

Intérêt de l'étude des nourriceries de soles (*Solea solea*) et de plies (*Pleuronectes platessa*) à l'échelle de la Manche Est (division CIEM 7D)

Application à l'identité de stock
et à l'estimation du recrutement

Philippe Riou
Biologiste des pêches

Olivier Le Pape
Halieute

Stuart Rogers
Halieute

Michel Lemoine
Halieute

Introduction

La sole *Solea solea* et la plie *Pleuronectes platessa* sont les deux principales espèces de poissons plats en Manche Est. Ce bassin constitue, pour ces deux espèces d'importance commerciale, une unité d'exploitation et de gestion des stocks. Sole et plie sont caractérisées par des zones de nourriceries côtières, où vivent les individus juvéniles séparés des stocks adultes au large. Une nourricerie

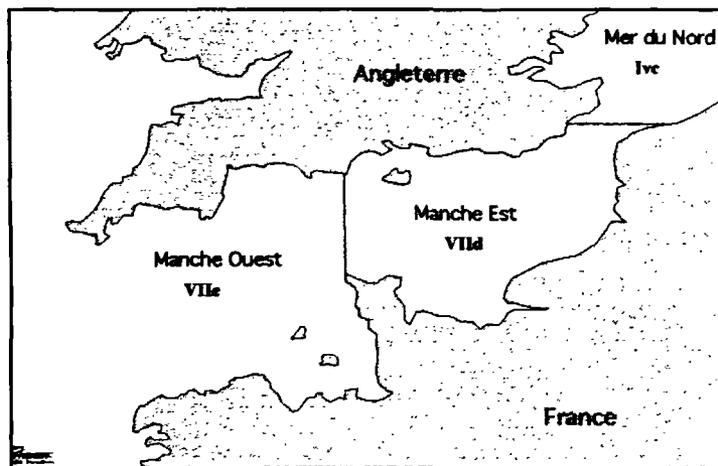
est un secteur géographique propice au développement et à la survie de jeunes poissons avant maturation. Toutes les nourriceries de ce bassin doivent alimenter en pré-recrues un même stock. Il semble donc intéressant d'étudier les variations d'abondance des juvéniles au sein des nourriceries à l'échelle de gestion du stock afin de vérifier la pertinence de cette échelle et de fournir un estimateur de pré-recrues.

La première étape de ce travail consiste à réunir toutes les campagnes côtières de chalutage à perche de ces vingt dernières années sur les côtes française et anglaise de Manche Est. Après intercalibration des différents engins de prélèvement utilisés, cette étude a porté sur l'analyse, à l'échelle de ce bassin, des variations spatio-temporelles d'abondance de sole et de plie sur les nourriceries. Enfin, un indice annuel d'abondance de pré-recrues de sole et de plie en Manche Est est estimé et comparé aux analyses de cohortes réalisées par les groupes de travail du CIEM.

Matériel et méthodes

La Manche Est

La Manche Est (fig. 1) peut être considérée comme une entité physique distincte des zones adjacentes. En effet, ce bassin est séparé de la Mer du Nord de par la morphologie des côtes (détroit du Pas de Calais). La séparation avec la Manche Ouest repose sur des critères hydrologiques et sédimentaires. Au printemps, en Manche Occidentale, le réchauffement de la couche supérieure de la masse d'eau, les faibles courants et la grande profondeur de ce secteur contribuent à la formation d'une thermocline. Par contre en Manche Orientale, les profondeurs relativement faibles, et les forts courants font que la masse d'eau est thermiquement homogène (Pingree, *in* Anonyme, 1993). Ceci constitue entre ces deux secteurs une barrière physique entraînant une dynamique de production biologique différente. Le type de sédiment constitue également une limite entre ces deux parties de la Manche. Une vaste zone caillouteuse qui



■ Figure 1
La Manche Est (division CIEM 7D).

s'étend entre le Cotentin et l'île de Wight, sépare clairement la Manche Ouest où abondent les matières riches en calcaire, de la Manche Est où prédomine le sable mêlé de graviers (fig. 2).

La Manche Est est également considérée comme une unité d'exploitation et de gestion de stocks (division CIEM 7D), notamment pour la sole et la plie, les nourriceries côtières de sole et de plie de ce bassin semblant alimenter un même stock (Anonyme, 1993).

Données de campagne

Dans le cadre de cette étude, l'ensemble des données collectées lors de campagnes scientifiques automnales de chalutage à perche côtier sur les côtes française et anglaise de Manche Est durant ces vingt dernières années est utilisé.

Les données (tableau 1) proviennent de deux types de missions :
- des missions qui échantillonnent une large portion du littoral de Manche Est, c'est le cas de toutes les données provenant des côtes anglaises, (Millner et Whiting, 1990) et de la DYFS (Demersal Young Fish Survey) sur la côte française (Mesnil, 1983) ;

- sur les côtes françaises uniquement, des missions centrées sur les zones estuariennes, et plus particulièrement en estuaire de Seine (Duval, 1982; Morin *et al.*, 1998), en baie des Veys (Beillois *et al.*, 1979) et en baie de Somme (Halgand *et al.*, 1998).

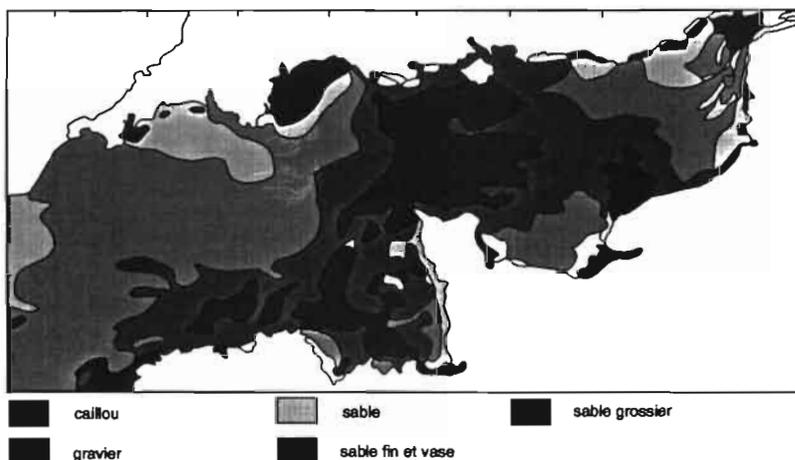


Figure 2
Couverture sédimentaire superficielle en Manche
(Larsonneur *et al.*, 1982).

Côtes		77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	
F R A N C A I S E	Baie des Veys	X	X	X	X	X																		
	Baie de Somme		X	X	X	X	X	X				X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Baie de Seine	X	X			X													X	X	X	X		
	Calvados	X	X																					
	Treport															X		X	X		X	X	X	X
	Dieppe	X	X																					
	Arbilly																							
	Boulogne		X	X	X	X	X	X																
A N G L A I S E	Baie de Rye					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	South Downs					X	X		X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Solent					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Tableau 1
Correspondance entre les années et les lieux de prospection.

