

# Étude d'une nurserie littorale à partir des pêches accessoires d'une pêcherie artisanale de crevettes grises (*Crangon crangon* L.)

Nurserie littorale  
Pêche accessoire  
Écologie numérique  
Diagrammes rang-fréquence  
Pleuronectiformes juvéniles  
Coastal nursery  
By-catch  
Numerical ecology  
Rank-frequency diagrams  
Pleuronectiform juveniles

Patrick SAFRAN

Station Marine, 28, avenue Foch, BP 41, F 62930 Wimereux  
et Université des Sciences et Techniques de Lille, Laboratoire d'Écologie Numérique,  
F 59655 Villeneuve d'Ascq Cedex, France.

Reçu le 3/3/86, révisé le 12/12/86, accepté le 15/12/86.

## RÉSUMÉ

L'analyse de la pêche accessoire d'une pêcherie artisanale de crevettes grises (*Crangon crangon*, L.), durant les périodes printanières des années 1984 et 1985, nous a permis d'aborder l'étude d'une nurserie plurispécifique de poissons plats le long de la côte du Pas-de-Calais (Manche orientale), à partir d'un petit nombre de chalutages professionnels.

La répartition spatio-temporelle des peuplements a été appréciée à l'aide de quatre méthodes numériques complémentaires :

1) La méthode des diagrammes rang-fréquence (DRF), qui analyse les distributions des individus en espèces, montre une homogénéité entre le nord et le sud de la zone exploitée en ce qui concerne la structure du peuplement, et en revanche une hétérogénéité entre les deux années successives;

2) la classification numérique par le coefficient de similarité qualitative d'Ochiai fait disparaître la discrimination entre les deux années, établit une discrimination nord-sud et fait apparaître un troisième facteur, non apparent dans l'analyse par les DRF : la saison, responsable de l'apparition et de la disparition de certaines espèces;

3) l'analyse factorielle des correspondances (AFC) décrit plus précisément ce remplacement d'espèces. Les deux années présentent des profils différents; cependant on note que les évolutions d'avril à mai sont très voisines pour les deux années; les prélèvements de juin et juillet 1985 se distinguent par un recrutement de plies (*Pleuronectes platessa*, L.);

4) l'analyse des histogrammes de distribution des tailles des prises des trois espèces principales montre une grande homogénéité des tailles capturées :  $5 \text{ cm} \leq L \leq 12 \text{ cm}$  pour la limande (*Limanda limanda*, L.),  $6 \text{ cm} \leq L \leq 15 \text{ cm}$  pour la plie (*Pleuronectes platessa*), et  $7 \text{ cm} \leq L \leq 19 \text{ cm}$  pour la sole (*Solea vulgaris*, Q.).

L'évolution de la proportion mutuelle des trois espèces principales fait apparaître avec évidence que la sole domine en 1984 et la limande en 1985.

La nurserie semble ainsi traversée par un flux d'individus qui y résident peu de temps. Le dénombrement des cohortes est donc possible, mais pas leur suivi.

*Oceanol. Acta*, 1987, 10, 2, 239-248.

## ABSTRACT

Study of a coastal nursery from the by-catch of an artisanal brown shrimp (*Crangon crangon*, L.) fishery

Analysis of the by-catch of an artisanal brown shrimp (*Crangon crangon*, L.) fishery, during the spring seasons of 1984 and 1985 allowed us to study from a small number of commercial trawl samples, a plurispécific nursery of flatfishes along the coast of the Pas-de-Calais (Eastern Channel).

The spatio-temporal distribution of the populations was analysed by four complementary numerical methods:

1) rank-frequency diagrams, which model the distributions of individuals among species. These diagrams demonstrate a homogeneity of species diversity in the north and the south of the exploited area and a heterogeneity between the two successive years;

2) numerical classification by the qualitative similarity coefficient of Ochiai precludes discrimination between the two years, but reveals north-south differences and identifies a third discrimination factor: the season, which is responsible for the appearance and disappearance of some species;

3) factorial analysis of correspondence describes in greater detail this spatial and temporal succession in species abundance. The profiles of the two years differ, although the April and May evolutions are quite similar. In 1985, plaice (*Pleuronectes platessa*, L.) is abundant in June and July, due to recruitment;

4) analysis of size-frequency histograms of the by-catch of the three main species homogeneity in the size of individual captured:  $5 \text{ cm} \leq L \leq 12 \text{ cm}$  for dab (*Limanda limanda*, L.),  $6 \text{ cm} \leq L \leq 15 \text{ cm}$  for plaice (*Pleuronectes platessa*, L.), and  $7 \text{ cm} \leq L \leq 19 \text{ cm}$  for sole (*Solea vulgaris*, Q).

Species assemblage was dominated by the sole in 1984 and by the dab in 1985. A continuous flow of individuals passes through the nursery.

*Oceanol. Acta*, 1987, 10, 2, 239-248.

## INTRODUCTION

Les populations de poissons pleuronectiformes vivant en Manche orientale constituent d'importantes accumulations de juvéniles près de la côte, « nurseries » voyant se succéder les cohortes depuis la métamorphose jusqu'à la taille à laquelle les animaux retournent vers le large. Il nous a paru intéressant, dans le cadre d'une étude sur le déterminisme du recrutement de ces espèces, d'étudier ce peuplement très côtier afin de déterminer le flux que représente ce passage de juvéniles, les taux de mortalité et de croissance dont ils sont l'objet, le temps moyen de résidence, ainsi qu'éventuellement les variations de composition faunistique au long de l'année.

Il se trouve que cette zone de nurserie est également une zone d'abondance de la crevette grise (*Crangon crangon*, L.), exploitée une partie de l'année à partir du port d'Étaples par une flottille d'unités qualifiées de « polyvalentes », car passant d'un type de pêche à un autre selon la saison. Nous avons profité de cette situation pour effectuer un sondage préliminaire de la nurserie plurispécifique, en étudiant le contenu des prélèvements au chalut de cette pêche artisanale sur les bateaux-mêmes, avant que les crevettes ne soient triées. Le présent article analyse les résultats de cette étude préliminaire, qui a été suivie d'une prospection suivant une planification plus rigoureuse et avec des moyens scientifiques (travail en cours).

L'association entre crevettes grises et nurseries de poissons plats a déjà été signalée. La crevette est pêchée jusqu'à 1 mille de la côte, par fonds faibles (0 à 10 m) sablo-vaseux, dans une eau à température et salinité modérément variables; le milieu est riche en plancton et en benthos de petite taille (Schokaert, 1968; Boddeke, 1975; Labat, 1977; Regnault, 1977; Marchand, 1981); ces conditions favorisent les grandes concentrations de poissons juvéniles, qui s'y rassemblent après la méta-

morphose qui les fait devenir benthiques. La potentialité trophique élevée de ces zones autorise des vitesses de croissance rapides (Rauck, Zijlstra, 1978; Marchand, 1980; Riley *et al.*, 1981; Valette, 1982; Weinstein, 1982; Safran, 1985; Poxton, Nasir, 1985). On trouve en particulier dans ces zones les juvéniles des pleuronectiformes exploités à l'état adulte par une autre pêcherie (à partir des ports d'Étaples et de Boulogne): plie (*Pleuronectes platessa*, L.), limande (*Limanda limanda*, L.) et sole (*Solea vulgaris*, Q.), dont la nurserie étudiée ici constitue la phase « prérecrutale » au sens des halieutes; les statistiques de pêche pourront dès lors, le cas échéant, nous fournir les données nécessaires à la dynamique des populations qui doit s'articuler sur les variations de la nurserie.

