

Direction des Ressources Vivantes
Département Ressources Halieutiques

Y. Désaunay (1)
D. Guérault (1)

Laboratoire d'Ecologie Halieutique, Nantes

Février 2003 – DRV/RH/RS/03-01

ifremer

Evolution du peuplement halieutique de la baie de Vilaine au cours des décennies 1980 et 1990



Résumé :

Des campagnes de chalutages à perche ont eu lieu en baie de Vilaine de 1981 à 1997. Les modifications du peuplement ichthyologique d'intérêt commercial ont été analysées à l'échelle de l'année et de la décennie. La structure du peuplement et la fonction de nurserie ont été constantes durant la période. Cependant, la richesse spécifique, les indices d'assiduité et de répartition ont montré un affaiblissement pour de nombreuses espèces. L'abondance globale du peuplement ichthyologique est passée de 105,8 individus par hectare à 31,3 ind./ha. Cette tendance a été moins nette dans la zone externe plus marine où les densités sont relativement plus faibles. Les résultats sont discutés en terme de signification du peuplement commercial par rapport au peuplement démersal global. Les motifs de l'abaissement sont recherchés en terme de fonction de l'habitat, d'impacts de la pêche et de gestion de l'habitat estuarien. Un tel suivi fournit des références pour le contrôle de l'état de l'écosystème côtier.

Abstract :

A beam trawl survey of the Bay of Vilaine was conducted from 1981 to 1997. Changes in the commercial fish community were analyzed by comparing the characteristics at the year and decadal scales. The community structure and nursery function of the Bay were steady during the period. However, specific richness, assiduity and distribution indices demonstrated a reduction in the second decade. The global abundance fell from 105.8 ind.ha⁻¹ to 31.3 ind.ha⁻¹. This trend was less marked for the external more marine stratum, which exhibited the lowest densities. The results are discussed in terms of ecological meaning of such a community, compared with the overall demersal fish community. The reasons of the decrease are questioned regarding nursery habitat, local fishing pressure and estuarine habitat management. Such a survey provide reference points to monitor the coastal ecosystem health.

Mots-clés :

peuplement, poissons, baie de Vilaine, suivi, habitat

Keywords :

fish community, Bay of Vilaine, survey, habitat

Commentaire :

Evolution du peuplement halieutique de la baie de la Vilaine au cours des décennies 1980 et 1990

Yves Désaunay & Daniel Guérault
laboratoire d'Ecologie Halieutique, IFREMER Nantes

Introduction

Le suivi du peuplement halieutique de la baie de la Vilaine s'inscrit dans le cadre de l'étude des ressources halieutiques et des nourriceries littorales du golfe de Gascogne. La baie de 300 km² est adjacente à l'estuaire de la Vilaine, dont la longueur a été réduite depuis 1970 par la construction d'un barrage. Elle assure la fonction de nourricerie pour des espèces marines à écophase estuarienne comme la sole et le rouget, qui sont exploités sur place et au large et dont l'intérêt économique est majeur (Désaunay *et al.*, 1981, Marchand, 1991, Dorel *et al.*, 1991, Guérault *et al.*, 1996). Elle constitue une zone de frayère et de nourricerie pour des espèces autochtones également exploitées sur place (crevette grise) et une voie de migration indispensable pour les poissons amphihalins qui sont l'objet d'une importante pêche estuarienne (civelle) ou poursuivent leur cycle en eau douce (anguille, alose, salmonidés). Elle fait partie des sites bretons Natura 2000 en application de la Directive européenne sur les Habitats.

L'intérêt biologique des estuaires et des baies attenantes aux fleuves de la côte atlantique est avancé de façon explicite dans certains textes officiels en particulier, au niveau européen, dans les Directives sur les Habitats (Anon., 1992) et sur l'Eau (Anon., 2000) au titre de la nécessaire protection des fonctions écologiques essentielles de certains habitats côtiers. La Directive sur l'Eau identifie un «état écologique» qui exprime la qualité de la structure et du fonctionnement des écosystèmes et précise que, pour les «eaux de transition» sous influence estuarienne cette qualité se mesure, entre autres, par la «composition, l'abondance et la structure de l'âge de l'ichtyofaune». Cet intérêt n'est cependant pas quantifié et ne constitue pas un élément juridiquement opposable à des projets d'aménagements ou à des usages susceptibles d'altérer la qualité du milieu et sa fonction vitale pour des stocks et leurs exploitations.

Parmi les conclusions du séminaire sur l'évolution naturelle et artificielle des estuaires français (Auger et Verrel, 1998) figure la nécessité d'une «administration durable» qui s'appuie sur une recherche appliquée pour :

- «établir le bilan actuel, l'état des lieux d'un estuaire donné,
- évaluer et quantifier les fonctionnements de base, les fonctions naturelles de cet estuaire,
- évaluer et modéliser son évolution naturelle et celle induite par les activités humaines,
- créer des outils de prise de décision dans des domaines importants comme l'établissement de projets d'environnement, la protection des ressources pêchées,...».

La présente étude tente de contribuer à cette recherche en illustrant la variabilité temporelle d'un système côtier sous influence estuarienne en référence à un peuplement halieutique et à la fonction de «nourricerie» exercée par l'habitat de la baie de la Vilaine.

Matériel et méthodes

Cadre physique

La baie de la Vilaine est située au débouché d'un estuaire très envasé. Le débit moyen de la Vilaine est de $68 \text{ m}^3/\text{s}$, avec des crues hivernales de l'ordre de $400 \text{ m}^3/\text{s}$ et des périodes d'étiages parfois très prononcées (Chapelle *et al.*, 1994). Le bassin versant de la Vilaine couvre plus de $10\,000 \text{ km}^2$ et draine les effluents de plus d'un million d'habitants. La baie comporte une partie interne dont la profondeur est inférieure à 10 mètres. Sa partie nord, dans le prolongement de l'estuaire, a des fonds sablo-vaseux, avec une séquence de communautés benthiques à *Nephtys* – *Lanice* – *Ampelisca* – *Amphiura* (Le Bris, 1988) alors que la partie sud a des fonds plus grossiers, en particulier la «gravelle» de Piriac, (Vanney, 1965). La partie externe s'étend jusqu'aux fonds de 35 mètres en une plaine vaseuse de pente régulière peuplée par la communauté à *Sternaspis* et *Nucula*, avec un faciès à *Haploops*. La zone étudiée couvre 330 km^2 , entre la sortie de l'estuaire et l'isobathe des 35 m (Figure 1).

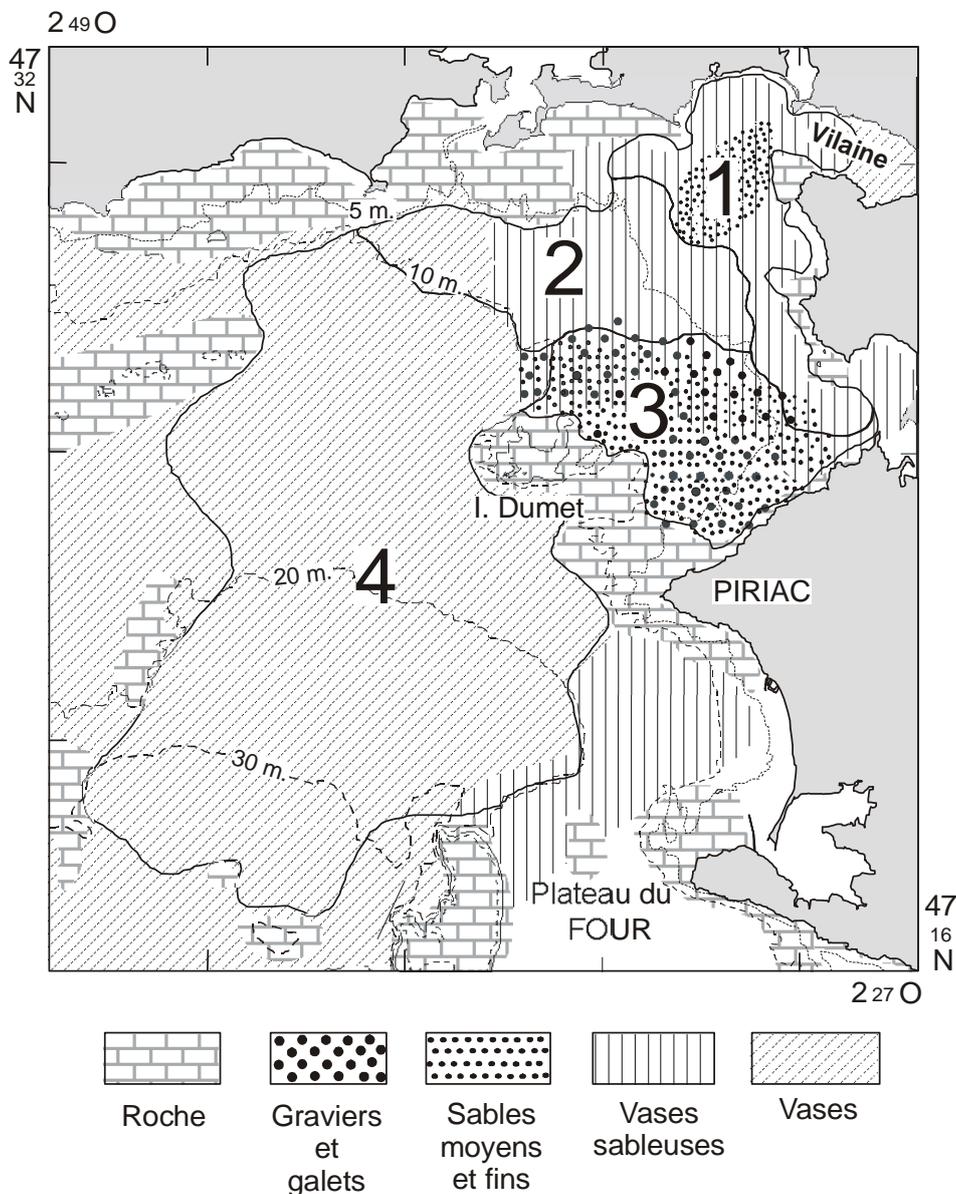


Figure 1 : La baie de la Vilaine : secteur d'étude, stratification bathymétrique et sédimentaire (strates 1 à 4).