Environ 4 000 traits de chalut à perche sont utilisés. Pour chaque trait, on dispose des captures de soles et de plies. Toutes ces campagnes à la mer ont été réalisées avec un chalut à perche, engin adapté à la capture de poissons benthiques. Certaines caractéristiques de ces chaluts n'étant pas homogènes (tableau 2), il a fallu comparer l'efficacité des différents engins.

Problèmes liés à l'étude des jeunes poissons

Un des problèmes liés à l'étude des juvéniles de poissons est la capturabilité des petits individus de moins de 1 an c'est-à-dire du groupe 0. Pour échantillonner cette tranche d'âge, il est en effet nécessaire d'utiliser un petit maillage au cul du chalut, entraînant, par colmatage, des problèmes d'efficacité de l'engin. Par ailleurs, ces juvéniles de groupe 0 occupent la zone intertidale les premiers mois de leur vie (Riley *et al.*, 1981 ; Morin *et al.*, 1998), secteur inaccessible lors des campagnes scientifiques de chalutage. La prise en compte des individus de groupe 0 dans une étude sur l'abondance et la distribution des juvéniles s'avère donc trop délicate.

Lieux	Taille de perche (m)	Racasseur	Maillage (mm)
Littoral français (DYFS)	4,5	2	25
Baie de Somme	2	1	20
	3	1	20
	3	0	20
Baie de Seine	2	1	20
	3	1	20
	3	0	20
Baie des Veys	3	2	20
	4,5	1	25
Littoral anglais	2	3	6

■ Tableau 2
Couverture sédimentaire superficielle en Manche
(Larsonneur *et al.*, 1982).

Par contre, avec les différents engins utilisés pour cette étude (tableau 2), les problèmes d'échantillonnage des jeunes poissons de groupe 0 sont moins importants pour les individus de groupes 1. En particulier, Riley *et al.* (1981), Dorel *et al.* (1991) et Hanson (1996) démontre que ces individus âgés d'un an vivent dans des zones plus profondes que les groupes 0, secteurs plus facilement accessibles. Pour toutes ces raisons, seuls les individus de groupe 1 seront pris en compte dans cette étude.

Pour leur part les individus âgés de deux ans et plus (groupe 2+) sont considérés comme vivant plus au large et ne feront donc pas partie de l'étude.

Intercalibration des engins d'échantillonnage

La taille de la perche, le gréement et le maillage au cul du chalut sont des paramètres qui diffèrent selon les campagnes et peuvent influencer la capturabilité des jeunes poissons plats. C'est pourquoi l'influence de ces trois paramètres est analysée séparément afin d'uniformiser la base de données.

Influence de la taille de la perche

Les densités en jeunes poissons plats de 18 traits de deux chaluts à perche, l'un de 2 mètres et l'autre de 3 mètres, menés successivement sur la même zone lors des campagnes en estuaire de Seine en 1995 et 1996 sont comparées.

Les densités sont transformées de la façon suivante (1) :

$$(1) \quad y = \ln(x+1) \quad \text{Avec } x = \text{densité de sole ou de plie et } y = \text{densité transformée}$$

Cette conversion est communément appliquée afin de normaliser les distributions et de stabiliser la variance (Gavaris et Brodie, 1984; Byrne et Forrester, 1991a et 1991b). Le test « t » de comparaison de moyennes appariées a été appliqué (Schulz, 1984; Byrne et Forrester, 1991 a et 1991 b). Il n'a pas été possible de mettre en évidence de différence significative de capture de jeunes poissons plats entre les deux chaluts à perche. Par conséquent pour l'ensemble des engins, les densités de captures de juvéniles de soles et de plies,

exprimées en nombre d'individus par unité de surface chalutée, sont considérées comme indépendantes de la dimension du chalut.

Influence du gréement

L'influence du gréement, c'est-à-dire de la présence de racasseurs (chaîne destinée à gratter le sédiment afin de capturer des individus enfouis), sur les captures a été étudiée. Déterminé selon les travaux de Dorel (*comm. pers.*), de Kuipers (1975) et de Creutzberg *et al.* (1987), un coefficient correcteur variant de 1 à 5 en fonction de l'espèce et du type de fond a été appliqué aux captures réalisées sans racasseur (tableau 3). Pour les engins munis de plusieurs racasseurs, les captures ne sont pas corrigées. En effet, l'ajout de plusieurs racasseurs au chalut ne semble pas entraîner une augmentation des captures de jeunes poissons plats (Kuipers, 1975 ; Dorel *et al.*, 1985).

Influence du maillage

Durant les différentes campagnes exploitées dans cette étude, trois maillages différents ont été utilisés : 6, 20 et 25 mm au cul du chalut. La comparaison a été faite selon les coefficients de sélectivité utilisés par les groupes de travail du CIEM, c'est-à-dire 3,3 pour la sole et 2,3 pour la plie. À partir de ces coefficients, la L_{90} , taille à partir de laquelle un taux de rétention supérieur à 90 % est atteint, a été calculée.

- Pour le maillage de 25 mm, le L_{90} est de 12 cm pour la sole et de 10 cm pour la plie ;
- Pour le maillage de 20 mm, le L_{90} est de 11 cm pour la sole et de 9 cm pour la plie.

Comme décrit précédemment, cette étude ne concerne que les soles et les plies de groupe 1. En automne, la taille de la sole de groupe 1

	sable	vase
Sole groupe 1	4,97	1
Plie groupe 1	2,53	1

Tableau 3

Correction appliquée aux captures de sole et de plie réalisées par un chalut sans racasseur.

est comprise entre 11 et 23 cm et celle de la plie de même groupe est comprise entre 15 et 23 cm (intervalle calculé à partir de toutes les données de la base). Par conséquent, sans aucune correction, les captures de sole et de plie de groupe 1, réalisées par les différents engins, peuvent être prises en compte.

■ Résultats

Fluctuations spatio-temporelles de l'abondance des juvéniles

Fluctuations d'abondance des juvéniles

Chaque année, en automne, une cartographie des distributions des juvéniles de sole et de plie sur les zones de nourricerie à l'échelle de la Manche Est est réalisée par interpolation des densités de chacun des traits de chalut. Pour cette représentation, ces densités ont été transformées selon la méthode :

$$y = \log(x + 1) \quad \text{avec } x = \text{densité de sole ou de plie,}$$

$$y = \text{densité transformée}$$

À titre d'exemple, deux cartes de distribution pour les années 1995 et 1997 (figure 3 pour la plie et figure 4 pour la sole) ont été réalisées. Ces cartes confirment l'étude bibliographique en démontrant que les juvéniles de soles et de plies se situent en zone côtière en Manche Est. Elles permettent également de visualiser à l'échelle de la Manche Est les fluctuations spatio-temporelles d'abondance des juvéniles de soles et de plies de groupe 1 sur les zones de nourricerie. En effet, pour la plie (fig. 3), les fortes abondances étaient situées à l'est des côtes anglaises en 1995, alors qu'en 1997, on les retrouve principalement sur les côtes françaises. Pour la sole (fig. 4), les fortes abondances étaient situées à l'est des côtes anglaises en 1995, alors qu'en 1997, elles étaient localisées en estuaire de Seine.

