first ten samples (observations = hours of sampling) axis I-II.

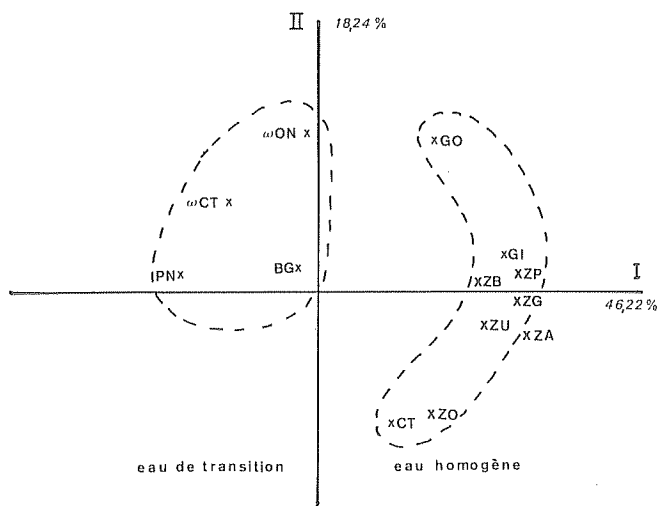


Figure 8

Point 3 : 5 juillet 1980. Plan des axes I-II de l'analyse en composantes principales effectuée sur les dix premiers prélèvements (observations = taxons).

Station 3 : 5 July, 1980. Principal component analysis on the first ten samples (observations = taxa).

retrouve d'une année sur l'autre bien que la composition faunistique de chaque groupe puisse se modifier. L'étude du « point fixe » 3 précise la distribution spatiale des taxons méroplanctoniques en fonction des fluctuations des structures hydrologiques.

DISCUSSION

Cette étude côtière, limitée dans l'espace et dans le temps, met en évidence une relation entre la répartition de taxons méroplanctoniques (principalement œufs et larves de poissons) et les fluctuations des structures hydrologiques au niveau d'une zone frontale en été.

— Pour la plupart des œufs de poissons, nous observons une tendance à l'accumulation dans la zone de transition et la zone stratifiée. Le courant résiduel qui porte vers le nord-ouest dans ce secteur (Mariette *et al.*, 1982) devrait normalement disperser les œufs dans la zone à fort hydrodynamisme. Cette accumulation locale peut être liée aux variations du courant résiduel ou à des courants de convection au niveau du front et accréditer l'hypothèse d'une accumulation mécanique.

— Pour certaines larves de poissons, les zones de transition des structures frontales côtières peuvent jouer un rôle important dans le processus de rétention comme Iles et Sinclair (1982) ont pu le démontrer pour le hareng.

Des mécanismes analogues ne peuvent être envisagés pour chaque taxon car il conviendrait d'étudier également le comportement des géniteurs au moment de la reproduction ainsi que le rapport proie-prédateur dans chacune des zones et à différents niveaux.

D'autres travaux (Ryckaert, comm. pers.) démontrent qu'aucune corrélation significative n'a pu être faite entre l'abondance du phytoplancton, les structures hydrologiques et l'abondance des larves de poissons.

Un suivi de bouée dérivante et une étude physique fine permettraient de mieux cerner les phénomènes de ségrégation, notamment au niveau du front.

Les fluctuations printanières des structures hydrologiques d'une année sur l'autre peuvent contribuer aux variations de la composition faunistique des deux groupes taxonomiques identifiés en été, en intervenant sur le comportement des géniteurs ou la survie des œufs et larves de poissons (Smith, Lasker, 1978).

Enfin, dans la zone à faible hydrodynamisme, il serait nécessaire de stratifier les prélèvements en fonction des structures hydrologiques et d'étudier au niveau du fond les phénomènes d'advection que soulignent la présence occasionnelle de larves de *Nephrops norvegicus* et de *Cepola macrophthalma*.

Remerciements

Cette étude a pu être réalisée grâce à l'aide d'E. Lesquoy de l'équipe de recherche associée au C.N.R.S. 532, statistique appliquée, Université de Paris sud-Orsay, et d'Electricité de France (contrats T 3359 et AC 1641).

RÉFÉRENCES

- Dessier A., Laurec A., 1978. Le cycle annuel du zooplancton à Pointe-Noire, Congo ; description mathématique, *Oceanol. Acta*, **1**, 3, 285-304.
- Frontier S., 1972. Calcul de l'erreur sur un comptage de zooplancton, *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, **8**, 121-132.
- Iles T. D., Sinclair M., 1982. Atlantic herring : stock discreteness and abundance, *Science, N.Y.*, **215**, 627-633.
- Manoha B., 1980. Résultats des campagnes de mesures de courants et de températures permettant de caractériser le front thermique, L.N.H. (Laboratoire National d'Hydraulique), Annexe rapport HE 042/80.34.
- Mariette V., Rougier G., Salomon J.-C., Simon B., 1982. Courants de marée de mer d'Iroise, *Oceanol. Acta*, **5**, 2, 149-159.
- Mastail M., Battaglia A., 1978. Amélioration de la conservation des pigments du zooplancton, *Cons. Int. Explor. Mer*, CM 1978/L/20.
- Pingree R. D., Griffiths D. K., 1978. Tidal fronts on the shelf seas around the British Isles, *J. Geophys. Res.*, **38**, C9, 4615-4622.
- Smith P. E., Lasker R., 1978. Position of larval fish in an ecosystem. *Rapp. PV Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, **173**, 77-84.