Une des caractéristiques de la nurserie étudiée est de se trouver en mer ouverte, alors que la plupart des descriptions concernent des milieux plus fermés: estuaires, baies, lagunes, dont certains auteurs nous donnent des inventaires faunistiques et biologiques exhaustifs (Marchand *et al.*, 1983; Labourg *et al.*, 1985) alors que d'autres ne s'intéressent qu'aux espèces commerciales (Desaunay *et al.*, 1979; Duval, 1982; Tétard, Péronnet, 1982; 1983; Durand, Dorel, 1984).

Notre approche sera intermédiaire: elle exclut, dans cette première étape, un bilan biologique et écologique complet, mais s'intéresse à la totalité des espèces de poissons présents à l'état juvénile, partant de l'hypothèse de travail que la compétition entre tous ces juvéniles, que les adultes soient exploités ou non, influe sur le recrutement des phases post-juvéniles.

Cette première phase de l'étude, qui s'est limitée à une enquête approfondie sur le matériel réellement chaluté par les artisans (et non tel qu'il se présenterait à l'analyse des débarquements au quai), avait essentiellement pour but de recueillir des données suffisantes pour établir, dans un second temps, une stratégie rationnelle d'échantillonnage. L'analyse numérique des données

recueillies lors des embarquements sur les chalutiers aboutit en effet à établir des caractéristiques statistiques de peuplement juvénile ou « nurserie », tant dans les variations spatio-temporelles que concernant les rapports de compétition entre espèces, qui sont intéressantes en soi, mais aussi à déterminer le plan d'échantillonnage ultérieur (Frontier *et al.*, 1983; Legendre, Legendre, 1984).

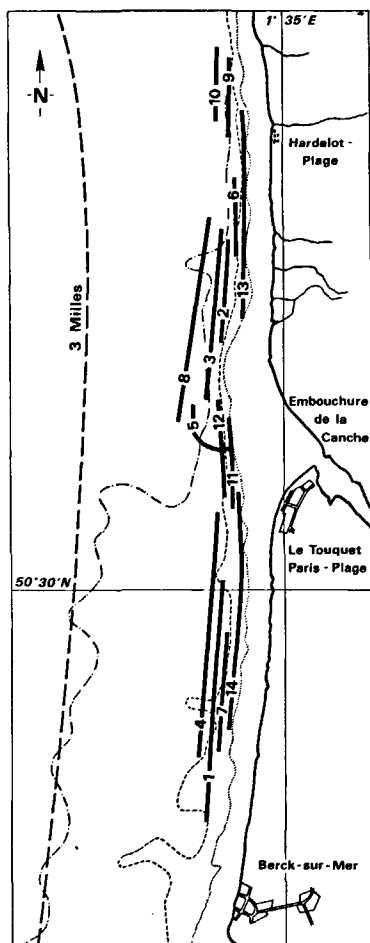


Figure 1  
La zone d'étude : localisation schématique des traits de chalut.  
Study area: schematic localization of trawling sites.

Zone Nord	Traits 1984 : 2, 3, 6, 8 Traits 1985 : 9, 10, 13
Zone Sud	Traits 1984 : 1, 4, 5, 7 Traits 1985 : 11, 12, 14

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### La pêche

Les chalutages crevettiers se font à partir du port d'Étaples (Pas-de-Calais, France) au nord et au sud de l'estuaire de la Canche, le plus souvent à moins d'un mille de la côte (fig. 1), soit sur une zone littorale d'environ 40 km<sup>2</sup>. Les fonds sont sableux et sablo-vaseux, compris entre -3 et -10 m.

La pêche se pratique à bord de chalutiers de petite taille. L'unité dont nous avons analysé les prélèvements était un bateau de 9,95 m et avait un moteur de 110 CV. L'engin est un chalut de fond à panneaux, de 9,20 m de corde de dos et 4,40 m de bourrelet (descrip-

tion détaillée in Safran, 1984). La poche comprend un « cul à poissons » à mailles de 35 mm de côté (70 mm étirées), suivi d'un « cul à crevettes » à mailles de 12 mm (24 mm étirées). Nous avons estimé la largeur de la bande de fond chalutée à 6 m. La vitesse de trait mesurée au loch varie entre 1 et 2,5 nœuds, le pêcheur s'efforçant de conserver une vitesse de 1,5 à 2 nœuds par rapport au fond. Le temps de trait, à l'initiative du patron, est compris entre 30 et 110 minutes. La longueur approximative de la bande chalutée a, en fait, été déduite des points DECCA faits au début et à la fin de chaque trait. On en déduit qu'un trait de chalut balaie une surface de fond comprise entre 1,3 et 9,8 hectares, soit en moyenne 4,5 hectares : 0,11 % de l'aire exploitée. Le rythme des sorties se conforme au rythme de la pêche crevette : une période productive printanière a lieu d'avril à mai, avec un maximum de rendement en mai, puis une saison automnale en septembre et octobre, maximale le second mois (fig. 2).

### Echantillonnage

Quatorze coups de chalut ont été analysés lors de 14 embarquements pendant les périodes printanières de 1984 et 1985. Pour chaque trait nous avons dénombré par espèce la totalité des poissons capturés et mesuré la longueur totale (au millimètre près) et le poids (au centigramme près) de chaque individu.

Au total 6 500 individus ont été recensés, appartenant à 30 espèces et réalisant un poids total de 45 kg (moyenne par coup de chalut : 463 individus, 13 espèces, environ 3 kg). Par ailleurs nous avons noté le poids de crevettes grises récoltées lors de chaque trait.

### Traitement des données

#### Comparaison des zones et des époques

Des tests statistiques classiques portant sur les nombres d'individus récoltés n'ayant pas donné de résultats

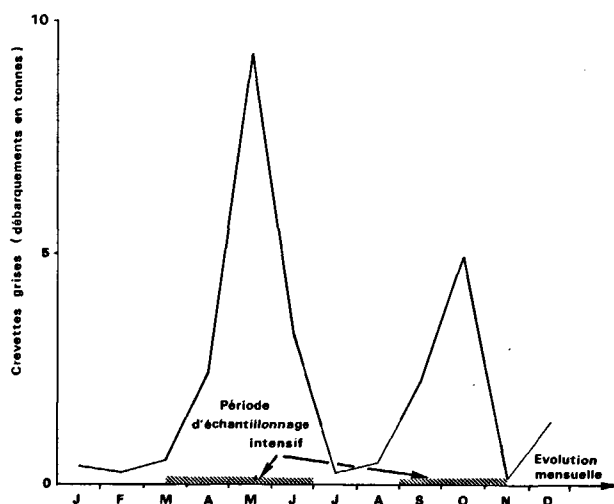


Figure 2  
Stratégie d'échantillonnage théorique de la pêche accessoire dans la pêche artisanale étaploise de crevettes grises (à partir d'une évolution saisonnière schématique des débarquements).  
Theoretical sampling strategy of by-catch in the small coastal brown-shrimp fishery at Etaples (from a schematic seasonal evolution of landings).

significatifs, des analyses multivariées ont été appliquées aux compositions des coups de chalut, selon trois méthodes complémentaires :

1) Une analyse factorielle des correspondances (AFC) sur le tableau croisant les 30 espèces et les 14 dates de chalutage (tab. 1). Cette méthode est trop classique pour qu'on s'y attarde (Benzecri *et al.*, 1973; Volle, 1981; Lagarde, 1983; Legendre, Legendre, 1984).