Il existe donc des fluctuations interannuelles asynchrones d'abondance de juvéniles entre différentes zones côtières de Manche Est.

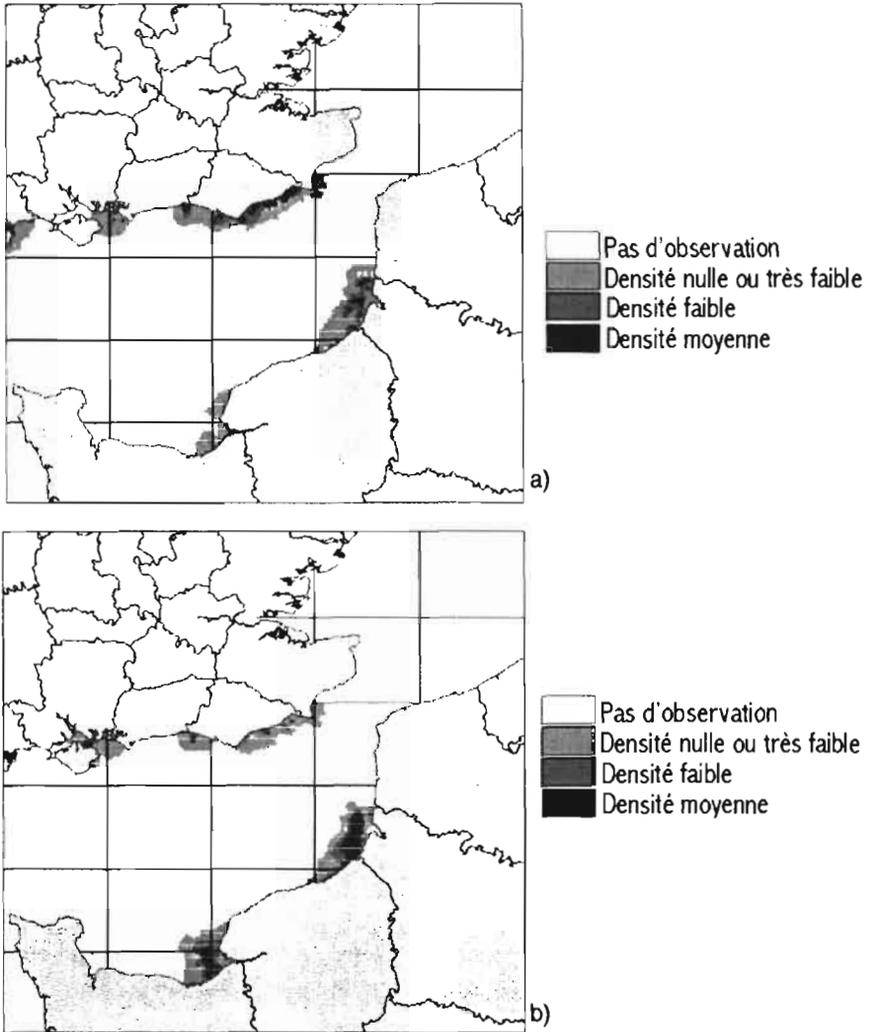


Figure 3
Répartition des densités de plie groupe 1 en 1995 a) et en 1997 b).

Afin d'étudier ce phénomène, des analyses multivariées et notamment une Analyse factorielle multiple (AFM) ont été utilisés. L'AFM, développée par Escofier et Pagès (1994), est une Analyse en composantes principales (ACP) avec des variables regroupées, chacun de ces groupes ayant le même poids dans l'analyse.

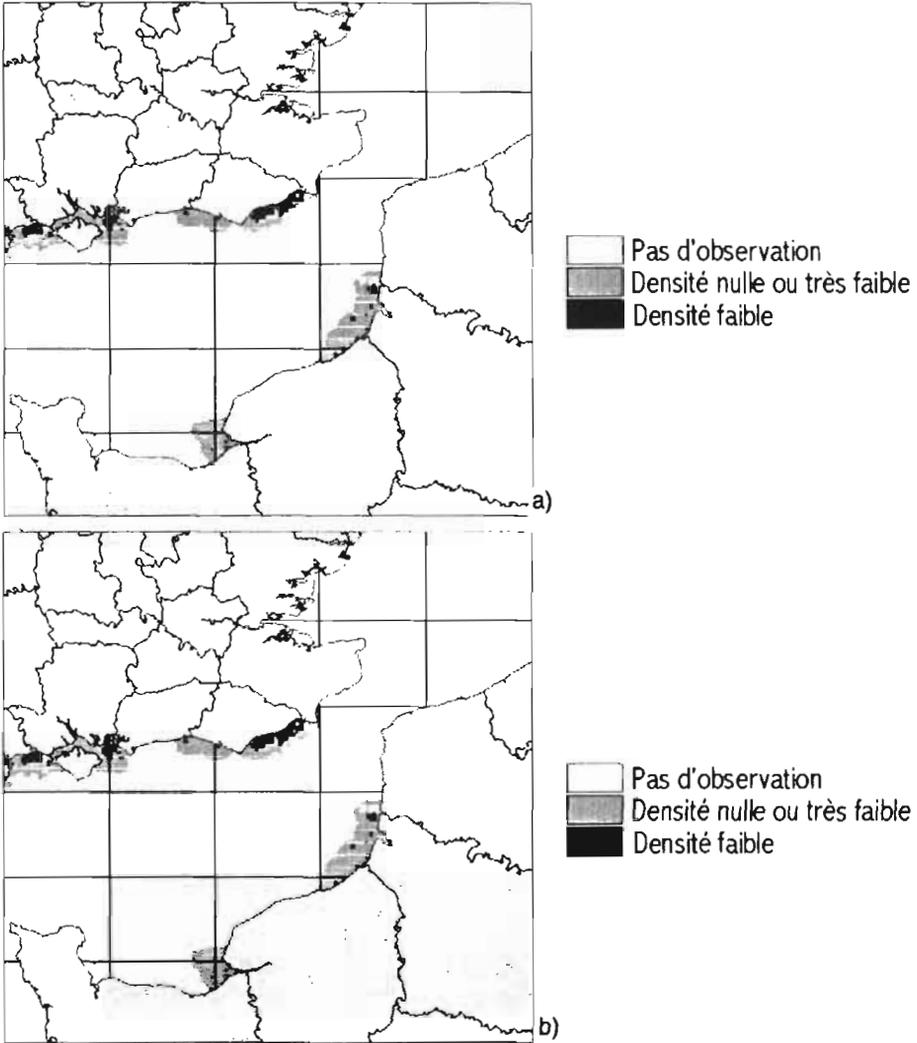


Figure 4
Répartition des densités de sole groupe 1 en 1995 a) et en 1997 b).