Observations réalisées

On utilise ici les descriptions de la faune ichtyologique telle qu'elle ressort des 14 campagnes scientifiques de chalutage réalisées en automne, presque tous les ans, entre 1981 et 1997 (Tableau 1). Les prélèvements (629 chalutages) sont effectués à l'aide d'un chalut à perche échantillonneur large de 2,9 m, haut de 0,5 m, dont les maillages de filet sont de 40 mm (maille étirée) dans l'entrée et de 20 mm dans la partie terminale. Le chalut n'est pas équipé de chaîne de grattage devant le bourrelet (filin mixte lesté). Les pêches sont toutes effectuées de jour pour s'affranchir des variations comportementales nyctémérales. Les conditions de chalutage sont fixées : vitesse 2,5 noeuds, durée 20 minutes, cap face au courant. Un prélèvement couvre en moyenne de 4500 à 5000 m². La répartition des prélèvements est basée sur une stratification en quatre secteurs définis par la profondeur et le type bio-sédimentaire, qui prend en compte l'hétérogénéité de l'habitat (Figure 1). Seule la partie orientale de la strate externe peut être prospectée, la densité des tubes de l'amphipode *Haploops tubicola* caractéristique de cette vasière colmatant très rapidement les chaluts. A cette exception près, les prélèvements couvrent l'ensemble des fonds meubles de la baie de façon assez homogène pour chaque campagne, à raison d'environ 45 chalutages par campagne.

La restriction des observations à la baie a été imposée par la taille des navires de recherche utilisés dont les tirants d'eau sont de l'ordre de 3 m. Des travaux moins étendus dans le temps ont par ailleurs permis de connaître le peuplement de l'estuaire interne (Marchand, & Masson 1987).

	Années	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
	Dates	23-25 Nov.	20-23 Oct.	3-10 Nov.	30 Oct 3 Nov.	20-27 Sept.	18-27 Sept.	4-13 Sept.	20-23 Sept.	19-22 Sept.	15-18 Sept.		14-18 Sept.	4-7 Sept.			16-20 Sept.	11-18 Sept.
Strate 1 35.2 km ²	Nb T	6	9	8	9	6	8	18	12	12	12		12	10			6	9
	Surf.	34500	40550	37275	40080	20460	35050	97866	58267	69998	58491		62447	53475			29445	45438
Strate 2 39.8 km ²	Nb T	7	9	11	10	7	17	26	13	12	14		15	15			10	10
	Surf.	43000	44950	51250	45900	32640	81400	129768	62967	64139	70561		75545	77742			46914	50321
Strate 3 37.8 km ²	Nb T	6	7	10	9	15	11	18	14	9	10		12	11			8	9
	Surf.	37200	37050	51550	41550	60873	56200	89514	63319	50228	51448		61710	55394			38484	45534
Strate 4 216 km ²	Nb T	6	5	16	8	8	11	10	10	13	15		16	15			14	20
	Surf.	32000	26300	74400	29250	36754	53600	53128	46819	65052	74277		79909	74142			66902	99859
Baie de Vilaine	Nb T	25	30	45	36	36	47	72	49	46	51		55	51			38	48
	Surf.	146700	148850	214475	156780	150727	226250	370276	231381	246417	254777		279611	260754			181745	241152
	\bar{X}	5868	4962	4766	4355	4189	4814	5143	4722	5357	4996		5084	5113			4783	5024

Tableau 1 : Répartition de l'échantillonnage réalisé de 1981 à 1997 : nombre de traits de chalut à perche (Nb T) et surface prospectée (Surf.) en m².

Définition et caractérisation du peuplement halieutique

Les spécificités de l'engin utilisé et l'absence d'enregistrements réguliers de certaines espèces au cours des années, ainsi que les objectifs halieutiques de cette recherche, ont amené à définir un peuplement de référence, limité aux espèces de poissons benthiques et démersaux d'intérêt commercial. Sont retenues les espèces dont on est certain qu'elles sont toujours identifiées et dénombrées, même lorsqu'elles sont en nombre très faible (ex : turbot, baudroie) ou très élevé (ex : sole). Ceci explique que le merlan et le tacaud, en général très abondants, ne figurent pas dans cette liste, leur abondance ayant entraîné un rejet lors de plusieurs campagnes. L'image ainsi obtenue ne reflète pas l'exhaustivité ni

la fonctionnalité du peuplement ichthyologique de la baie, mais elle permet de comparer des situations successives.

Ce concept élémentaire de «peuplement» correspond à la définition la plus simple proposée par Barbault (1992) d'un «ensemble plurispécifique défini en fonction du problème étudié », le problème pouvant être le recrutement des espèces exploitées. Les espèces ainsi sélectionnées rassemblent essentiellement des espèces benthophages. Sont exclues du peuplement, outre le merlan et le tacaud, les espèces de petite taille sans intérêt halieutique (en particulier le callionyme, le gobie buhotte, la petite sole jaune, dont les occurrences et les densités sont très élevées).

Les captures sont triées par espèce, dénombrées et le plus souvent mesurées. Les résultats des prélèvements sont rapportés à la surface chalutée et exprimées à l'échelle de strates ou de la baie.

La richesse spécifique (R_s , nombre de taxons observés) constitue la première caractéristique du peuplement. Nous l'accompagnons des **indices de diversité** I_s et **d'équitabilité** E_s de Simpson (in Barbault, 1992) pour exprimer la diversité spécifique. La diversité I_s varie entre 1 (une seule espèce présente) et S (toutes les espèces présentes ont la même abondance). L'équitabilité E_s tend vers 0 lorsque la majorité des effectifs est représenté par une espèce et vers 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance.

L'indice d'assiduité I_A exprime en % le nombre d'années lors desquelles l'espèce a été observée, au cours des 14 campagnes.

L'indice de répartition spatiale I_{RS} exprime en % le nombre de strates où l'espèce a été observée au cours des 14 années (maximum $4 \times 14 = 56$).

L'occurrence mesure, à l'échelle annuelle, le nombre de prélèvements positifs pour une espèce, quelque soit son abondance. Ce paramètre confère le statut de rare, occasionnelle, commune ou constante, aux espèces dont l'occurrence est respectivement inférieure à 12,5 %, comprise entre 12,5 % et 25 %, entre 25 % et 50 %, ou supérieure à 50 %. L'occurrence caractérise la répartition de l'espèce en dehors de toute notion d'abondance.

L'abondance annuelle est exprimée par la densité observée, en nombre d'individus par hectare chaluté. Il s'agit d'abondance apparente, mais les biais spécifiques de sélectivité (effet du maillage du filet), d'accessibilité (effet de la répartition des poissons dans la baie) et de vulnérabilité (selon l'efficacité de l'engin en fonction du comportement de l'espèce) sont considérés comme constants à l'échelle de l'étude.

La période d'observation couvre partiellement deux décennies. Nous avons choisi d'exprimer les résultats en terme de valeur moyenne à l'échelle de chacune d'entre elles. La décennie 1980 est illustrée par 9 campagnes (386 chalutages), la décennie 1990 l'est par 5 seulement (243 chalutages).

Résultats : Le peuplement halieutique et ses caractéristiques évolutives

Richesse et diversité spécifique, indices d'assiduité et de répartition spatiale

- Richesse et diversité spécifique à l'échelle de la baie : L'effort d'échantillonnage développé de 1981 à 1997 semble avoir été suffisamment important pour permettre d'appréhender correctement le peuplement ciblé, y compris au niveau de chaque décennie (Figure 2).