2) Une classification numérique des échantillons au moyen du coefficient de similarité qualitative d'Ochiai (Ochiai, 1957 *in* Blanc *et al.*, 1976; Daget, 1976; Legendre, Legendre, 1984). Cet indice est fondé sur les présences-absences et ne tient pas compte des doubles zéros. Le groupement subséquent est agglomératif à liens flexibles par l'algorithme de Lance et Williams, (Lance, Williams, 1967; Daget, 1976; Legendre, Legendre, 1984); il est finalement représenté par un dendrogramme dont on déduit « à vue » des groupes significatifs.

3) Les diagrammes rang-fréquence (DRF). Cette méthode, bien que de plus en plus utilisée en synécologie (Frontier, 1976; 1985) n'est cependant pas encore tout à fait classique et nécessite quelques commentaires.

La méthode consiste à classer les espèces présentes dans l'échantillon par ordre d'abondances décroissantes, puis à représenter sur un graphique en coordonnées log-log la décroissance de la fréquence des espèces quand leurs rangs dans le classement croît. Frontier (1985) démon-

tre qu'on obtient ainsi une représentation de la courbe des fréquences rétrocumulées de la distribution des individus en espèces, ou « distribution des espèces » au sens de Preston (1962), Mac Arthur (1969) (*in* Daget, 1976). Sans aucunement se référer à un modèle comme il est parfois fait à la suite de ces auteurs, la courbe empirique donne une information synthétique et facile à saisir sur la composition spécifique de chaque échantillon, son contenu relatif en espèces « rares » et « abondantes », et l'allure (pouvant être concave, convexe, linéaire au moins partiellement, à paliers, *etc.*) renseigne sur la « structure » de cette composition — structure qu'il est souvent possible de mettre en relation avec des particularités synécologiques (Frontier, *loc. cit.*).

Il est enfin possible, pour chaque échantillon, d'identifier par des numéros ou des initiales les espèces représentées par les points du diagramme; on obtient de cette façon une vision d'ensemble de l'échantillon tout à fait détaillée.

Les diagrammes obtenus à partir d'échantillons individuels, par exemple à partir d'un trait de chalut (quelques centaines d'individus et quelques dizaines d'espèces), montrent une tendance générale mais aussi, sauf exceptions, un bruit dû aux aléas de l'échantillonnage. Il existe deux méthodes complémentaires pour obtenir un DRF plus lisse à partir de plusieurs échantillons.

Dans la première méthode, groupant un certain nombre

Tableau 1

Pêches accessoires récoltées dans les pêches crevettières, durant les périodes printanières des années 1984-1985, le long du Pas-de-Calais.  
*By-catch in the small coastal brown shrimp fishery of the Pas-de-Calais during the spring seasons in 1984 and 1985.*

Espèces	Années	1984								1985						
		Dates N° du trait	4/4 1	17/4 2	17/4 3	10/5 4	21/5 5	4/6 6	26/6 7	27/7 8	5/4 9	5/4 10	29/5 11	29/5 12	19/6 13	24/7 14
<i>Lampetra fluviatilis</i>	Lf			1					1							
<i>Raja brachyura</i>	Rb					4										
<i>Clupea harengus</i>	Ch	8	4	11	2	3	1						8			
<i>Sprattus sprattus</i>	Ss	11					6	18	34	4	1				5	15
<i>Anguilla anguilla</i>	Aa						1								1	
<i>Syngnathus acus</i>	Sa															1
<i>Gadus morhua</i>	Gm			1												
<i>Merlangius merlangus</i>	Mm	2		9	8			1	105			6	3			71
<i>Trisopterus minutus</i>	Tm				19	26		117	7	10		9	11	4		33
<i>Trisopterus luscus</i>	Tl	1	3													
<i>Gaidropsarus vulgaris</i>	Gv	2			10	3				7	1	2	5			
<i>Dicentrarchus labrax</i>	Dl	5														
<i>Spondyliosoma cantharus</i>	Sc												2			
<i>Hyperoplus lanceolatus</i>	Hl				2		1		1				2	1	1	
<i>Trachinus vipera</i>	Tv	6		10	26	2	23	6	3	5	2	51	3	4	5	
<i>Pomatoschistus minutus</i>	Pm	72		2	62	18		9		76	48	5	3		5	
<i>Callionymus lyra</i>	Cl	2	9	31	56	43	102	12	14		6	280	195	4		
<i>Pholis gunellus</i>	Pg					1										
<i>Atherina presbyter</i>	Ap		1	10					1	2	7					1
<i>Eutrigla gurnardus</i>	Eg				10	8					1	6	1	1		
<i>Agonus cataphractus</i>	Ac	9	2	13	28	18	1	23	19	31	39	180	66	2	65	
<i>Cyclopterus lumpus</i>	Clu								1	1						
<i>Psetta maxima</i>	Pma	10	2	3												1
<i>Pleuronectes platessa</i>	Pp	122	8	15	11	4	21	25	114	10	10	2	11	523	511	
<i>Limanda limanda</i>	Ll	184	6	213	92	28	56	8	144	268	205	90	47	2	222	
<i>Microstomus kitt</i>	Mk	8														
<i>Platichthys flesus</i>	Pf	18		1		2				1				1		
<i>Solea vulgaris</i>	Sv	10	71	137	148	192	72	147	21	52	51	45	17	11	33	
<i>Solea lascaris</i>	Sl	1		1		46	15	36		2		3				
<i>Buglossidium luteum</i>	Bl											1				
Nombre d'espèces		17	10	14	14	15	11	11	12	13	11	13	14	12	13	
Nombre d'individus		471	107	457	478	395	299	402	464	469	371	680	374	559	964	
Indice de Shannon		2,59	1,87	2,23	2,98	2,56	2,51	2,61	2,72	2,06	2,04	2,31	2,28	0,54	2,06	
Régularité		0,63	0,56	0,59	0,76	0,66	0,70	0,71	0,71	0,56	0,59	0,63	0,60	0,15	0,56	

d'échantillons montrant des caractères d'homogénéité, on en déduit un échantillon global en totalisant les effectifs, espèce par espèce. On peut considérer que l'on a alors réalisé un échantillon aléatoire à une échelle d'observation plus grande dans le temps et dans l'espace. En effet, les échantillons groupés proviennent généralement d'une même zone et/ou d'une même époque de l'année, dont ils constituent par leur ensemble un sondage. Il est à noter que, dans ces conditions, le diagramme cumulé obtenu n'a pas la même allure générale que les diagrammes relatifs aux échantillons individuels, même si ces derniers sont très voisins d'allures. Cela est dû à la surdispersion des espèces, et au fait que la diversité spécifique est une notion strictement relative à une échelle d'observation. Si, en effet, l'allure des DRF par échantillon est la même, l'ordre des espèces peut varier d'un échantillon à l'autre; dès lors en cumulant les échantillons, ce qui revient à intégrer la surdispersion sur l'aire échantillonnée, on obtient par exemple plusieurs espèces d'abondance voisine, donc une partie de la courbe relativement horizontale, alors que ces espèces étaient en premier rang dans leurs échantillons respectifs pour lesquels elles donnaient une allure de DRF verticale (Frontier, 1985).

La seconde méthode de lissage tend au contraire à préserver l'allure générale de DRF; on suppose que l'on groupe uniquement des diagrammes de même allure, ce qui n'est nullement obligatoire dans la première méthode. Dès lors, on s'attachera à la succession des fréquences par rangs indépendamment des espèces responsables. Cette façon de faire procède de l'hypothèse que l'allure d'un DRF en une station d'échantillonnage est caractéristique de sa structure écologique, au point que différentes stations d'un même biotope peuvent donner des DRF voisins alors que le classement des espèces diffère en raison de leurs surdispersions respectives. On fera ainsi la somme des espèces de rang 1 quelles qu'elles soient, puis la somme des espèces de rang 2 et ainsi de suite. On obtiendra ainsi un DRF « moyen », passant réellement à l'intérieur du faisceau de courbes représentant l'ensemble des échantillons, et « axant » correctement ce faisceau puisque, pour chaque rang, le DRF cumulé passe par la fréquence moyenne afférant à ce rang.