Pour alimenter cette analyse, une matrice de données est constituée avec :

- en individus (lignes) les traits de chalut répétés tous les ans (réplicats),
- en variables (colonnes) les densités de sole et de plie transformées selon la méthode :

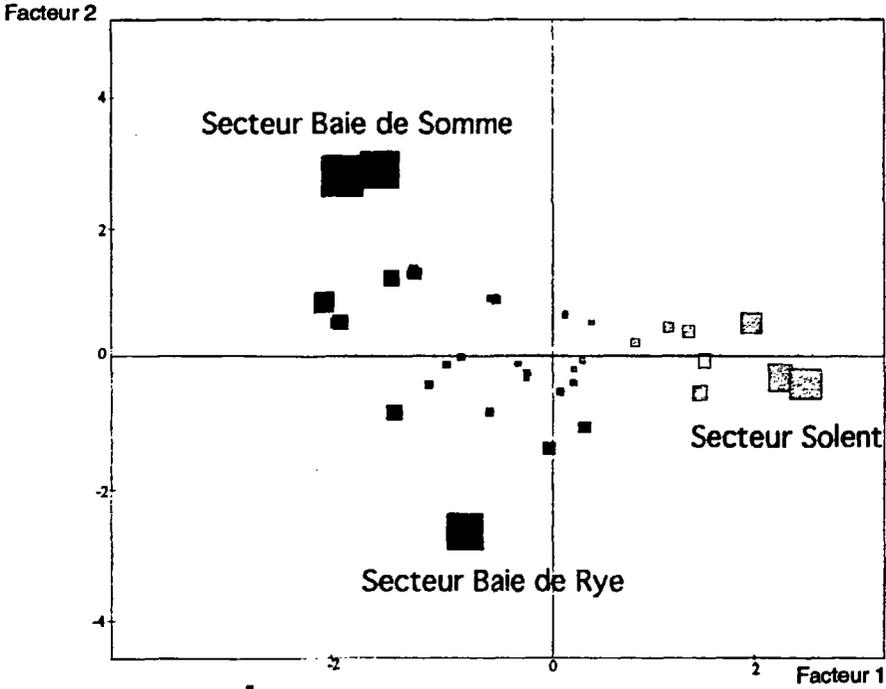


Figure 5
AFM - Plan factoriel des axes 1 et 2, modalités illustratives des trois secteurs. Un carré = un secteur croisé avec une année.

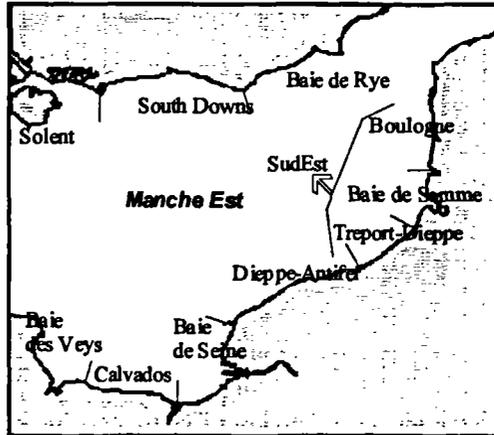


Figure 6
Découpage de la Manche Est en secteurs.

de capture nulle à 5 % par agrégation. Il faut donc définir un nombre de traits minimal de traits à agréger qui permette de satisfaire ce critère. Pour cela, on se place dans le cadre d'une loi binomiale B où :

- 0 équivaut à une capture nulle de sole ou de plie,
- 1 équivaut à une capture d'au moins une sole ou une plie par trait.

Sachant que la probabilité globale de rencontrer l'une ou l'autre espèce est de 27 % (0,27), on définit ce nombre de trait minimum « n » par la relation :

$$B(n,p) < 0,05 \quad \text{avec } p = (1-0,27) = 0,73$$

c'est-à-dire :

$$(0,73)^n < 0,05 \quad \text{soit } n = 10$$

Pour chacun des regroupements qui seront réalisés dans les analyses suivantes, 10 traits minimum seront nécessaires au calcul d'une densité agrégée dont la formule est :

$$d = \frac{\sum \text{captures}}{\sum \text{surfaces} - \text{chalutées}}$$

avec \sum captures : la somme des captures de sole ou de plie réalisées sur 10 traits minimum,
 \sum surfaces-chalutées : la somme des surfaces chalutées des 10 traits minimum.

Identification des nourriceries potentielles de Manche Est

Un découpage artificiel des côtes de Manche Est en dix zones a été réalisé suite notamment à l'AFM. Au sein de chacune d'elles et pour chacune des années, on dispose d'une densité moyenne en plie et d'une densité moyenne en sole calculée selon la méthode d'agrégation développée au paragraphe précédent.

Une étude des fluctuations d'abondance de juvéniles entre ces différents secteurs est entreprise. Un des objectifs est d'agréger d'éventuels secteurs proches géographiquement, constituant par exemple une même façade, et entre lesquels les fluctuations d'abondance de jeunes poissons soient synchrones. Pour ce faire, est extraite de la base de données une matrice contenant :

- en individus (lignes), pour chacun des dix secteurs identifiés, l'ensemble des années pour lesquelles dix traits de chalut ou plus étaient disponibles ;

- en variables (colonnes) les densités agrégées de sole et de plie transformées selon la formule :

$$y = \log(x+1)$$

avec x = densités

et y = densités transformées

Ce tableau de données va alimenter une Analyse des correspondances multiples (ACM). La projection des secteurs sur les deux premiers axes est représentée sur la figure 7. Elle permet de regrouper trois secteurs contigus (baie de Somme, Treport-Dieppe et Boulogne) qui semblent statistiquement assez « proches » pour être assimilés à une façade homogène de la Manche Est (fig. 6, secteur dit « SudEst »).

Cette analyse a également permis de mettre en évidence un asynchronisme des abondances de juvéniles entre la baie des Veys et l'estuaire de Seine, secteurs qui ne forment donc pas une zone homogène malgré leur proximité géographique.