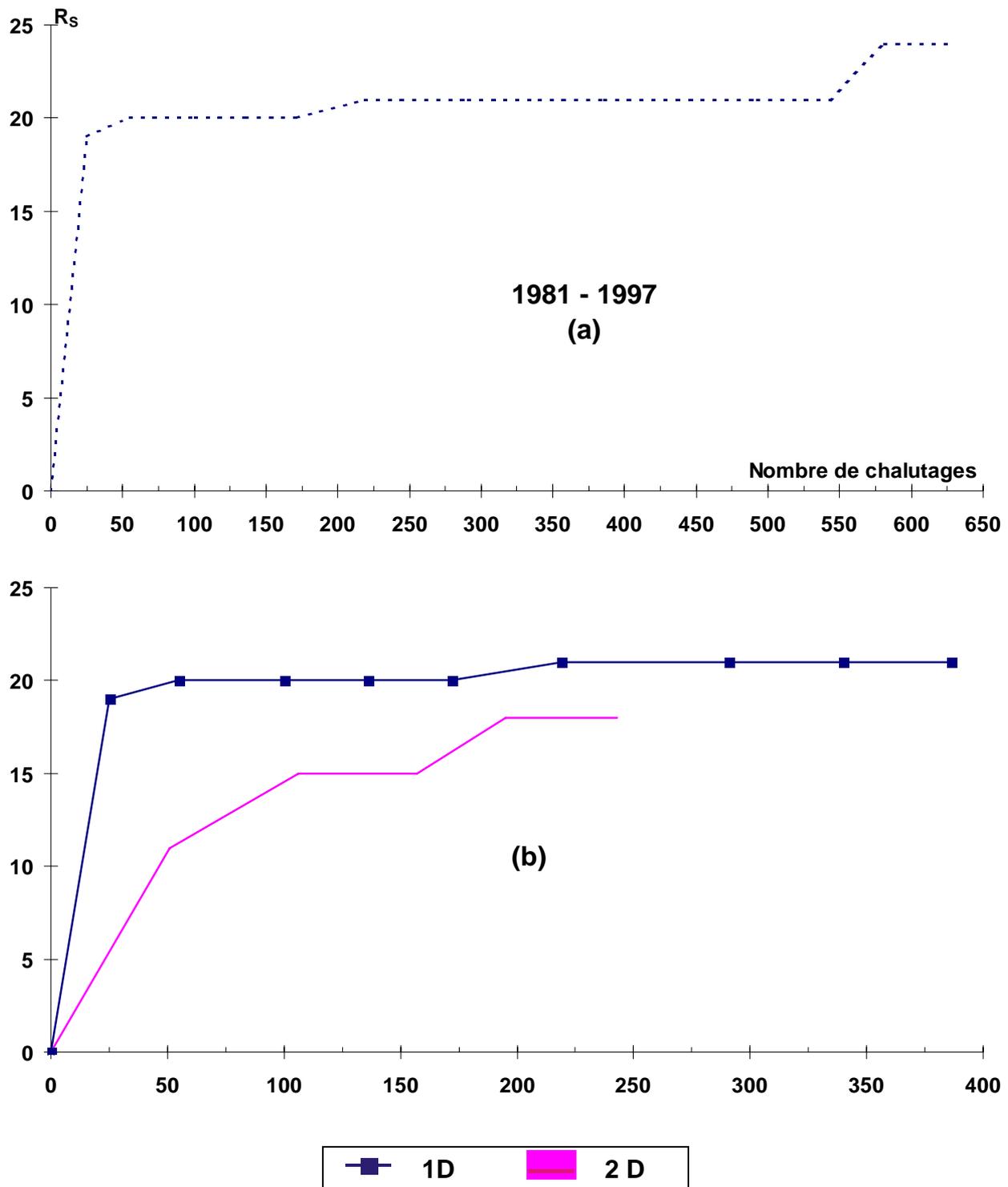


Figure 2 : Evolution de la richesse spécifique (RS) pour l'ensemble de la période étudiée (a) et par décennie (b), 1 D (1981 - 1989) et 2 D (1990 - 1997).

Au terme des 14 campagnes, 24 espèces ont été répertoriées, dont 21 sont observées lors de la première décennie, et 18 lors de la seconde (Tableau 2).

Nom scientifique	Nom commun	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1992	1993	1996	1997
<i>Petromyzon marinus</i>	lamproie	1													
<i>Raja clavata</i>	raie bouclée	2	2		2		2	2		2	1	2		1	1
<i>Anguilla anguilla</i>	anguille	2	3	2	3				1						
<i>Conger conger</i>	congre	1	1												
<i>Merluccius merluccius</i>	merlu	2	3	2	1	1	2	1	2	1	1	1	1	1	1
<i>Pollachius pollachius</i>	lieu jaune	3	2	3	4		1	4	1	1		1		1	1
<i>Zeus faber</i>	saint pierre													1	1
<i>Dicentrarchus labrax</i>	bar commun	3	1	2	1		2	2	2	1	1	3		3	3
<i>Mullus surmuletus</i>	rouget barbet	1	4	3	3	2	4	4	3	4	4	4	2	4	3
<i>Sparus aurata</i>	dorade royale													1	
<i>Spondylisoma cantharus</i>	griset	1	2	1	2				1	3		3	2	3	1
<i>Liza ramada</i>	mulet porc	1	1												
<i>Atherina presbyter</i>	prêtre													4	3
<i>Trigla lucerna</i>	grondin perlon	1	2	1	2		1	1	1	4	1		2	1	
<i>Eutrigla gurnardus</i>	grondin gris	2		1	3		3	2	1	2	2	1	2	2	
<i>Psetta maxima</i>	turbot						2	1	1	1		1	1		1
<i>Scophthalmus rhombus</i>	barbue	1		1				1			1	1			1
<i>Limanda limanda</i>	limande	1	1	2	3	1	4	4	3	3	1	2	1		
<i>Pleuronectes platessa</i>	plie	4	3	3	4	4	4	4	4	4	3	3	4	3	4
<i>Platichthys flesus</i>	flet	2	2	2	3				1	2		1	1	1	1
<i>Solea lascaris</i>	sole pole		1	1	1										
<i>Solea vulgaris</i>	sole	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
<i>Dicologlossa cuneata</i>	céteau	3	3	4	4	3	3	2	2	3	3	2	2	4	3
<i>Lophius piscatorius</i>	baudroie	3	3	3	1										
Richesse spécifique		19	17	16	16	6	12	13	14	14	11	14	11	15	14
		21 espèces										18 espèces			

 Présence et nombre de strates occupées

Tableau 2 : Evaluation de la richesse spécifique à l'échelle de la baie

Les indices de diversité spécifique I_s et d'équitabilité E_s font état d'un peuplement peu diversifié, numériquement dominé par très peu d'espèces (Tableau 3). Ces indices établis par décennie laissent penser que la diminution de richesse spécifique ne s'accompagne pas d'une modification profonde de la structure du peuplement.

	1981-1989	1990-1997	1981-1997
Richesse spécifique R_s	21	18	24
Diversité spécifique I_s	2,767	1,827	2,651
Equitabilité E_s	0,088	0,048	0,072

Tableau 3 : Variabilité décennale de la richesse spécifique, de la diversité spécifique et de l'équitabilité (Indices de Simpson)

- A l'échelle de la baie : Indices d'assiduité I_A et de répartition spatiale I_{RS} (Tableau 4).

Six espèces ne sont représentées qu'au cours de la première décennie : lamproie, anguille, congre, mullet porc, sole pole, baudroie. Trois espèces sont spécifiques des années 1990 : prêtre, Saint Pierre, daurade royale.

Quinze espèces sont communes aux deux décennies mais plus ou moins bien représentées dans le temps et l'espace. Parmi elles, cinq espèces représentées tous les ans ont le taux d'assiduité maximum au cours des deux décennies : sole, plie, rouget, céteau et merlu. L'indice de répartition spatiale est stable pour la sole qui est la seule espèce présente tous les ans dans toutes les strates. Il diminue pour la plie, le céteau et le merlu, mais il augmente pour le rouget lors de la deuxième décennie. Deux espèces (limande et bar) sont représentées à 12 campagnes, trois espèces (lieu jaune, grondin gris, grondin perlon) à 11 campagnes et trois à 10 campagnes (raie bouclée, dorade grise, flet). Deux espèces sont observées de façon plus sporadique (turbot et barbue).

L' I_A et l' I_{RS} de la limande, du lieu jaune et du grondin perlon diminuent d'une décennie à l'autre. L' I_A diminue et l' I_{RS} augmente pour le bar. L' I_A augmente mais l' I_{RS} diminue entre les deux périodes pour le flet, le grondin gris et la raie bouclée. Les deux indices augmentent en même temps pour le griset, le turbot et la barbue (Tableau 4).

	Indice de présence annuelle ou d'assiduité			Indice de répartition spatiale		
	1 D	2 D	Total	1 D	2 D	Total
Lamproie	11%		7%	3%		2%
Raie bouclée	67%	80%	71%	33%	25%	30%
Anguille	56%		36%	31%		20%
Congre	22%		14%	6%		4%
Merlu	100%	100%	100%	42%	25%	36%
Lieu jaune	89%	60%	79%	53%	15%	39%
Saint-Pierre		40%	14%		10%	4%
Bar commun	89%	80%	86%	39%	50%	43%
Rouget barbet	100%	100%	100%	78%	85%	80%
Dorade royale		20%	7%		5%	2%
Griset	67%	80%	71%	28%	45%	34%
Mulet porc	22%		14%	6%		4%
Prêtre		40%	14%		35%	13%
Grondin perlon	89%	60%	79%	36%	20%	30%
Grondin gris	78%	80%	79%	39%	35%	38%
Turbot	44%	60%	50%	14%	15%	14%
Barbue	33%	60%	43%	8%	15%	11%
Limande	100%	60%	86%	61%	20%	46%
Plie	100%	100%	100%	94%	85%	91%
Flet	67%	80%	71%	33%	20%	29%
Sole pole	33%		21%	8%		5%
Sole	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Céteau	100%	100%	100%	75%	70%	73%
Baudroie	44%		29%	28%		18%
Richesse spécifique	21	18	24	21	18	24

Tableau 4 : Indice d'assiduité et de répartition spatiale à l'échelle de la baie par décennie et pour l'ensemble de la période étudiée. 1D : décennie 1980 ; 2D : décennie 1990.

- A l'échelle des strates : Richesse spécifique R_s et indice d'assiduité I_A . Le nombre total d'espèces répertoriées dans les strates 1, 2, 3 et 4 est respectivement de 20, 18, 18 et 17 après 14 années d'observations (Tableau 5).

Strate 1 : Le nombre d'espèces observées au cours des deux décennies est respectivement de 18 et 15. Treize espèces sont communes aux deux périodes, 5 espèces disparaissent et 2 font leur apparition lors de la deuxième décennie.

Strate 2 : Seize espèces ont été observées dans les années 80, contre 12 dans les années 90. Dix espèces sont communes aux deux périodes. On note la disparition de 6 espèces et l'apparition de deux espèces.

Strate 3 : la richesse spécifique chute notablement de 17 à 7 espèces . Six espèces sont communes aux deux périodes. Onze espèces ont disparu et une espèce est apparue lors de la deuxième décennie.

Strate 4 : Le nombre d'espèces observées passe de 15 à 13 d'une décennie à l'autre, avec quatre disparitions et deux apparitions. La diminution de la richesse spécifique et donc de l' I_A de bon nombre d'espèces prédomine, même si l'évolution observée pour les espèces communes aux deux périodes est variable.

L'étude de la diversité spécifique à l'échelle de la baie n'a pas permis de déceler une profonde modification de la structure du peuplement observé d'une décennie à l'autre. Les résultats concernant la richesse spécifique et les indices d'assiduité et de répartition spatiale à l'échelle de la baie ou des strates font par contre état d'une diminution de la représentation temporelle et spatiale d'un bon nombre d'espèces, diminution qui ne peut être imputée à l'intensité de l'échantillonnage, considéré comme suffisant. La réalité des modifications mérite maintenant d'être établie à partir de données quantitatives concernant l'occurrence des espèces et l'abondance des individus.