Les DRF lissés par ces deux méthodes n'ont évidemment pas la même signification écologique : la première technique donne un DRF « global » décrivant la diversité spécifique à une échelle d'espace/temps supérieure à celle des stations individuelles. La seconde donne l'allure moyenne d'un DRF observé en une station. Enfin, la comparaison des deux types de cumuls d'échantillons est par elle-même instructive : le DRF « global » s'éloigne d'autant plus du DRF « moyen » que les espèces individuelles ont plus tendance à être surdispersées à l'échelle du biotope échantillonné.

*Comparaison entre les quantités de poissons juvéniles et les quantités de crevettes grises récoltées*

Cette comparaison avait un double but : halieutique, pour estimer l'importance de l'impact de la pêche crevettière sur la nurserie de poissons plats; écologique, pour tester la relation entre la présence des crevettes et

celle des poissons juvéniles (relation peut-être d'origine trophique).

Deux méthodes numériques ont été appliquées : la régression linéaire et l'estimateur rapport (Cochran, 1977; Frontier, 1980; Scherrer, 1983; 1984), appliqués aux poids de poissons juvéniles (toutes espèces comprises, ou par espèce) et aux poids de crevettes capturées en même temps.

Le seul estimateur non biaisé du rapport est le rapport des quantités totales :

$$\hat{R} = \frac{\bar{y}}{\bar{x}} = \frac{\sum y}{\sum x}$$

dont la variance est :

$$\sigma^2(\hat{R}) = \frac{\sum y^2 - 2\hat{R}\sum xy + \hat{R}^2\sum x^2}{\bar{x}^2(n-1)n}$$

où *n* est le nombre d'échantillons, *x* représente le poids des crevettes récoltées et *y* représente le poids des poissons juvéniles.

Cette estimation de la variance est, en fait, légèrement biaisée en raison du petit nombre d'échantillons, mais l'ordre de grandeur est conservé. Une autre source d'erreur, celle-ci non contrôlable, est que les poids de crevettes ont été seulement évalués à vue par les pêcheurs; nous avons pu vérifier deux fois que l'erreur était au maximum de 15%.

**RÉSULTATS ET DISCUSSION**

**Rendement des traits de chalut**

La comparaison des variations d'effectifs récoltés par coup de chalut ou ramenés à l'hectare prospecté (fig. 3 a

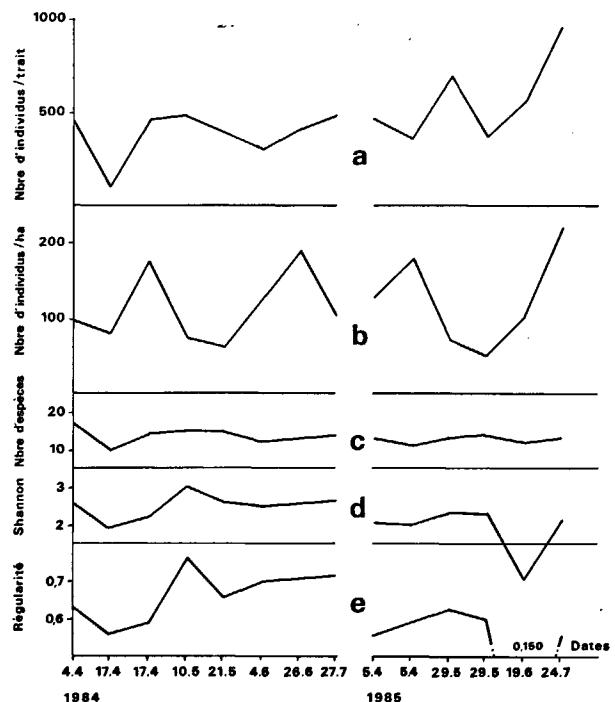


Figure 3 Évolutions durant les périodes printanières des années 1984 et 1985 de l'effectif par coup de chalut (a), de l'effectif par hectare (b), de la richesse spécifique (c), de la diversité spécifique : indice de Shannon (d) et de la régularité (e).

*Spring fluctuations in 1984 and 1985 of the number of individuals by trawl (a); the number of individuals by ha (b); specific richness (c), specific diversity: Shannon index (d); and evenness (e).*

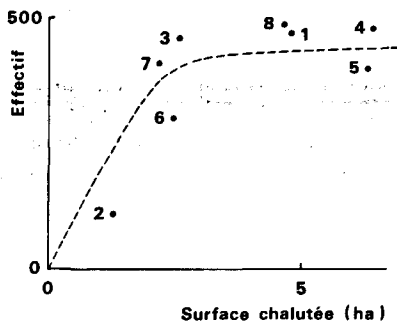


Figure 4  
Variations des nombres d'individus récoltés en fonction de la surface chalutée (en 1984).  
Variations of the number of individuals harvested in relation to the trawled area (in 1984).

et b; fig. 4) aboutit à un résultat paradoxal, du moins pour 1984. En effet, le nombre d'individus capturés par coup de chalut reste assez constant (entre 300 et 490 en 1984) à l'exception d'un coup de 30 minutes ayant ramené 107 individus; en revanche, le nombre d'individus par unité de surface chalutée est très variable (63 à 187 par hectare, et 82 pour le trait de 30 minutes). Cela semblerait indiquer que, au dessus de 30 minutes de trait, le nombre d'individus capturés ne dépend plus de la surface balayée qui, rappelons le, était comprise entre 1,3 et 9,8 ha. Les données de 1985 sont, en revanche, erratiques et n'ont pas permis de confirmer cette hypothèse.

**Comparaisons des zones chalutées et comparaisons des années**

Dans un premier temps, les diagrammes rang-fréquence ont été établis pour chaque trait de chalut, et comparés par zone (nord et sud de la Canche) et par année (1984 et 1985). Sur les figures 5a et b, nous avons superposé les quatorze DRF ainsi obtenus, en distinguant soit la zone nord et la zone sud (fig. 5a), soit 1984 et 1985 (fig. 5b).

On constate d'emblée une très grande homogénéité d'allure des courbes, toutes convexes et se situant dans un « canal » ou domaine de variation assez étroit. Fait exception la courbe décrivant l'échantillon du 19 juin 1985, au nord de la zone, caractérisé par un important recrutement de plies, et dans une moindre mesure de soles. Quelques autres courbes, bien que correctement situées dans le faisceau d'ensemble, montrent une inflexion vers le haut pour la première espèce, suivie par un court palier, et correspondent également à la dominance d'une espèce (sole le 17 avril 1984 au nord et le 21 mai 1984, au sud; limande le 5 avril 1985, au nord).

La superposition des courbes obtenues au nord et au sud (fig. 5a, abstraction faite de la courbe du 19 juin 1985) ne semble montrer aucune différence significative entre les deux zones. En revanche la superposition des courbes de 1984 et 1985 (fig. 5b) fait apparaître une extension vers la droite plus importante en 1984, indiquant une diversité spécifique plus élevée

(davantage d'espèces présentes; espèces rares à fréquences plus élevées, c'est-à-dire régularité (evenness) plus grande, ce que confirment les figures 3d et e, montrant les variations de ces paramètres).