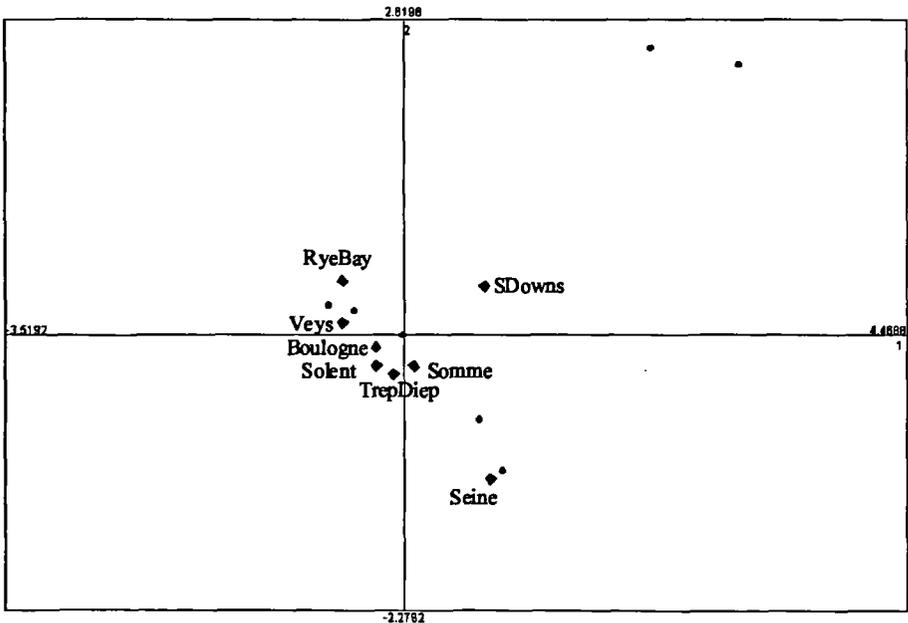


Figure 7
Plan factoriel de l'ACM
constitué par les deux premiers axes.

Par ces agrégations successives, les 4 000 traits de chalut de la base ont pu être regroupés selon huit secteurs considérés comme homogènes en fonction d'un certain synchronisme de fonctionnement. Ces secteurs ainsi reconstitués forment à l'échelle de la Manche Est autant de sites de nourriceries distincts.

Estimation de l'indice annuel d'abondance

En s'appuyant sur ce découpage des côtes de Manche Est, l'objectif de ce paragraphe est de calculer, pour ce bassin, un indice annuel d'abondance de pré-recrues en sole et en plie.

Loi de répartition des données

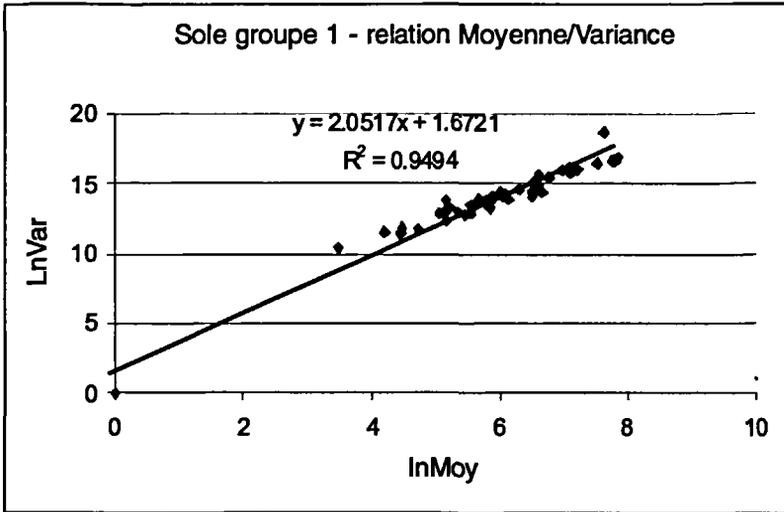
Une étude préalable de répartition des distributions est réalisée afin de connaître la loi suivie par les données ainsi regroupées en secteur. Par secteur et par an, la moyenne des densités de soles et de plies (μ) ainsi que leur variance (V) ont été calculées sur l'ensemble des traits de chalut ($n \geq 10$). La relation entre le logarithme de la moyenne $\ln(\mu)$ et le logarithme de la variance $\ln(V)$ est étudié par régression linéaire. Ces régressions sont représentées sur la figure 8 pour les données concernant la sole et la figure 9 pour celles concernant la plie. On obtient une relation de type :

$$\ln V = \alpha \ln \mu + \beta$$

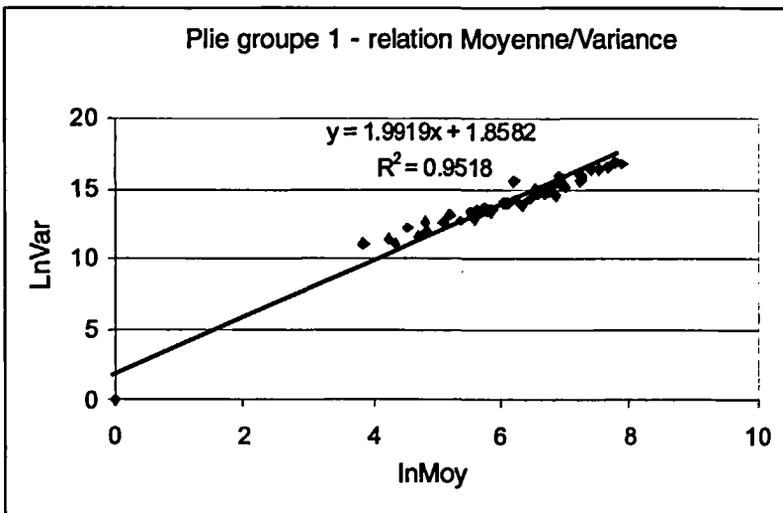
Ces deux relations sont hautement significatives, avec un r semblable de 0,95, et des pentes α proches de 2 (2,05 pour la sole et 1,99 pour la plie). La relation qui lie la moyenne et la variance est donc de type :

$$V = \beta \mu^\alpha \quad \text{avec } \alpha \text{ proche de } 2$$

La relation $V = \beta \mu^2$ est celle que l'on trouve dans la famille de distribution des lois Gamma. Afin de confirmer ce résultat, la distribution des données de densités agrégées est comparée à une distribution théorique Gamma dans le cadre d'un test du Chi² (module *Chisq.gof* sous le logiciel S-Plus). À l'issue de ce test, il n'a pas été possible de rejeter l'hypothèse de conformité de notre distribution à celle d'une loi Gamma.



■ Figure 8
Distribution densités de sole groupe 1 par strate de secteur et d'année.
Relation Moyenne - Variance



■ Figure 9
Distribution densités de plie groupe 1 par strate de secteur et d'année.
Relation Moyenne - Variance.

Construction du modèle

Un modèle linéaire généralisé (GLM) est construit afin de calculer un indice annuel d'abondance de sole et de plie à l'échelle de la Manche Est. Pour ce faire, quatre sites sur lesquels on dispose de données pour un nombre d'années suffisant sont sélectionnés, c'est-à-dire : Solent, South Downs, baie de Rye et SudEst. Une matrice de données regroupe ces quatre sites sur douze ans (1982 et entre 1987 et 1997), années où ont été échantillonnés en même temps les quatre sites et où étaient disponibles des indices d'abondance par analyses de cohortes des groupes de travail du CIEM (depuis 1982, Anonyme, 1998 a). Ce tableau regroupe les densités agrégées de sole et de plie pour ces quatre secteurs et pour ces douze années.