	Strate 1			Strate 2			Strate 3			Strate 4		
	1 D	2 D	Total									
Lamproie	11%		7%									
Raie bouclée	56%	80%	64%	44%		29%	11%		7%	22%	20%	21%
Anguille	44%		29%	44%		29%				33%		21%
Congre										22%		14%
Merlu				33%		21%	33%		21%	100%	100%	100%
Lieu jaune	67%	20%	50%	56%		36%	56%		36%	33%	40%	36%
Saint-Pierre											40%	14%
Bar commun	33%	80%	50%	33%	60%	43%	56%	40%	50%	33%	20%	29%
Rouget barbet	56%	80%	64%	100%	100%	100%	89%	80%	86%	67%	80%	71%
Dorade royale		20%	7%									
Griset	11%		7%	22%	60%	36%	33%	40%	36%	44%	80%	57%
Mulet porc	22%		14%									
Prêtre		40%	14%		40%	14%		20%	7%		40%	14%
Grondin perlon	33%	40%	36%	67%	40%	57%	33%		21%	11%		7%
Grondin gris	33%	20%	29%	44%	40%	43%	11%		7%	67%	80%	71%
Turbot	11%	40%	21%	22%	20%	21%	22%		14%			
Barbue	11%	40%	21%		20%	7%	22%		14%			
Limande	67%	20%	50%	89%	20%	64%	44%		29%	44%	40%	43%
Plie	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	60%	86%	78%	80%	93%
Flet	67%	80%	71%	33%		21%	33%		21%			
Sole pole	11%		7%				22%		14%			
Sole	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Céteau	78%	40%	64%	89%	40%	71%	89%	100%	93%	44%	100%	64%
Baudroie				33%		21%	33%		21%	44%		29%
Richesse spécifique	18	15	20	16	12	18	17	7	18	15	13	17

Tableau 5 : Richesse spécifique et indice d'assiduité I_A (%) à l'échelle des strates par décennie et pour l'ensemble de la période étudiée. 1D : décennie 1980 ; 2D : décennie 1990.

Occurrence et abondance

- Répartition et abondance à l'échelle de la baie (Figure 3 et Tableau 6).

L'occurrence et l'abondance varient dans de larges proportions suivant les espèces et pour une même espèce suivant les années. En terme d'occurrence, le peuplement moyen synthétique établi après 14 années d'observations est composé de :

- une espèce constante, la sole,
- trois espèces communes, (plie, rouget, céteau),
- trois espèces occasionnelles, (merlu, lieu jaune, limande),
- dix-sept espèces rares, dont le flet, seule espèce rare dont l'occurrence est supérieure à 10%.

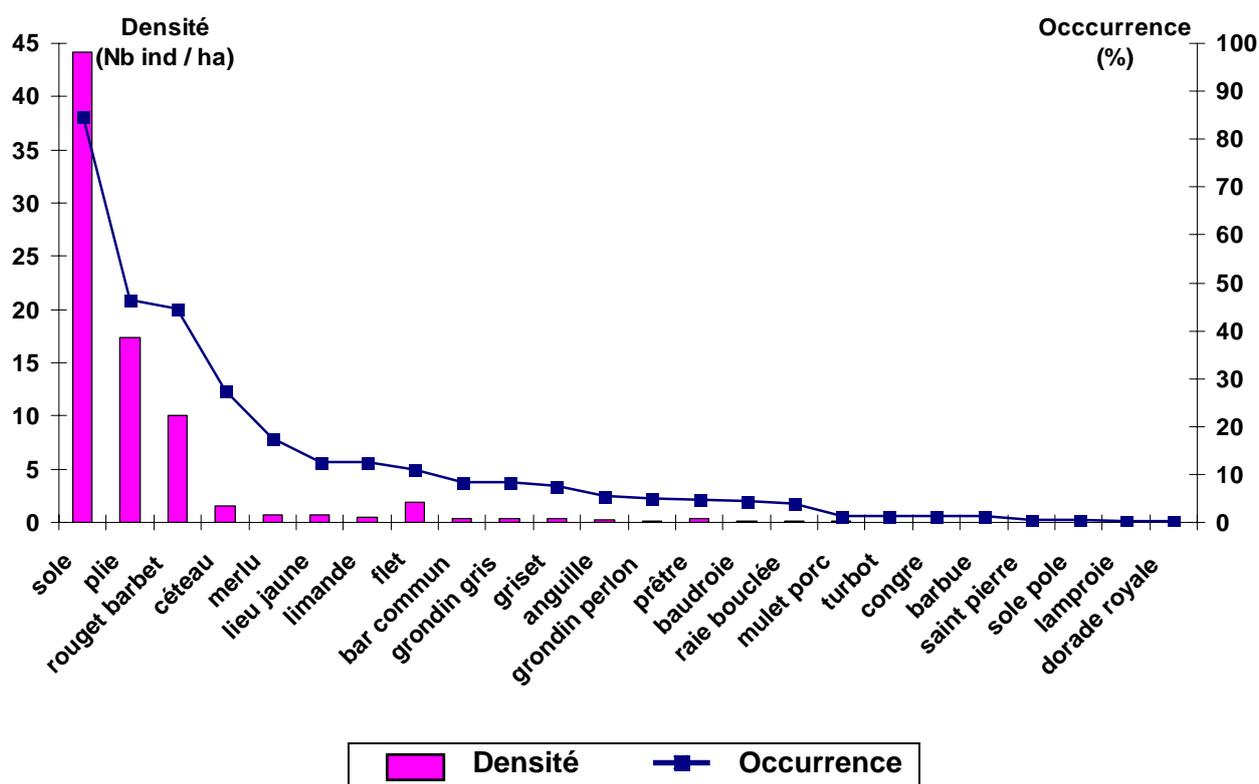


Figure 3 : Occurrence (% de prélèvements positifs) et abondance (densité observée) spécifiques.

Avec une densité moyenne totale de 79,2 ind./ha, le peuplement est largement dominé par la sole, la plie et le rouget dont les densités respectives sont 44,2, 17,4 et 10 ind./ha, soit 55,8%, 21,9% et 12,7% du peuplement. Le flet (1,9 ind./ha), le céteau (1,55 ind./ha) et le merlu (0,76 ind./ha) viennent ensuite dans l'ordre, portant à 6 le nombre d'espèces qui composent l'essentiel du peuplement (96%).

	Nbre d'années de présence	Nbre de strates occupées	Occurrence			Statut	Densité (Nb / ha)			
	IA	IRS	Min-Max	\bar{X}	SD		Min	Max	\bar{X}	SD
Lamproie	1/14	1/56	0-4	0.3	1.1	Rare	0.0	0.1	0.007	0.03
Raie bouclée	10/14	17/56	0-12	3.9	3.9	Rare	0.0	0.3	0.090	0.11
Anguille	5/14	11/56	0-40	5.6	11.2	Rare	0.0	1.6	0.270	0.54
Congre	2/14	2/56	0-14	1.2	3.8	Rare	0.0	0.1	0.010	0.04
Merlu	14/14	20/56	4-37	17.5	10.1	Occas.	0.1	1.6	0.760	0.46
Lieu jaune	11/14	22/56	0-56	12.7	16.7	Occas.	0.0	5.1	0.680	1.35
Saint-Pierre	2/14	2/56	0-6	0.6	1.8	Rare	0.0	0.1	0.010	0.03
Bar commun	12/14	24/56	0-24	8.5	7.5	Rare	0.0	2.0	0.320	0.52
Rouget barbet	14/14	45/56	4-98	44.7	29.3	Commun	0.1	54.8	10.040	15.26
Dorade royale	1/14	1/56	0-3	0.2	0.7	Rare	0.0	0.1	0.004	0.01
Griset	10/14	19/56	0-20	7.5	6.9	Rare	0.0	1.0	0.320	0.38
Mulet porc	2/14	2/56	0-12	1.4	3.6	Rare	0.0	1.9	0.140	0.51
Prêtre	2/14	7/56	0-45	4.8	13.0	Rare	0.0	4.3	0.350	1.15
Grondin perlon	11/14	17/56	0-24	5.0	6.5	Rare	0.0	0.5	0.120	0.16
Grondin gris	11/14	21/56	0-25	8.5	8.3	Rare	0.0	2.1	0.410	0.60
Turbot	7/14	8/56	0-4	1.3	1.5	Rare	0.0	0.1	0.030	0.03
Barbue	6/14	6/56	0-4	1.2	1.6	Rare	0.0	0.1	0.020	0.03
Limande	12/14	26/56	0-49	12.7	14.8	Occas.	0.0	2.1	0.430	0.62
Plie	14/14	51/56	16-88	46.4	20.8	Commun	0.5	102.2	17.380	27.50
Flet	10/14	16/56	0-33	10.9	11.9	Rare	0.0	8.0	1.900	2.95
Sole pole	3/14	3/56	0-3	0.4	1.0	Rare	0.0	0.1	0.010	0.03
Sole	14/14	56/56	57-100	84.8	11.5	Constant	6.4	125.6	44.220	35.87
Céteau	14/14	41/56	4-57	27.6	17.7	Commun	0.2	5.0	1.550	1.42
Baudroie	4/14	10/56	0-32	4.4	9.1	Rare	0.0	1.0	0.130	0.29

Tableau 6 : Variabilité de l'indice d'assiduité (IA), de l'indice de répartition spatiale (IRS), de l'occurrence et de la densité des espèces observées à l'échelle de la baie sur l'ensemble de la période.