Les DRF « moyens » (cumuls par rangs selon la technique exposée plus haut) ont ensuite été calculés d'une part sur l'ensemble des deux années en distinguant la zone au nord et la zone au sud de la Canche (fig. 6a), d'autre part sur l'ensemble de la zone prospectée en distinguant le printemps 1984 et le printemps 1985 (fig. 6b). On remarque que les courbes décrivant les zones nord et sud se superposent, alors que les années 1984 et 1985 se distinguent nettement: espèces moins nombreuses, et courbe plus verticale (c'est-à-dire régularité plus faible), en 1985. Des tests statistiques précis ne peuvent évidemment pas être réalisés à ce stade de l'analyse, les descripteurs ne répondant pas aux hypothèses de la statistique classique.

Enfin, la figure 7 présente les DRF « globaux » c'est-à-dire construits en cumulant par espèces. Les DRF « globaux » sont moins réguliers que les DRF « moyens », ce qui tendrait à prouver que l'échantillonnage de la zone au moyen d'un petit nombre de coups de chalut, suffisant pour donner une allure du DRF « local » se confirmant d'une station à l'autre (première méthode), est apparemment insuffisant pour donner une image correcte du peuplement global de la région et de l'année. Nous pouvons cependant observer que les zones nord et sud diffèrent par la partie gauche de

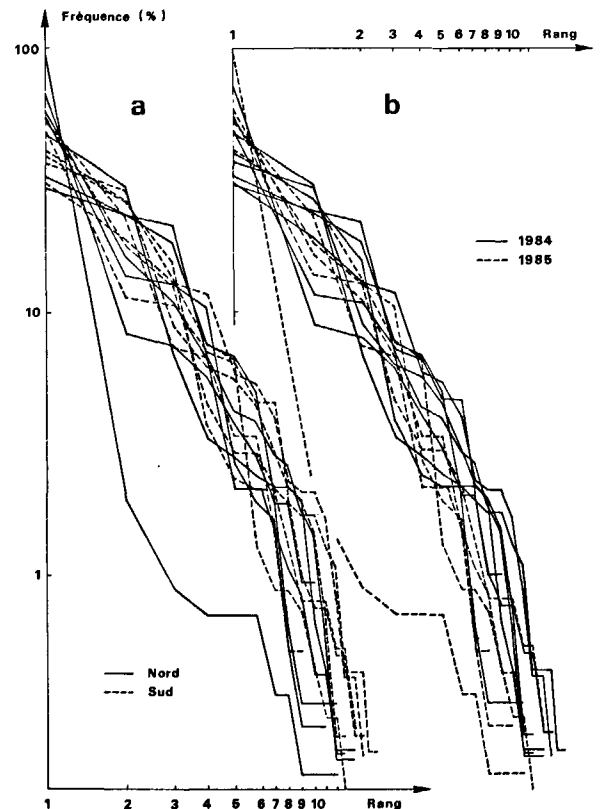


Figure 5  
Diagrammes rang-fréquence: tous prélèvements superposés par zone (a) et par année (b).  
Rank-frequency diagrams: all samples superimposed by site (a) and by year (b).

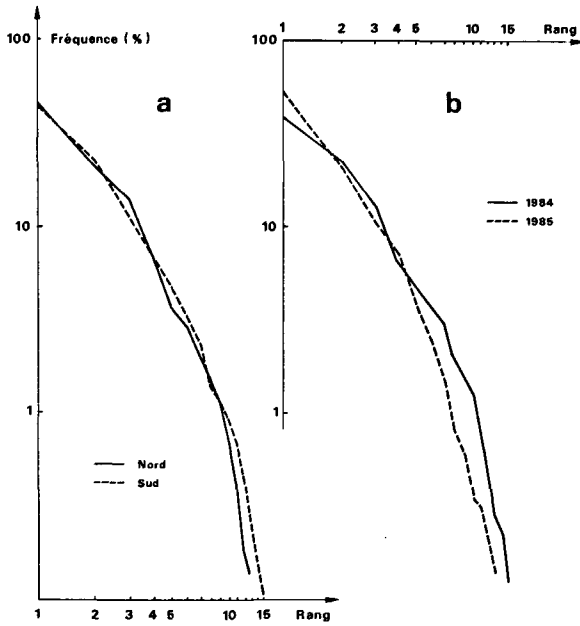


Figure 6  
Diagrammes rang-fréquence « moyens » : distributions « moyennes » par zone (a) et par année (b).  
Rank-frequency diagrams: "mean" distributions by site (a) and by year (b).

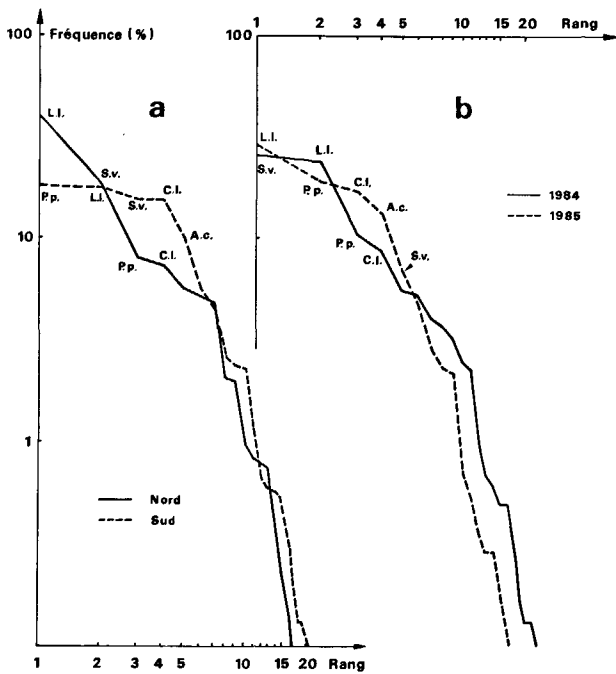


Figure 7  
Diagrammes rang-fréquence « globaux » : distributions « cumulées » par zone (a) et par année (b).  
Rank-frequency diagrams: "cumulative" distributions by site (a) and by year (b).

leurs diagrammes : la courbe de la zone nord reste assez verticale, alors que celle de la zone sud montre un palier de quatre premières espèces ayant des fréquences très proches.

L'identification des espèces est possible sur ces diagrammes puisque la sommation a eu lieu par espèces. Les quatre premières espèces sont les mêmes au nord

et au sud (limande, sole, plie et callionyme) et la différence de classement ne doit pas être retenue puisque, pour la zone sud, les fréquences de ces quatre espèces ne sont pas significativement différentes : leur ordre est donc fortuit. Les parties droites des deux distributions « cumulées » par zones sont quasiment superposées, mais avec un ordre des espèces différent.

Les années 1984 et 1985 diffèrent par un décallement qui se fait sentir, comme pour la distribution « moyenne », essentiellement dans la partie droite : le peuplement de 1984 apparaît plus diversifié et plus régulier. Les quatre premières espèces sont les mêmes pour les deux années (à la quatrième espèce de 1985 près : *Agonus cataphractus* L. présent en cinquième rang dans la zone sud), mais leurs fréquences (donc leurs rangs) sont différents.

La méthode des DRF démontre donc une homogénéité entre le nord et le sud de la zone exploitée en ce qui concerne la structure du peuplement, et en revanche une hétérogénéité entre les deux années successives. Les autres méthodes numériques, fondées sur des critères différents, vont donner d'autres résultats.