Avant de construire le modèle, la significativité des deux variables « secteur » et « année » est testée par analyse de variance sur les densités en sole et en plie transformées selon la formule :

$$y = \log(x + 1) \quad \text{avec } x = \text{densité en sole ou en plie,} \\ y = \text{densité transformée}$$

D'après le tableau 4, pour les deux espèces, les effets des variables « secteur » et « année » sont significatifs. Par conséquent, un modèle linéaire généralisé, basé sur ces deux effets, a été ajusté aux densités non transformées de chacune des espèces (loi Gamma et fonction de lien inverse). Le modèle linéaire peut-être formulé de la façon suivante :

$$1/Y_{S,A} = E_S + E_A + \text{const.}$$

avec $Y_{S,A}$ = densité de l'espèce considérée,
 E_S = Effet du secteur,
 E_A = Effet de l'année
const. = constante

Les pourcentages de déviance expliquée par les deux modèles sont semblables : 41 % (tableau 5). Les résultats sont représentés graphiquement sur les figures 10 et 11.

On peut extraire alors de ce modèle un indice annuel d'abondance de pré-recrues en Manche Est qui ne tient pas compte des fluctuations entre sites de nourricerie, c'est-à-dire dépondéré des effets « secteur ». Par la suite, cet indice est comparé aux résultats des indices d'abondance calculés par analyses de cohortes (Virtual population analysis) lors des groupes de travail du CIEM pour les stocks de

	Sole groupe 1	Plie groupe 1
Effet année	S	S
Effet secteur	S	S

Tableau 4
Résultats des analyses de variance,
S = significatif, NS = non significatif.

	Déviance totale	Déviance résiduelle	% de déviance expliqué par le modèle
GLM Sole groupe 1	61.55775	36.21535	41
GLM Plie groupe 1	65.79732	38.98173	41

Tableau 5
Déviance expliquée par le modèle linéaire généralisé
pour la sole et la plie.

Manche Est (VIIId), de Mer du Nord (IV) et de Manche Ouest (VIIe) (Anonyme, 1998a et 1998b). Les résultats des régressions VPA / GLM pour les deux espèces étudiées sont exprimés dans le tableau 6.

Le coefficient de la régression VPA / GLM pour la sole de groupe 1 en Manche Est est significatif et atteint 51 % (fig. 12). Par contre, cet indice n'est pas significativement corrélé avec les résultats des VPA des stocks voisins (Manche Ouest et Mer du Nord).

Quant à la plie, l'indice obtenu par GLM ne semble pas suivre les fluctuations d'abondance du stock correspondant, la corrélation avec les résultats VPA n'étant pas significative.

	Manche-Est	Manche-Ouest	Mer du Nord
Sole G 1	51 %	NS	NS
Plie G 1	NS	-	-

Tableau 6
Coefficient de détermination r^2 de la régression
(en gras les r^2 significatifs) entre l'indice obtenu par VPA
et celui obtenu par GLM pour la Manche Est.

Discussion

La base de données, constituée pour l'étude, comprend 4 000 traits de chalut répartis tout au long du littoral de Manche Est. Une analyse graphique pluriannuelle des fluctuations d'abondance en juvéniles de ces nombreux sites a montré que ces variations ne sont pas synchrones entre les différentes zones côtières de Manche Est.

Cette démarche rejoint les études récentes de divers auteurs, dont Desaunay *et al.* (1985), Riou (1994) et Morin *et al.* (1998), qui remarquent une forte variabilité interannuelle d'abondance des juvéniles sur les nourriceries, et s'interrogent sur les effets de cette variabilité sur l'évaluation d'indices de recrutement pertinents. Cette variation d'abondance est souvent liée à des phénomènes climatiques agissant sur la dérive des larves entre les zones de

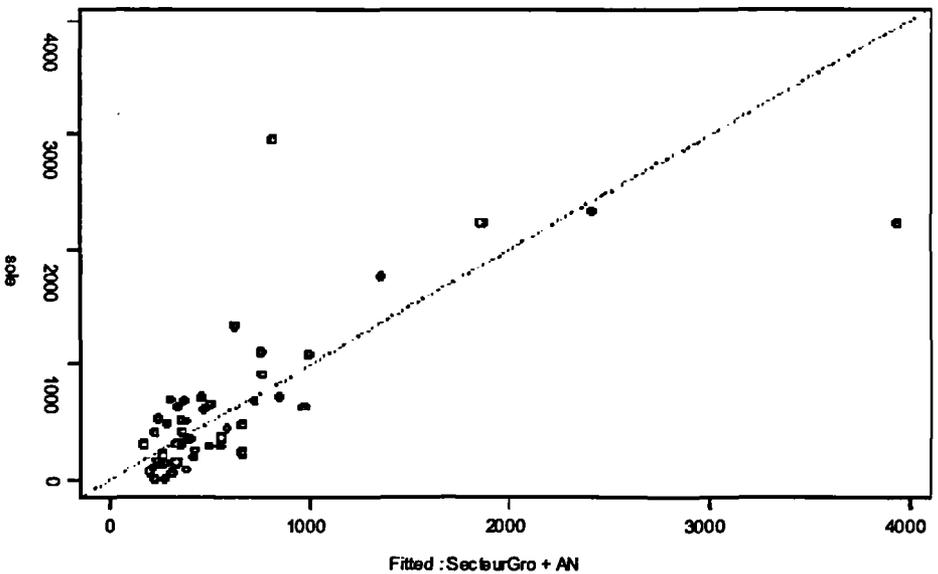
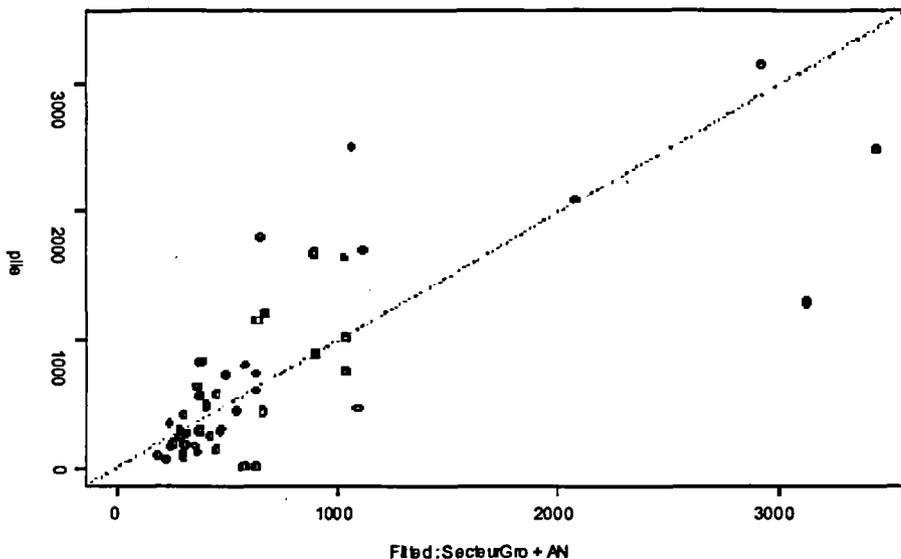
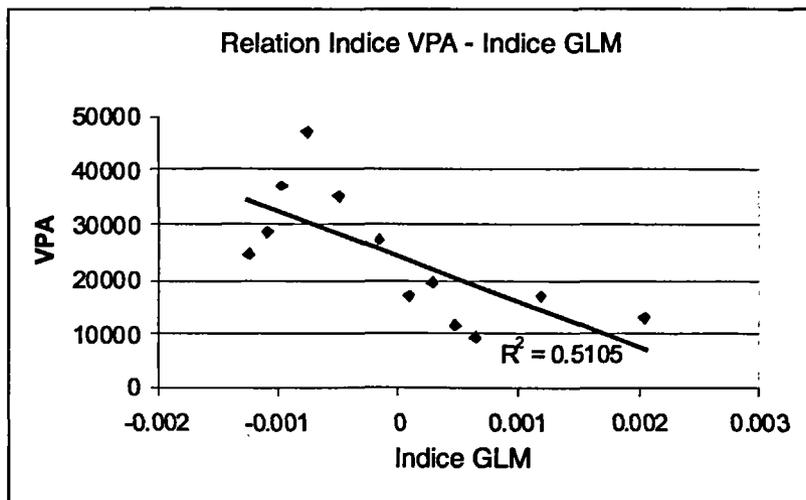