Au cours des années 1980, le peuplement observé a varié entre 47,1 et 189,1 ind./ha, autour d'une moyenne de 105,8 ind./ha. Ces valeurs sont nettement supérieures à celles enregistrées au cours de la décennie 1990, qui ont oscillé entre 9,8 et 62,8 ind./ha, avec une moyenne de 31,3 ind./ha. Cette décroissance du peuplement global est liée aux fluctuations d'abondance des principales espèces (Tableau 7 et Figures 4, 5, 6).

	Occurrence (%)		Densité (Nbre ind./ha)		
	1D	2D	1D	2D	Différence (%)
Sole	89,7	76,4	56	22,9	-59,1
Plie	58,9	24,4	26,3	1,3	-95,1
Rouget	51,4	32,6	14,1	2,7	-80,8
Céteau	31	21,4	1,9	1	-47,4
Flet	15	3,6	2,9	0,1	-96,6
Merlu	20,8	11,8	1	0,4	-60
Peuplement			105,8	31,3	-70,4

Tableau 7. Evolution des occurrences et des densités des espèces majeures et du peuplement de la baie de Vilaine entre les décennies 1980 (1D) et 1990 (2D).

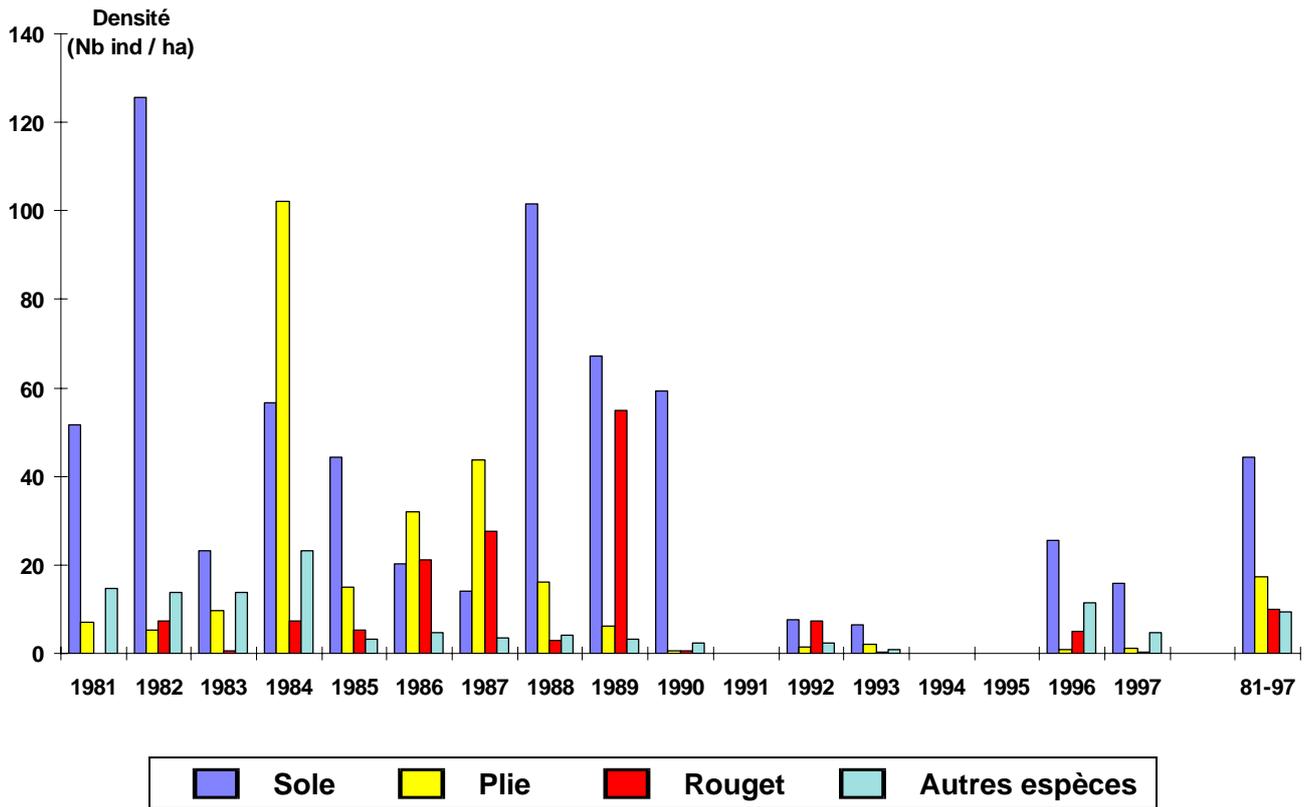


Figure 4 : Fluctuations interannuelles d'abondance à l'échelle de la baie et de l'ensemble de la période.

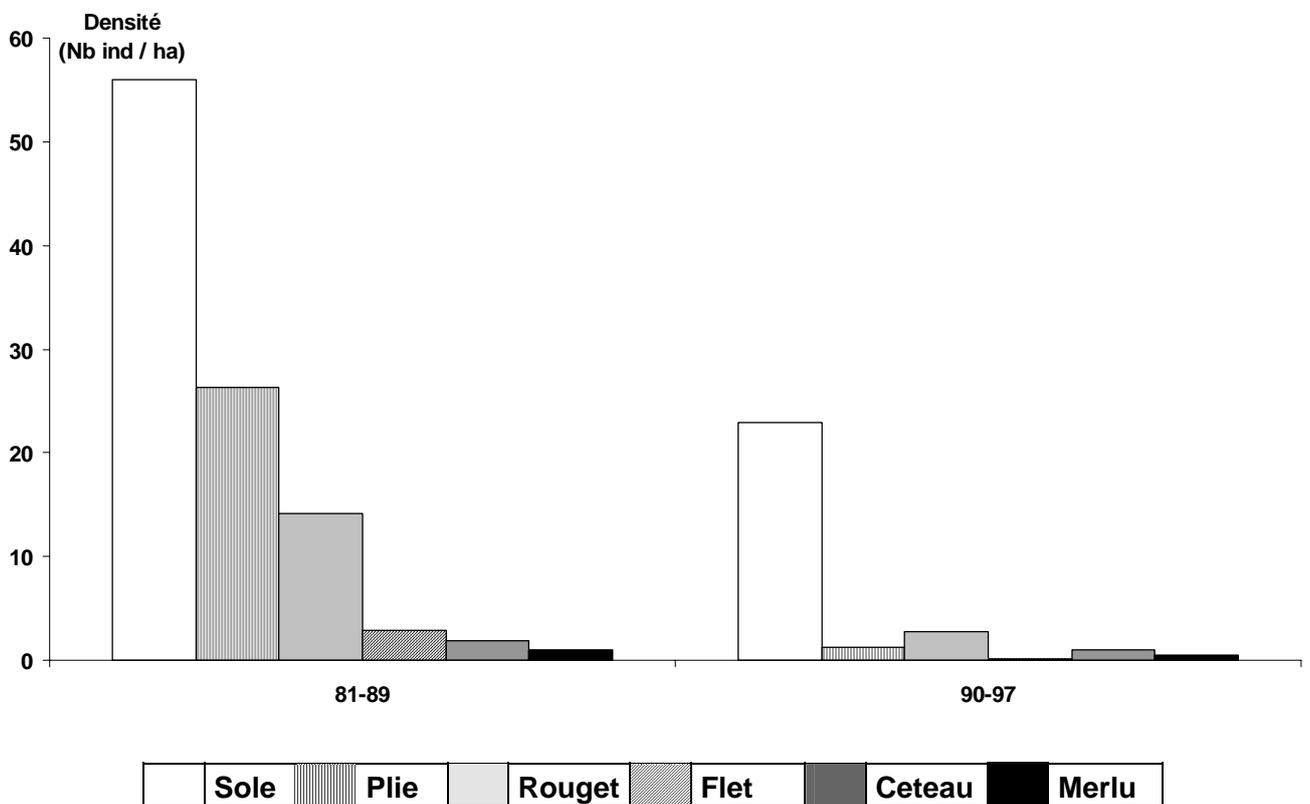


Figure 5 : Fluctuations décennales de l'abondance des principales espèces.

La **sole**, toujours représentée dans les captures, est de surcroît régulièrement constante avec une occurrence annuelle variant de 57% à 100% (moyenne 84,8%). L'occurrence de la sole est en moyenne plus élevée au cours des années 1980 (89,7%) qu'au cours des années 1990 (76,4%). L'abondance annuelle de la sole est maximale en 1982 (125,6 ind./ha) et minimale en 1993 (6,4 ind./ha). Elle est en moyenne plus élevée au cours de la première décennie (56 ind./ha) qu'au cours de la deuxième (22,9 ind./ha). La sole est l'espèce numériquement la mieux représentée à 11 reprises. Elle se classe deuxième derrière la plie en 1984 et troisième derrière la plie et le rouget en 1986 et 1987.

La **plie**, également toujours représentée, a le statut d'espèce commune avec une occurrence de 46,4%. Elle est constante pour la première décennie (58,9%) et commune pour la deuxième (24,4%). La plie est la deuxième espèce par ordre d'abondance au niveau du peuplement moyen (maxi : 102,2 ind./ha, mini : 0,5 ind./ha, moyenne : 17,4 ind./ha). Elle est beaucoup plus abondante en moyenne lors de la première décennie (26,32 ind./ha) que lors de la deuxième (1,3 ind./ha). La plie est l'espèce la plus abondante en 1984, 1986 et 1987.

Le **rouget**, présent chaque année, est commun (occurrence : 44,7%). Le statut annuel de l'espèce varie de rare à constant. Le rouget est en moyenne constant au cours de la première période (51,4%) et commun au cours de la deuxième (32,6%). L'abondance moyenne après 14 années d'observation situe l'espèce au troisième rang du peuplement (10 ind./ha). L'abondance moyenne des années 1980 (14,4 ind./ha) est plus élevée que celle des années 1990 (2,7 ind./ha). Le rouget n'est jamais l'espèce la plus abondante. Il se classe respectivement au deuxième et au troisième rang à 6 et 3 reprises.