La classification par l'indice d'Ochiai aboutit au dendrogramme représenté figure 8. Il apparaît un autre type de classement des échantillons, faisant ressortir essentiellement comme critères la différence nord-sud et le mois de prélèvement. L'année intervient assez peu ici : les échantillons de 1984 et 1985 sont mêlés. Précisément, un groupe cohérent (1) est constitué par toutes les récoltes de la zone sud en mai et juin. Un groupe de trois échantillons (3) est formé par tous les chalutages d'avril 1984. Le groupe (2) est plus hétérogène, contenant des chalutages de la zone nord en juin et juillet des deux années, un chalutage de la zone nord en avril et un chalutage de la zone sud en juillet.

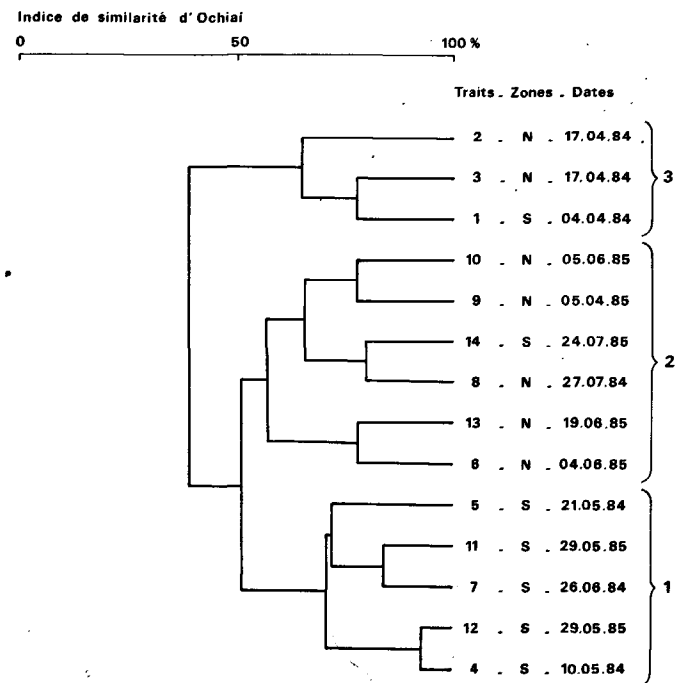


Figure 8  
Dendrogramme obtenu à partir du calcul de l'indice de similarité d'Ochiai.  
Dendrogram obtained by Ochiai similarity index.

Rappelons que cette classification, complémentaire des DRF, fait intervenir les présences des diverses espèces indépendamment de leurs abondances relatives et de leurs rangs. Elle fait alors disparaître la discrimination entre les années, confirme la discrimination nord-sud et fait apparaître un troisième facteur non apparent dans l'analyse par les DRF : la saison, responsable de l'apparition et de la disparition de certaines espèces.

Enfin, une description plus précise de ces remplacements d'espèces est obtenue par une analyse factorielle des correspondances effectuée sur le tableau 1. Les deux premiers axes factoriels extraient 53,3% de l'inertie. Les projections sur le plan (I, II) sont représentées figure 9.

Le premier axe sépare essentiellement les prélèvements de juillet 1984 et de juin et juillet 1985, des autres échantillons, et d'autre part oppose la plie aux autres espèces. On observe, en fait, que les trois dates ainsi distinguées se caractérisent par une abondance de plies, en particulier juin 1985 pour laquelle les plies représentent 94% de l'effectif total : un recrutement. L'axe 2 traduit l'évolution du peuplement entre avril et juin, caractérisé par une répartition des espèces selon une succession : en ce qui concerne les Pleuronectiformes, limande d'avril remplacée par la sole en mai-juin. Les deux années semblent à première vue fournir des profils différents; cependant on note que les évolutions d'avril à mai sont très voisines pour les deux années; les prélèvements de juin et juillet se distinguent par l'abondance des plies en 1985.

**Étude biométrique des trois espèces principales : plie, limande et sole**

Le choix de ces trois espèces pour une analyse biométrique s'explique d'une part par leur importance économique : la nurserie étudiée alimente les stocks exploités par la flottille étaploise; d'autre part leur importance numérique dans nos récoltes : 2 657 individus, soit 53,22% du total des poissons juvéniles capturés (ou en poids : 22,46 kg, soit 54,4%).

Les résultats statistiques généraux concernant ces trois espèces sont récapitulés dans le tableau 2.

Tableau 2  
Résultats concernant les prises accessoires des espèces principales.  
*By-catch results for the main species.*

	Plie	Limande	Sole
Nombre total d'individus	353	1 341	963
% par rapport à « plie + limande + sole »	13,29	50,5	36,34
% par rapport au total des juvéniles	7,1	26,84	19,28
Poids total (g)	1 927,94	6 418,58	141 118,5
% par rapport à « plie + limande + sole »	8,58	28,6	62,9
% par rapport au total des juvéniles	0,04	15,5	34,18
Nombre moyen de juvéniles/trait	29	112	80
Poids moyen (g)/trait	161	535	1 176
Moyennes des densités :			
Individus/m <sup>2</sup>	0,77 . 10 <sup>-3</sup>	3,22 . 10 <sup>-3</sup>	2,58 . 10 <sup>-3</sup>
	(σ = 0,86 . 10 <sup>-3</sup> )	(σ = 3,36 . 10 <sup>-3</sup> )	(σ = 2,23 . 10 <sup>-3</sup> )
Poids (g)/m <sup>2</sup>	3,15	15,11	39,56
	(σ = 2,59)	(σ = 14,25)	(σ = 51,36)
Taille des individus échantillonnés (cm)	< 15	< 12	< 19
Taille modale du groupe 0 (cm)	5-6	4-5	5
Mois d'apparition du groupe 0	mai-juin	juillet	juillet

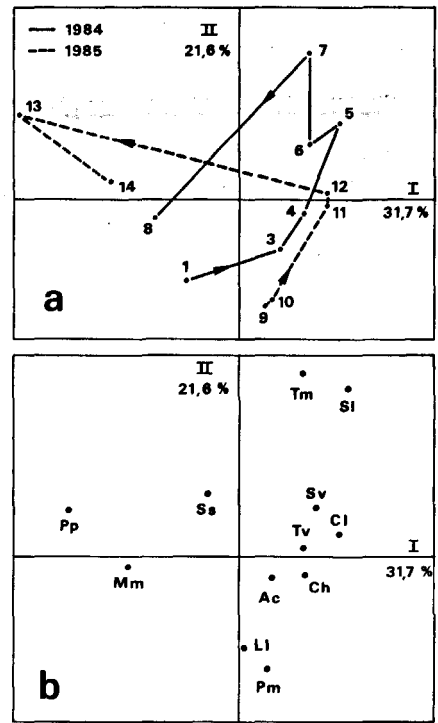


Figure 9  
Analyse factorielle des correspondances : projection dans le plan des axes 1 et 2 des vecteurs « échantillons » (a) et des vecteurs « espèces » (b) (les dates des prélèvements numérotés et les initiales des espèces sont expliquées au tableau 1).

*Factorial analysis of correspondence: projection in the plane of axes 1 and 2 of "samples" (a) and "species" (b).*

Les histogrammes de distributions des tailles des trois espèces sont représentés figure 10. On observe une certaine homogénéité des tailles capturées.

En effet, il est extrêmement probable que d'une part la biologie de la nurserie, d'autre part notre méthode d'échantillonnage, sélectionnent un intervalle de tailles étroit : les tailles inférieures à 5 cm pour la limande, 6 cm pour la plie et 7 cm pour la sole ne sont pas retenues par le chalut; les tailles supérieures à 12 cm pour la limande, 15 cm pour la plie et 19 cm pour la sole ont probablement quitté la zone. La nurserie est ainsi traversée par un flux d'individus, interdisant en particulier une étude de croissance. Le problème est de savoir si ce flux est continu ou impulsif (c'est-à-



dire que des cohortes s'y discernent), et si d'autre part il est le même pour les différentes espèces.