Figure 10
Ajustement du modèle linéaire généralisé par rapport
aux données brutes de soles.



■ Figure 11
Ajustement du modèle linéaire généralisé
par rapport aux données brutes de plies.



■ Figure 12
Distribution densités de plie groupe 1 par strate de secteur
et d'année. Relation Moyenne - Variance.

frayères et les zones de nourricerie (Symonds et Rogers, 1995; Jenkins *et al.*, 1997; Philippart *et al.*, 1998).

Des analyses multivariées ont permis de subdiviser le littoral de Manche Est en huit façades pouvant être considérées comme des nourriceries homogènes. Au sein de chacun de ces secteurs, les variations d'abondance de juvéniles de sole et de plie sont synchrones. Par contre entre ces secteurs, les fluctuations d'abondance sont asynchrones. Rijnsdorp *et al.* (1992) ont également étudié les variations d'abondance des juvéniles, dans un système formé de plusieurs nourriceries. Ils ont mis en évidence que des nourriceries proches (distantes de 100 km) peuvent présenter des variations asynchrones et que l'orientation des côtes semble très importante dans les similitudes de fluctuations d'abondance de juvéniles entre les différentes nourriceries.

Il restait à tester l'intérêt de prendre en compte toutes les nourriceries alimentant potentiellement un même stock afin d'estimer un indice annuel de pré-recrues pour un bassin entier. Pour cela, un modèle linéaire généralisé (GLM) a permis le calcul d'indices d'abondance (Gascuel *et al.*, 1997) pour les pré-recrues de soles et de plies.

Seuls quatre sites ont pu être pris en compte pour le calcul de ces indices : le Solent, le South Downs, la baie de Rye et le littoral picard, intitulé « SudEst » dans l'étude. Ces estimations auraient pu être améliorées, à l'échelle de la Manche Est, si des données suffisantes avaient été disponibles en baie de Seine, c'est-à-dire sur l'estuaire de Seine et la Baie des Veys. En effet d'après les travaux de Morin *et al.* (1998) menés depuis 1995 en estuaire de Seine, les pré-recrues de ce secteur, qui constitue une zone de nourricerie, peuvent contribuer significativement au recrutement global du stock de Manche Est.

Les deux indices calculés donnent des indications supplémentaires sur l'identité biogéographique des stocks de sole et de plie présents en Manche Est et sur leur niveau de relation avec les mers voisines. En ce qui concerne la sole, l'indice est corrélé significativement (51 % de r_{-}) aux abondances calculées par analyses de cohortes des groupes de travail du CIEM, pour la division 7D. Ce résultat confirme les hypothèses avancées par Anonyme (1993) sur la présence d'un stock de sole fortement résident en Manche Est, et relativement indépendant des stocks voisins. Pour la plie, le constat est différent, l'indice obtenu n'étant pas corrélé significativement avec les résultats des VPA de ces

groupes de travail. Ce résultat concorde avec les estimations déjà disponibles (Anonyme, 1993) sur le stock de plie de Manche Est dont les relations très fortes avec celui de la Mer du Nord ont été mises en évidence, notamment par marquage électronique.

En ce qui concerne la sole, la méthode ainsi développée permet d'améliorer significativement la précision de l'estimation de l'indice d'abondance de pré-recrues par rapport à la méthode utilisée actuellement dans les groupes de travail du CIEM (Anonyme, 1998 a). En effet, lors de ces groupes, un indice de sole par groupe d'âge est calculé pour chacune des campagnes scientifiques de chalutage de Manche Est. Pour chaque indice, une estimation est réalisée par extrapolation des résultats d'une régression multiple dont la variable-réponse est l'indice d'abondance annuel obtenu par VPA et les descripteurs des indices de pré-recrues de soles pour chacune des campagnes côtières. Ces modèles régressifs permettent d'atteindre 40 % de r_2 pour la sole en Manche Est.

La méthode exposée, dont les résultats sont significativement supérieurs en termes d'ajustement, permet d'estimer un indice global obtenu à partir de secteurs homogènes et non plus à partir d'indices de campagnes susceptibles d'échantillonner et de regrouper des secteurs au sein desquels les fluctuations d'abondance sont asynchrones. Elle permet également d'obtenir un indice annuel synthétique dépondéré des effets secteurs, et non un indice obtenu par effet additif des différentes campagnes à la mer. Cette méthode est bien entendu applicable à d'autres stocks et à d'autres espèces.

Remerciements

Contribuant à un contrat européen DGXIV (97/0030), cette étude est cofinancée par l'Agence de l'eau Seine Normandie ainsi que par la région Basse Normandie.

Nous tenons à remercier Stéphanie Mahevas, du laboratoire MAERHA de Ifremer Nantes, et Philippe Gros, du laboratoire DEL-AO de Ifremer Brest pour leur soutien statistique.

Nous tenons également à remercier Marie-Laure Cochard du laboratoire DRV-RH de la station Ifremer de Port-en-Bessin pour sa participation à la saisie des données.