Le **céteau** (commun) et le **merlu** (occasionnel) sont toujours représentés. Le céteau est commun et le merlu occasionnel au terme de la première décennie. Les deux espèces sont respectivement occasionnelle et rare au terme de la deuxième décennie. L'abondance moyenne du céteau est de 1,55 ind./ha et situe l'espèce au 5ème rang du peuplement. Elle est de 1,86 ind./ha pour les années 1980 et de 1 ind./ha pour les années 1990. L'abondance moyenne du merlu (0,76 ind./ha) place l'espèce au 6ème rang du peuplement. Elle est plus élevée au cours de la première décennie (0,96 ind./ha, contre 0,44 ind./ha).

Le **flet** (rare) n'est représenté qu'au cours de 10 prospections. Il a respectivement le statut d'espèce occasionnelle et d'espèce rare au terme des années 1980 et 1990.

Les neuf autres espèces communes aux deux périodes sont numériquement peu importantes. Les fluctuations d'occurrence et d'abondance entre les deux périodes affichent le plus souvent une tendance à la diminution.

Neuf autres espèces sont également mal représentées. Cette faible représentation s'explique pour six espèces par leur absence au cours de la deuxième décennie et pour trois espèces par leur absence au cours de la première décennie.

La diminution des densités observées s'accompagne d'une modification de l'assemblage des espèces. Le trio sole-plie-rouget est en tête six années sur neuf au cours de la décennie 80, le flet se substituant au rouget les trois autres années. Au cours des années 90, la sole est toujours en tête, mais le trio sole-plie-rouget n'est observé que deux années sur cinq, puisque viennent s'y associer, alternativement, le prêtre, le céteau, le merlu ou le grondin gris.

- Répartition et abondance à l'échelle des strates (Figure 6 et 7 et Tableau 8).

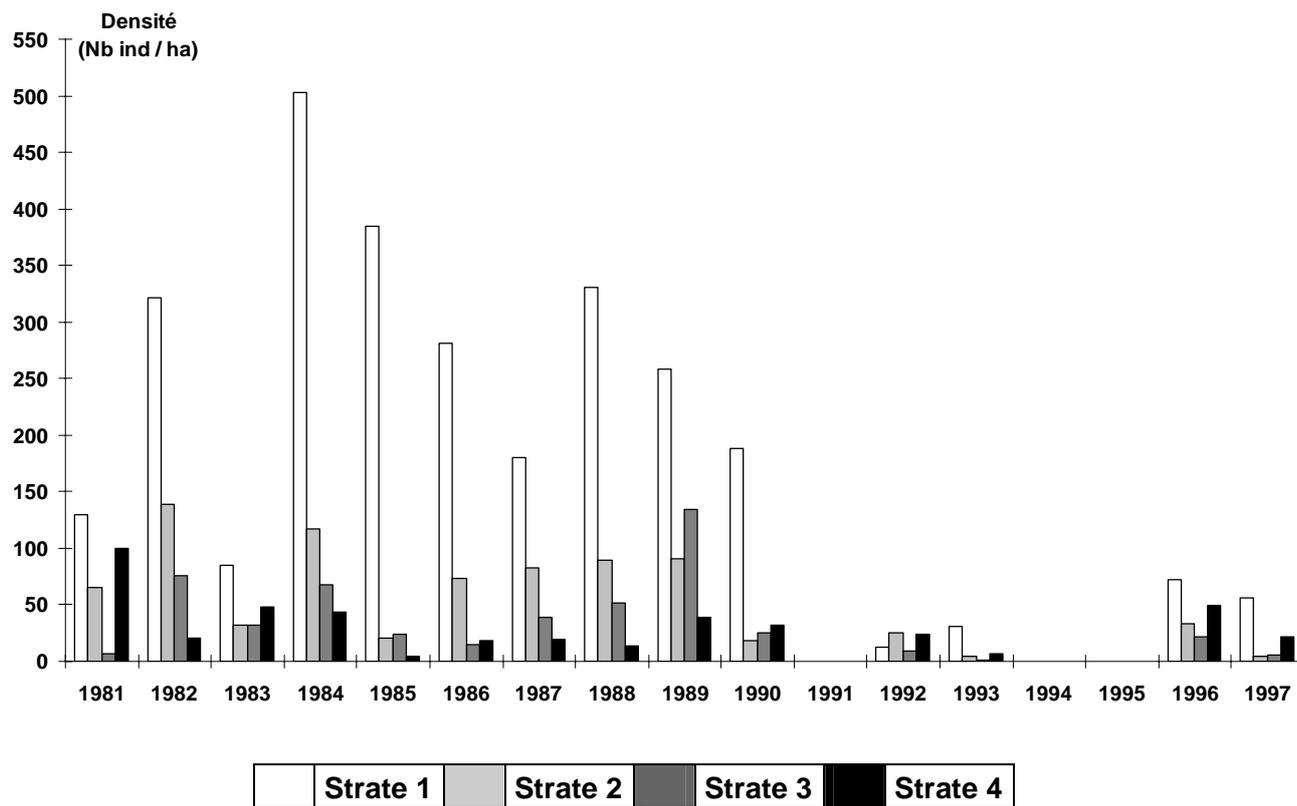


Figure 6 : Variabilité interannuelle et interstrate de l'abondance du peuplement.

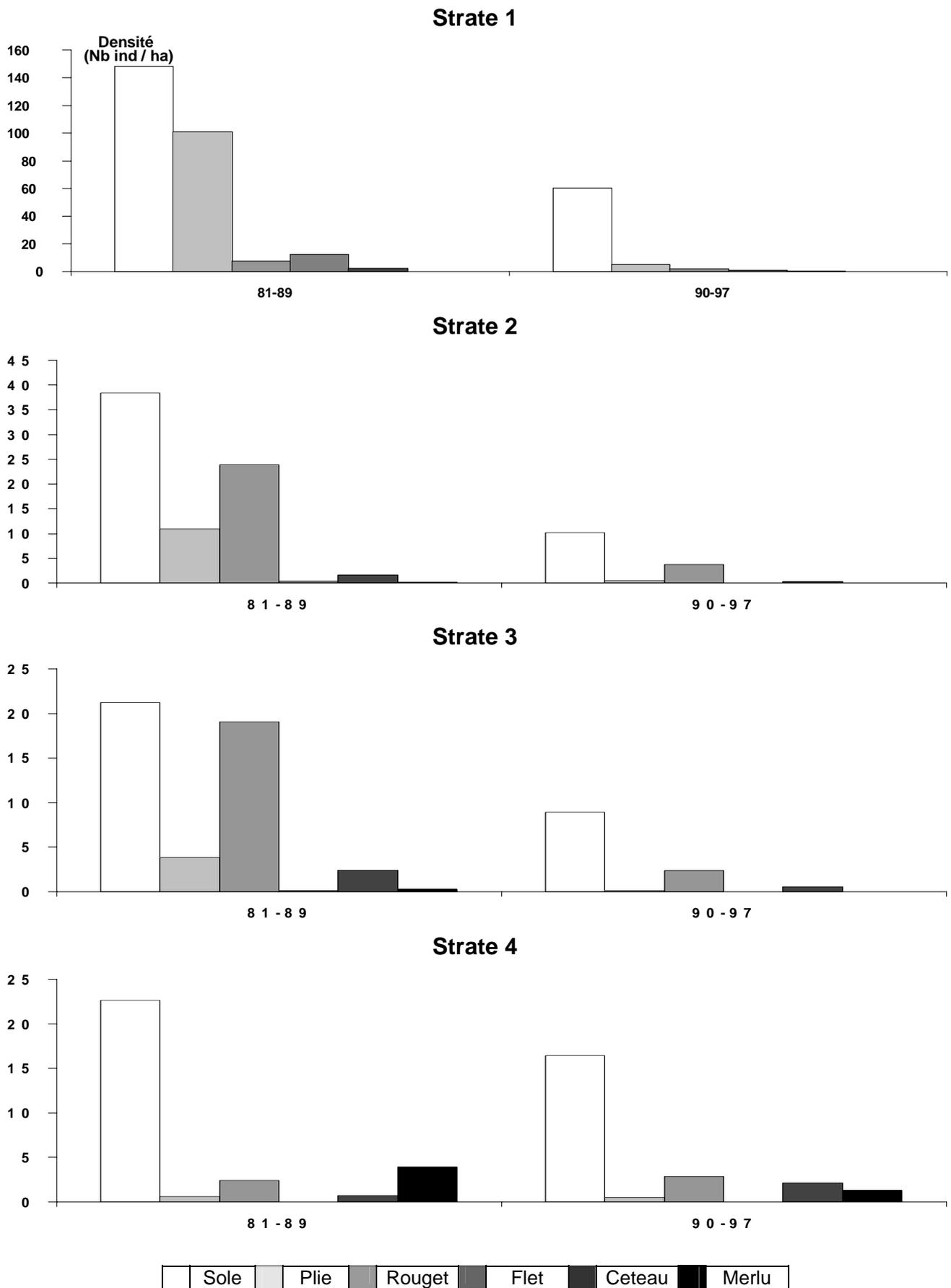


Figure 7 : Variabilité interannuelle de l'abondance des principales espèces par strate.

	Strate 1		Strate 2		Strate 3		Strate 4	
	1D	2D	1D	2D	1D	2D	1D	2D
Sole	148	60,4	38,4	10,1	21,2	8,9	22,6	16,4
Différence	-59,2 %		-73,7 %		-58 %		-27,4 %	
Plie	100,6	5	10,9	0,5	3,8	0,1	0,6	0,5
Différence	-95 %		-95,4 %		-97,4 %		-16,7 %	
Rouget	7,7	1,7	23,9	3,7	19,1	2,3	2,4	2,9
Différence	-78 %		-84,5 %		-88 %		+20,8 %	
Céteau	2,1	0,2	1,6	0,3	2,4	0,5	0,7	2,1
Différence	-90,5 %		-81,3 %		-79,2 %		+200 %	
Flet	12,1	0,7	0,4	0	0,1	0		
Différence	-94,2 %		-100 %		-100 %			
Merlu			0,1	0	0,2	0	3,9	1,3
Différence			-100 %		-100 %		-66,7 %	
Peuplement	275	72,3	79,1	17,3	49,7	12,9	34,2	26,7
Différence	-73,7 %		-78,1 %		-74 %		-21,9 %	

Tableau 8. Evolution des densités des espèces majeures et du peuplement par strate entre les décennies 1980 (1D) et 1990 (2D).