Des cohortes distinctes n'apparaissent que dans quelques cas : 4 juin 1984 et 29 mai 1985 pour la plie, 27 juillet 1984 et 24 juillet 1985 pour la sole. Pour le reste, une analyse des cohortes est moins évidente.

La plie, la limande et la sole représentent les trois espèces « structurantes » de l'analyse factorielle des correspondances (fig. 9); afin de pouvoir suivre l'évolution de leurs proportions mutuelles sans tenir compte du reste des prises accessoires (afin d'éviter un éventuel bruit de fond), nous représentons leurs variations sur un graphique triangulaire (fig. 11 a).

Les deux années successives évoluent différemment : 1984 se traduisant surtout par une évolution du pourcentage des soles et 1985 par une évolution du pourcentage des limandes. On remarque cependant que le point le plus à droite (19 juin 1985) est dû à la proportion de 98% de plies, recrutement déjà signalé. Le diagramme 11 b, qui représente également les pourcentages des trois espèces, fait apparaître avec évidence que (mise à part la récolte du 19 juin comportant 98% de plies) la sole domine en 1984 et la limande en 1985. Ces résultats, qui complètent les observations précédentes, mettent en évidence un remplacement des espèces selon les années.

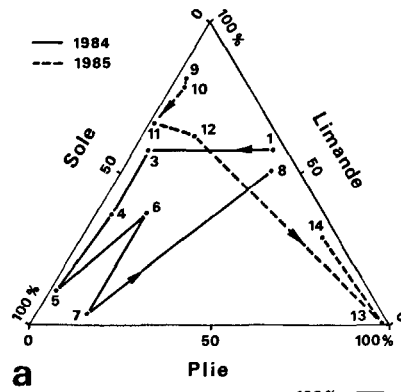


Figure 11  
Évolutions des pourcentages en plie, limande et sole représentées sur un diagramme triangulaire (a) et sur un diagramme classique (b) (les dates des prélèvements numérotés sont expliquées au tableau 1).

Evolutions of percentages for plaice, dab and sole on a triangular diagram (a) and on a standard diagram (b).

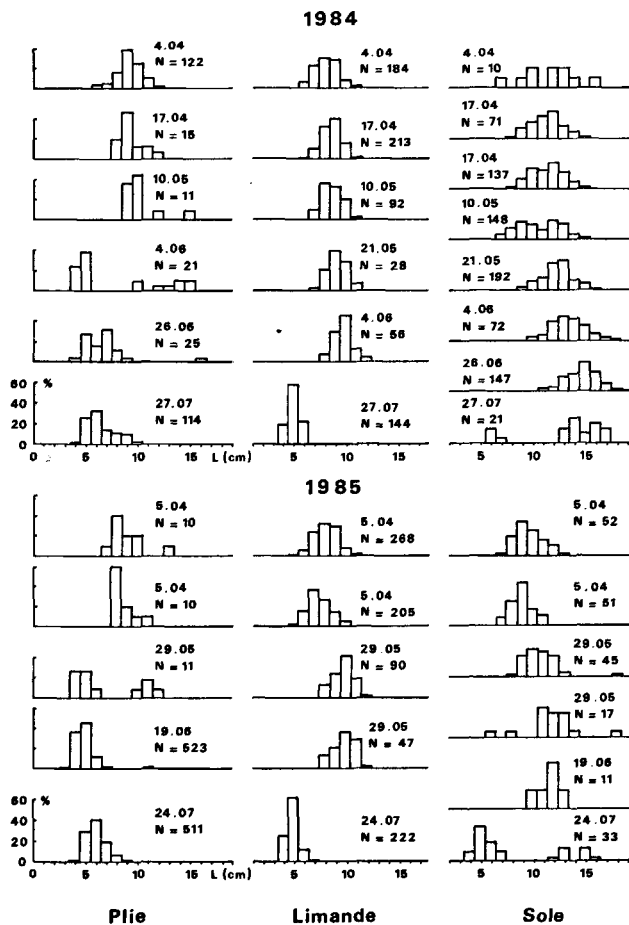
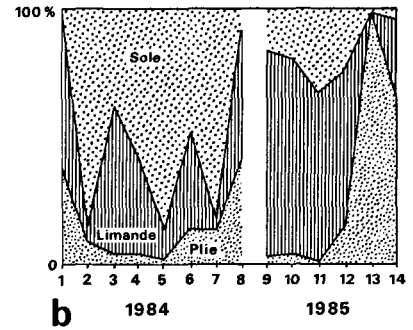


Figure 10  
Histogrammes de distributions de fréquences des tailles pour la plie, la limande et la sole. (N=nombre d'individus de l'échantillon; au-dessus : date de la récolte.)

Size-frequency distribution histograms for plaice, dab and sole.

**Rapports entre les quantités de poissons juvéniles et de crevettes grises**

Les résultats des différents rapports sont :

– Rapport du poids de poissons juvéniles, toutes espèces comprises, au poids de crevettes récoltées :

$$\hat{R} = 0,117;$$

$$\sigma(\hat{R}) = 0,024;$$

$$I = [7\%; 16,5\%].$$

– Rapport du poids de plies juvéniles au poids de crevettes :

$$\hat{R} = 5,39 \cdot 10^{-3};$$

$$\sigma(\hat{R}) = 2,87 \cdot 10^{-3};$$

$$I = [0\%; 1,1\%].$$

– Rapport du poids de limandes juvéniles au poids de crevettes :

$$\hat{R} = 17,93 \cdot 10^{-3};$$

$$\sigma(\hat{R}) = 5,90 \cdot 10^{-3};$$

$$I = [0,64\%; 2,9\%].$$

– Rapport du poids de soles juvéniles au poids de crevettes :

$$\hat{R} = 39,44 \cdot 10^{-3};$$

$$\sigma(\hat{R}) = 15,71 \cdot 10^{-3};$$

$$I = [0,87\%; 7,0\%].$$

La régression du poids de poissons juvéniles sur le poids de crevettes a été calculée uniquement pour l'ensemble des poissons juvéniles (poids en kilogrammes). Elle est :

$$\hat{p} = 2,278 + 0,0344 c$$

avec un coefficient de corrélation  $r = 0,5553$ , significatif

à 5% mais montrant que 30,8% de la variance est due à la régression et 69,2% sont résiduels.

L'une et l'autre ne permettent de prévoir les poids de poissons juvéniles à partir des poids de crevettes débarquées qu'avec une précision très faible. Cette imprécision est due au premier chef, au petit nombre de coups de chalut analysés, mais aussi à l'imprécision sur l'estimation des poids de crevettes (estimations à vue par les pêcheurs), et à la brièveté du cycle d'observations (une méthode de prévision plus fiable implique une enquête plus importante, et dans des conditions mieux contrôlées).

## CONCLUSION

En tout état de cause, l'utilisation des chalutages professionnels en tant qu'échantillons du peuplement ichtyologique, les conditions étant peu contrôlées (variabilité des temps de trait et des surfaces balayées, irrégularité de l'effort de pêche, imprécision sur les poids de crevettes, etc.), doit être analysée avec précaution; néanmoins, cette étude aboutit à des ordres de grandeur démontrant l'importance de l'impact des pêcheries cre-

vettières sur les nurseries de poissons plats, et a permis d'établir une stratégie de chalutages expérimentaux, avec des moyens scientifiques (travail en cours).