Bibliographie

- ANONYME, 1993 —
Identification biogéographique
des principaux stocks exploités
en Manche, relations avec ceux
des régions voisines. *Rapp. Int.
Ifremer*, RI DRV 93-028, 256 p.
- ANONYME, 1998a —
Report of the Working Group
on the Assessment of Demersal
Stocks in the North Sea
and Skagerrak.
ICES CM 1999/ACFM : 8, 676 p.
- ANONYME, 1998b —
Report of the Working Group
on the Assessment of Southern Shelf
Demersal Stocks. ICES CM
1999/ACFM : 4, 692 p.
- BEILLOIS P., DESAUNAY Y., DOREL D.,
LEMOINE M., 1979 —
Nurseries littorales de la baie du
Mont St Michel et du Cotentin Est.
Rapp. ISTPM, 115 p.
- BYRNE C.J.,
FORRESTER J.R.S., 1991 a —
Relative fishing power of NOAA
R/Vs Alabatos IV and Delaware II.
NEFC SAW/12/PI/5, 7 p.
- BYRNE C.J.,
FORRESTER J.R.S., 1991 b —
Relative fishing power of two types of
trawl doors. NEFC SAW/12/PI/6, 6 p.
- CREUTZBERG F., DUINEVELD G.C.A.,
VAN NOORT G.J., 1987 —
The effect of different numbers of
tickler chains on beam-trawl catches.
J. Cons. CIEM, 43, 10 p.
- DESAUNAY Y., DOREL D., GUEREAULT D.,
BEILLOIS P., DURAND J.L., 1985 —
Variation des prérecrues de soles sur
les nourriceries du nord du golfe
de Gascogne de 1979 à 1984. *ICES
CM 1985/G* : 42, 17 p
- DOREL D., BEILLOIS P., DESAUNAY Y.,
GUEREAULT D., 1985 —
Evaluation expérimentale
des composantes de la capturabilité
d'un chalut à perche échantillonneur
utilisé pour l'estimation d'abondance.
ICES CM 1985/G : 40, 12 p.
- DOREL D., KOUTSIKOPOULOS C.,
DESAUNAY Y., MARCHAND J., 1991 —
Seasonal distribution of young sole
(*Solea solea* (L.)) in the nursery
ground of the Bay of Vilaine
(Northern Bay of Biscay). *Net. J. Sea
Res.*, 27 (3-4), 10 p.
- DUVAL P., 1982 —
Étude des nurseries littorales
de l'estuaire de la Seine.
*Groupement régional des pêches
et cultures marines de base
Normandie*, 108 p + annexes.
- ESCOFIER B., PAGES J., 1984 —
Multiple Factor Analysis (AFMULT
package). *Comput. Stat. Data Anal.*,
18, 20 p.
- GASCUEL D., DOMAIN F.,
CHAVANCE P., 1997 —
L'exploitation de la communauté
à sciaenidés de Guinée : un premier
diagnostic sur l'état des stocks,
par modélisation linéaire
des abondances. *Troisième Forum
Halieumétrique*, 6 p.
- GAVARIS S., BRODIE W.B., 1984 —
Results of comparative fishing
between the A.T. Cameron
and the Wilfred Templeman during
July-August 1983. *Canadian Atlantic
Fisheries Scientific Advisory
Committee*, 15 p.
- HALGAND D., ARZUL G., COCHARD M.L.,
ERARD-LE-DENN E., HUET J.,
LE CLAIRE J., QUINIOU F., 1998 —
Surveillance écologique et
halieutique de l'environnement marin
du site de la centrale de Penly
(Manche Est). *Rapp. Int. Ifremer*,
RI DRV 99-06, 74 p.

- HANSON J.M., 1996 —
Seasonal distribution of juvenile Atlantic cod in the southern gulf of St Lawrence. *Journal of Fish Biology*, 49 (6), 15 p.
- JENKINS G.P., BLACK K.P., WHEATLEY M.J., HATTON D.N., 1997 —
Temporal and spatial variability in recruitment of a temperate, seagrass associated fish is largely delimited by physical processes in the pre- and post settlement phases. *Marine Ecology Progress Series*, 148 (1-3), 13 p.
- KUIPERS B., 1975 —
On the efficiency of a two meter beam trawl for juvenile plaice (*Pleuronectes platessa*). *Net. J. Sea Res.*, 9, (1), 13 p.
- LARSONNEUR C., BOUYASSE P., AUFFRET J.P., 1982 —
The superficial sediments of the English Channel and its western approaches. *Sedimentology*, 29 (6), 14 p.
- MESNIL B., 1983 —
Indices d'abondance des juvéniles de poissons plats devant les côtes françaises de Manche Est et de Mer du Nord. *ICES CM 1983/G* : 55, 15 p.
- MILLNER R.S., WHITING C.L., 1990 —
Distribution and abundance of juvenile sole and plaice in the eastern english Channel from young fish surveys. *ICES CM 1990/G* : 38, 13 p.
- MORIN J., RIOU P., BESSINETON C., VEDIEU C., SIMON S., LEMOINE M., LE PAPE O., 1998 —
Etude des nourriceries de la Baie de Seine orientale et de l'estuaire de la Seine. Synthèse des connaissances. Convention d'aide à la recherche n° 96/1212618BMF avec la Préfecture de Région de Haute-Normandie et le Port Autonome du Havre. Rapport final, 74 p + 2 volumes annexes : annexe I, 198 p et annexe II, 90 p.
- PHILIPPART C.J.M., HENDERSON P.A., JOHANNESSEN T., RIJNSDORP A.D., ROGERS S.I., 1998 —
Latitudinal variation in fish recruits in Northwest Europe. *Net. J. Sea Res.*, 39, 9 p.
- PORCH C.E., 1995 —
A numerical evaluation of GLM methods for estimating indices of abundance from west atlantic small bluefin tuna catch per trip data when the data are aggregated to minimize zero catches, *ICCAT collective volume of scientific papers*, 44, (2) 5 p.
- PORCH C.E., SCOTT G.P., 1994 —
A numerical evaluation of GLM methods for estimating indices of abundance from west atlantic bluefin tuna catch per trip data when a high proportion of the trips are unsuccessful, *ICCAT collective volume of scientific papers*, 4 (1), 6 p.
- RIJNSDORP A.D., VAN BEEK F.A., FLATMAN S., MILLNER R. M., RILEY J.D., GIRET M., DE CLERCK R., 1992 —
Recruitment of sole stocks, *Solea solea* (L.), in the northeast atlantic. *Net. J. Sea Res.*, 29 (1-3), 20 p.
- RILEY J.D., SYMONDS D.J., WOOLNER L., 1981 —
On the factors influencing the distribution of 0-group demersal fish in coastal waters. *Rapport P.V. CIEM*, 178, 6 p.
- RIOU P., 1994 —
Analyse descriptive et dynamique de onze années d'échantillonnage haliéutique en baie de Somme. Caractérisation d'une nourricerie côtière. Rapport de DESS Informatique appliqué aux Sciences de la Vie. Ifremer DRV RH Port en Bessin, 68 p.

SCHULZ N., 1984 —
First results of intercalibration
of young fish trawls
used in the Baltic Sea
by GDR and Poland. *ICES CM*
1984/J : 6, 9 p.

SYMONDS D.J., ROGERS S.I., 1995 —
The influence of spawning and
nursery grounds on the distribution of
sole *Solea solea* (L.) in the Irish sea,
Bristol channel adjacent areas. *J. Exp.*
Mar. Biol. Ecol., 190 (2), 19 p.