Strate 1

Le peuplement synthétique moyen, composé de 20 espèces, présente une densité moyenne de 202,6 ind./ha. Il est largement dominé par la sole (116 ind./ha) et la plie (66, 5 ind./ha), les deux espèces régulièrement observées et, au final, constantes. La diminution de la richesse spécifique déjà observée s'accompagne d'une réduction par 4 de l'abondance moyenne du peuplement entre les années 1980 (275 ind./ha) et les années 1990 (72 ind./ha). Les densités moyennes de la sole et de la plie passent respectivement de 148 à 60 ind./ha et de 101 à 5 ind./ha. Cette évolution numérique s'accompagne le plus souvent d'une diminution de l'occurrence et d'une modification de l'assemblage des principales espèces. Le duo sole-plie est plus souvent complété par le flet (5 fois) que par le rouget (3 fois) et le céteau (1 fois) au cours des années 1980. Il est complété par le rouget et le bar au cours des années 1990.

Strate 2

La densité moyenne des 18 espèces observées est de 57 ind./ha. Elle passe de 79 à 17 ind./ha entre les deux décennies. La sole, le rouget et la plie, régulièrement représentés tous les ans, sont des espèces constantes et dominant le peuplement avec des densités respectives de 28,3, 16,7 et 7,2 ind./ha. L'occurrence de ces trois espèces diminue d'une décennie à l'autre. Les abondances de la sole, du rouget et de la plie passent respectivement de 38,4 à 10,1 ind./ha, de 23,9 à 3,7 ind./ha et de 10,9 à 0,5 ind./ha.

Strate 3

La densité moyenne des 18 espèces observées est de 36,6 ind./ha. Elle passe d'une décennie à l'autre de 49,7 à 12,9 ind./ha. La sole et le rouget (espèces constantes) dominant le peuplement avec des densités respectives de 16,8 et 13,1 ind./ha. La diminution de l'occurrence de ces deux espèces principales s'accompagne d'une diminution de l'abondance qui passe pour la sole de 21,2 à 8,9 ind./ha et pour le rouget de 19,1 à 2,3 ind./ha.

Strate 4

Le peuplement moyen comprend 17 espèces pour une densité de 31,5 ind./ha. La sole et le merlu, représentés tous les ans, sont constants. La sole domine largement le peuplement avec une densité moyenne de 20,4 ind./ha, loin devant le merlu (3,0 ind./ha). Le peuplement moyen passe de 34,2 à 26,7 ind./ha d'une décennie à l'autre. Cette évolution est en grande partie le reflet de la diminution des densités de sole et de merlu qui passent respectivement de 22,6 à 16,4 ind./ha et de 3,9 à 1,3 ind./ha.

L'étude de la répartition et de l'abondance du peuplement en général et des principales espèces fait état d'une diminution drastique. Le phénomène intéresse toutes les strates mais il est moins marqué dans la strate 4 à l'ouvert de la baie.

Composition démographique des espèces (Tableau 9)

Les observations biométriques réalisées régulièrement, parfois confortées par des lectures d'otolithes pour déterminer l'âge des poissons, permettent d'établir la structure démographique du peuplement. Elles font apparaître que les principales populations échantillonnées sont représentées quasi exclusivement d'individus immatures, dans leur première et leur deuxième année de vie. Ce constat, établi d'après les observations des campagnes 1981-1982 et 1992-1993 (pour les espèces capturées et mesurées), s'applique aussi bien à la première qu'à la deuxième décennie. La baie de la Vilaine n'a donc pas cessé d'assurer sa fonction de nurserie pour les principales espèces, fonction déjà décrite à la fin des années 1970 (Désaunay *et al.*, 1981) et confirmée par Guérault *et al.* (1996). Il reste cependant à savoir si l'évolution perçue est liée à la variabilité naturelle ou aux perturbations anthropiques directes (pêche) ou indirectes (modifications du milieu).

	1981-1982						1992-1993					
	Effectif total			Groupe 0			Effectif total			Groupe 0		
	Nb Ind	Taille Min-Max (cm)	Immatures (%)	Nb Ind	Taille Min-Max (cm)	Immatures (%)	Nb Ind	Taille Min-Max (cm)	Immatures (%)	Nb Ind	Taille Min-Max (cm)	Immatures (%)
Lamproie	1	21	100									
Raie bouclée	8	12-44	100	12-13	2	25	3	35-37	100			
Anguille	45	23-59	100									
Congre	2	70-136	100									
Merlu	33	13-38	100	13-21	26	79	5	13-35	100	13-18	3	60
Lieu jaune	28	15-32	100	15-24	27	96	4	16-25	100	16-25	4	100
Bar commun	5	18-29	100				6	20-28	100			
Rouget barbet	111	9-17	100	9-17	111	100	210	6-15	100	6-15	210	100
Griset	4	6-8	100	6-8	4	100	31	5-9	100	5-9	31	100
Mulet porc	30	11-24	100									
Grondin perlon	5	10-24	100	10-12	3	60						
Grondin gris	12	9-16	100	9-16	12	100	3	11-13	100	11-13	3	100
Turbot							3	26-27	100			
Barbue	1	20	100				1	29	100			
Llmande	8	7-9	100	7-9	8	100	6	7-20	100	7-12	5	100
Plie	180	10-33	100	10-19	113	63	101	8-28	100	10-16	85	84
Flet	152	9-39	93	9-18	44	29	6	11-31	33	11-13	2	33
Sole pole	2	9	100	9	2	100						
Sole	2630	7-43	99.8	7-18	2371	90	382	7-43	99.2	7-15	215	56
Céteau	61	5-23	100	5-12	45	74	19	14-25	95			
Baudroie	22	13-30	100	13	2	9						
Merlan	908	7-27	100	7-20	883	97						

Tableau 9 : Caractéristiques des captures et importance relative des immatures et des jeunes de l'année (groupe 0) d'après les observations réalisées en 1981, 1982, 1992 et 1993.

Discussion

Il est certain que la seule référence à une liste-type d'espèces de poissons d'intérêt commercial ne permet pas de comprendre le fonctionnement écologique de la baie. Des substitutions d'espèces ont pu se produire, au bénéfice d'espèces non commerciales (callionyme, gobies, petite sole jaune, par exemple).

Les campagnes réalisées en 1996 et 1997 ont permis d'ajouter 13 espèces pour décrire le peuplement ichthyologique dépendant du benthos : 2 espèces commerciales (merlan, tacaud) et 11 espèces non commerciales (callionyme, gobie buhotte, petite sole jaune, hippocampe, syngnathe, petit tacaud, motelle, crénilabre, gobie noir, phrynorhombe, arnoglosse), mais aussi d'exclure la lamproie qui n'est pas liée au benthos, portant ainsi à 36 le nombre des espèces de poissons benthos-démersaux de la baie.

Les classements (Figure 8 et Tableau 10) selon les occurrences décroissantes et les densités permettent d'identifier à l'échelle de la baie 5 espèces constantes et dominantes, 5 espèces communes, 5 espèces occasionnelles, les 21 autres espèces étant rares et numériquement très peu représentées, voire absentes des captures en 1996 et 1997. Par ailleurs, l'estimation de la diversité par la prise en compte des seuls effectifs, si elle permet un suivi temporel et une comparaison spatiale, ne renseigne pas sur les flux trophiques. Pour cela, il conviendrait de convertir les effectifs en biomasses.

On peut remarquer que la plupart des espèces sont représentées soit par des juvéniles, soit par des individus de petite taille. En accord avec Piet *et al.* (1998), ceci pourrait révéler une forte compétition interspécifique sur un benthos qui lui aussi est de taille réduite. A l'intérieur d'une nurricerie, les prédateurs sont en compétition pour de petites proies.