L'analyse numérique des compositions en espèces de ces échantillons a apporté des résultats cohérents sur la diversité spécifique et les structures faunistiques, ainsi que sur la structure en tailles des espèces principales: démontrant que la nurserie est traversée par un flux d'individus qui y résident peu de temps. Une cohérence qualitative, quantitative et structurelle (distribution des individus en espèces) apparaît nettement, et tend à démontrer que la nurserie fonctionne comme un écosystème.

## Remerciements

Ce travail a été réalisé partiellement sur contrat IFREMER 84.3255/Université de Lille 1, Laboratoire d'Écologie Numérique, n° 512.

Je remercie vivement Marcel Caron, patron du « Tit-Blanc » (chalutier artisanal polyvalent) sans qui cette étude n'aurait pu être réalisée; et Serge Frontier pour son appui scientifique et ses conseils.

## RÉFÉRENCES

- Benzecri J. P. et al., 1973. *L'analyse des données. Tome 2: L'analyse des correspondances*, Dunod, Paris, 619 p.
- Blanc F., Chardy P., Laurec A., Reys J.-P., 1976. Choix des métriques qualitatives en analyse d'inertie. Implications en écologie marine, *Mar. Biol.*, **35**, 49-67.
- Boddeke R., 1975. Autumn migration and vertical distribution of the brown shrimp *Crangon crangon*, L. in relation to environmental conditions, in: *Proc. 9th Europ. Mar. Biol. Symp.*, Aberdeen Univ. Press, edited by H. Barnes, 483-494.
- Cochran W. G., 1977. *Sampling techniques*, 3rd ed., Wiley, New York, 413 p.
- Daget J., 1976. *Les modèles mathématiques en écologie*, Collection d'écologie 8, Masson, Paris, 172 p.
- Desaunay Y., Beillois P., Dorel D., Lemoine M., 1979. Nurseries littorales de la baie du Mont Saint-Michel et du Cotentin Est, Rapport d'étude, Convention ISTPM-EDF, n° E, 2302, 115 p.
- Durand J.-L., Dorel D., 1984. Évaluation de l'abondance du pré-recrutement pour quelques nurseries littorales françaises, *CIEM Annal. Biol.*, **38**, 1981, 179-180.
- Duval P., 1982. Étude des nurseries littorales de l'estuaire de la Seine GRPCM, Rapport d'étude, Tome 1, 107 p.
- Frontier S., 1976. Utilisation des diagrammes rang-fréquence dans l'analyse des écosystèmes, *J. Rech. Océanogr.*, **1**, 3, 35-48.
- Frontier S., 1980. *Méthode statistique*, Masson éd., Paris, 246 p.
- Frontier S., 1985. Diversity and structure in aquatic ecosystems, *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.*, **23**, 253-312.
- Frontier S. et al., 1983. *Stratégies d'échantillonnage en écologie*, Collection d'écologie 17, Masson, Paris et Presses de l'Université Laval, 494 p.
- Labat J.-P., 1977. Écologie de *Crangon crangon* L. dans un étang de la côte languedocienne. I: Croissance, reproduction, migration mer/étang. II: Mouvements et répartition intralagunaire, *Vie et milieu*, **27**, 2, Ser. A, 273-292; et 3, Ser. A, 359-367.
- Labourg P.-J., Clus C., Lasserre G., 1985. Résultats préliminaires sur la distribution des juvéniles de poissons dans un marais maritime du bassin d'Arcachon, *Oceanol. Acta*, **8**, 3, 331-341.
- Lagard J., 1983. *Initiation à l'analyse des données*, Dunod, Paris, 157 p.
- Lance G. N., Williams W. T., 1967. A general theory of classificatory sorting strategies. I. Hierarchical systems, *Comput. J.*, **9**, 373-380.
- Legendre P., 1984. L'analyse des données en relation avec l'échantillonnage, *Rev. Entomol. Québec*, **29**, 2, 86-100.
- Legendre L., Legendre P., 1984. *Écologie numérique*, Collection d'écologie 13. Tome 2: *La structure des données écologiques*, Masson, Paris et Presses de l'Université du Québec, 335 p.
- Marchand J., 1980. Distribution saisonnière, abondance et diversité de l'ichtyofaune de l'estuaire interne de la Loire (1977-1978), *Annal. Inst. Oceanogr. Paris*, **56**, 2, 127-137.
- Marchand J., 1981. Observations sur l'écologie de *Crangon crangon* L. et *Palaemon longirostris* H. Milne Edwards, estuaire interne de la Loire, *Vie et Milieu*, **31**, 1, 83-92.
- Marchand J. et al., 1983. Contribution à l'étude des ressources benthodémersales de l'estuaire de la Loire: biologie et écologie des principales espèces, CSEEL, Tome IV, 159 p.
- Poxton M. G., Nasir N. A., 1985. The distribution and population dynamics of O-group Plaice (*Pleuronectes platessa* L.) on nursery grounds in the Firth of Forth, *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, **21**, 845-857.
- Rauck G., Zijlstra J. J., 1978. On the nursery-aspects of the Wadden-sea for some commercial fish species and possible long-term changes, *Rapp. PV Réun. Cons. Int. Explor. Mer*, **172**, 266-275.
- Regnault M., 1977. Étude de la croissance chez la crevette *Crangon crangon* L. d'après les variations quantitatives de ses acides nucléiques. Influence de l'alimentation, *Thèse Doct. État, Univ. Paris 6*.
- Riley J. D., Symonds D. I., Woolner L., 1981. On the factors influencing the distribution of O-group demersal fish in coastal waters, *Rapp. PV Réun. Int. Explor. Mer*, **178**, 223-228.
- Safran P., 1984. Contribution à la connaissance de la pêche accessoire dans la pêcherie artisanale de crevettes grises en baie de Canche, *Mém. D.E.A., Univ. Sci. Tech. Lille*, 155 p.
- Safran P., 1985. Stratégie d'échantillonnage de la pêche accessoire dans la pêcherie artisanale de crevettes grises (application à la baie de Canche, Pas-de-Calais), Rapport d'étude, Contrat 512 USTL/IFREMER 84-3255, 22 p.
- Scherrer B., 1983. Techniques de sondage en écologie, in *Stratégies d'échantillonnage en écologie*, édité par S. Frontier, Collection d'Écologie 17, Masson, Paris, et Presses de l'Université Laval, 454 p., 63-162.
- Scherrer B., 1984. *Biostatistique*, Gaëtan Morin, 850 p.
- Schokaert E., 1968. La crevette grise (*Crangon crangon* L.) au large de la côte belge, *Annal. Soc. R. Zool. Belg.*, **98**, 2, 7-23.
- Tétard A., Peronnet I., 1982. Penly: étude complémentaire de la nourricerie de poissons plats, pêche et biologie des espèces, Contrat EDF-ISTPM, n° PY 1982-037, 209 p.
- Tétard A., Peronnet I., 1983. Penly: étude complémentaire de la nourricerie de poissons plats, pêche et biologie des espèces, Contrat EDF-ISTPM, n° PY 8721-046, 229 p.
- Valette P., 1982. Étude des pêcheries de crevettes grises de la baie de Canche et de la baie de Somme, *Mém. D.E.A., Univ. Paris VI*, 88 p.
- Voile M., 1981. *Analyse des données*, Collection « Économie et statistiques avancées », Economica, Paris, 317 p.
- Weinstein M. P., 1982. Commentary: a need for more experimental work in estuarine fisheries ecology, *Northeast Gulf Sci.*, **5**, 2, 59-64.