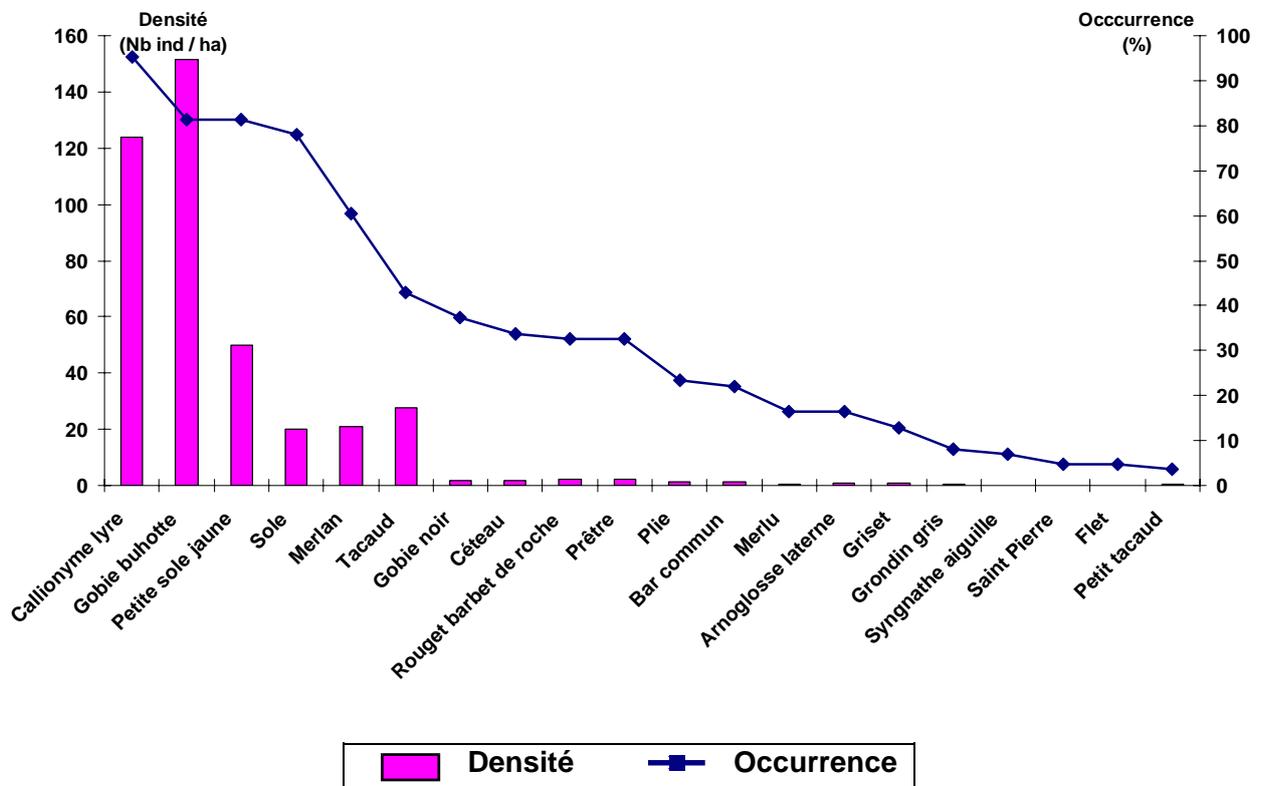


Figure 8 : Occurrence (% de traits positifs) et densité (Nb ind/ha) des vingt principales espèces benthos-démersales récoltées au cours des campagnes 1996 et 1997.

Espèces	Statut	Occurrence %	Densité (nb/ha)
Callionyme	Constant	95,3	123,7
Petite sole jaune	Constant	81,4	49,8
Gobie buhotte	Constant	81,4	151,6
Sole	Constant	77,9	19,9
Merlan	Constant	60,5	21
Tacaud	Commun	43	27,6
Gobie noir	Commun	37,2	1,6
Céteau	Commun	33,7	1,8
Rouget	Commun	32,6	2,3
Prêtre	Commun	32,6	2,2
Plie	Occasionnel	23,3	1,2
Bar	Occasionnel	22,1	1,4
Arnoglosse	Occasionnel	16,3	0,8
Merlu	Occasionnel	16,3	0,5
Griset	Occasionnel	12,8	0,8
Grondin gris	Rare	8,1	0,5
Syngnathe	Rare	7	0,1
Flet	Rare	4,7	0,2
Saint Pierre	Rare	4,7	0,1
Petit tacaud	Rare	3,5	0,4
Motelle	Rare	3,5	0,2
Raie bouclée	Rare	2,3	0,05
Lieu jaune	Rare	2,3	0,05
Hippocampe	Rare	2,3	0,05
Daurade royale	Rare	1,2	0,02
Grondin perlon	Rare	1,2	0,02
Turbot	Rare	1,2	0,02
Barbue	Rare	1,2	0,02
Crénilabre	Rare	1,2	0,05
Phrynorhombe	Rare	1,2	0,02
Congre	Absent		
Anguille	Absent		
Mulet porc	Absent		
Baudroie	Absent		
Limande	Absent		
Sole pole	Absent		

Tableau 10. Composition du peuplement ichtyologique observé au cours des campagnes de 1996 et 1997.

Les fluctuations naturelles

Elles peuvent sembler aléatoires et être, de fait, liées à un ou plusieurs facteurs du milieu (affectant la dynamique du recrutement d'une ou plusieurs espèces). Ainsi, le recrutement de la sole serait lié à la qualité et à la quantité de l'habitat généré par les débits fluviaux, et ces débits ont été effectivement supérieurs dans les années 1980 (Le Pape *et al.*, accepté).

Elles peuvent s'inscrire dans une tendance à long terme. Le réchauffement des eaux du Golfe de Gascogne est un constat établi depuis plusieurs années particulièrement pour le

sud du golfe (Koutiskopoulos *et al.*, 1998) et s'est traduit par une modification de la faune ichthyologique (Quéro, 1998). Il pourrait être à l'origine d'un renforcement des espèces tempérées chaudes (renforcement qui ne transparaît pas dans le peuplement sélectionné pour la présente étude) et réciproquement expliquer la «disparition» ou la raréfaction de certaines espèces tempérées froides qui seraient remontées vers le nord (plie, limande).

Les perturbations d'origine anthropique (directes ou indirectes)

Les perturbations directes sont essentiellement dues à la pêche. La pression exercée sur une espèce cible, à l'échelle du plateau continental, peut être telle que la diminution des stocks s'accompagne d'une diminution de l'aire de répartition des immatures (expliquant la raréfaction dans nos captures de la baudroie et du merlu). Les pêches dérogatoires exercées sur place, à l'échelle d'une baie, outre leur impact sur les espèces cibles (civelle, crevette grise, céteau), ont un impact sur les espèces accessoires liées à l'utilisation de faibles maillages de filet. Toutefois, il ne semble pas que l'effort de pêche des crevettiers de la baie de Vilaine ait augmenté au cours de la période d'étude, ainsi que l'indiquent Vacherot *et al.*, 1998.

En Vilaine, la construction du barrage estuarien d'Arzal en 1970, qui a réduit la longueur de l'estuaire de 40 à 10 km a entraîné la réduction des surfaces d'échanges au niveau des vasières, la diminution des courants et l'artificialisation des débits. Le temps de résidence moyen des eaux fluviales est passé de 14 jours à 1 jour. Dans les 20 ans qui ont suivi la construction du barrage, 22 millions de mètres cubes de vase marine ont sédimenté dans l'estuaire (étude IAV, 1995, document SAGE Vilaine, 1999). Globalement, cela se traduit par une diminution de la quantité et de la qualité de l'habitat péri estuarien. Le Bris (1988) interprète les changements intervenus dans les communautés macrobenthiques de la baie comme un effet des modifications hydrologiques et hydrodynamiques consécutives à la construction du barrage estuarien. La fonction de nurserie reste cependant assurée, mais sa capacité d'accueil semble affaiblie, l'estuaire n'étant plus tout à fait un estuaire mais une zone côtière banale lors des périodes sèches. Par ailleurs, la fonction de transfert estuarien pour les migrateurs a été annulée par le barrage (Elie, 1998), jusqu'à ce qu'une passe à poissons soit installée et pallie de façon partielle cette perturbation, 25 ans après l'édification de l'ouvrage.

Néanmoins, la probabilité de connaître des épisodes de sécheresse durables, comme ceux vécus dans les années 1990, est *a priori* faible dans le contexte de changement climatique actuel. Il est très probable que les débits saisonniers de la Vilaine demeureront suffisants pour maintenir les conditions propices à l'établissement d'une faune benthique et, par conséquent, d'une ichtyofaune caractéristique de l'environnement estuarien.

Conclusion

Cette étude est un constat supplémentaire de la diminution des ressources liées aux estuaires, constat déjà fait dans d'autres secteurs européens, comme l'estuaire de la Tamise (Araujo et al., 2000), du Tage (Costa & Cabral, 1999) et de la Seine (Le Pape et al., 2000). Dans toutes ces régions, la qualité de l'habitat, très dépendante des effluents continentaux, est considérée comme dégradée.

La récente Directive Cadre Européenne sur l'Eau (Anon., 2000), qui prend en compte les eaux estuariennes (dites de transition) et les eaux côtières, stipule que des surveillances soient régulièrement opérées, tous les 3 à 6 ans, afin de mesurer le «statut écologique» par rapport à un «potentiel écologique». Mais rien n'est défini encore sur la période prise pour référence ni pour les indicateurs et les protocoles de mesures. Au sujet des ressources de la Mer du Nord, Daan *et al.*, 1996 affirment que "définir des paramètres quantitatifs pour décrire les caractéristiques de l'écosystème de façon significative et interprétable est un grand défi". La présente étude devrait amener à formuler un protocole de suivi de la productivité et de la qualité des habitats côtiers et estuariens sur du long terme.

Remerciements

Les auteurs tiennent à remercier les Capitaines et les Equipages successifs du N.O. Gwen Drez, ainsi que les scientifiques qui ont réalisé les travaux en mer et au laboratoire. Ils sont particulièrement redevables à Cathy Dejoux (ECOHAL) pour la réalisation des tableaux et des figures.

Références bibliographiques

- Anon., 1992. COUNCIL DIRECTIVE 92/43/EEC of 21 May 1992 on the conservation of natural habitats and of wild fauna and flora. *Official Journal of the European Communities*, JO L206 22 07 1992
- Anon., 2000. COUNCIL DIRECTIVE 2000/60/EEC of 23 October 2000 establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities*, JO L 327/1 22 12 2000
- Araujo F.G., Williams W.P. & Bailey R.G., 2000. Fish assemblages as indicators of water quality in the Middle Thames estuary, England. *Estuaries*, 23 (3) : 305-317
- Auger C. & Verrel J.L.(ed.), 1998. Les estuaires français, évolution naturelle et artificielle, Actes du séminaire national de travail, Paris, 26-27 novembre 1997, Plouzané, France, Editions IFREMER n°22.
- Barbault R., 1992. Ecologie des peuplements. Structure, dynamique et évolution. Masson (ed.)
- Costa M.J. & Cabral H.N., 1999. Changes in the Tagus nursery function for commercial fish species : some perspectives for management. Special issue : the Tagus estuary and related systems. *Aquatic Ecology* 33 (3) : 287-292
- Chapelle A., Lazure P. & Mesnesguen A., 1994. Modelling eutrophication events in a coastal ecosystem. Sensivity analysis. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 39 : 529-548
- Daan N., Richardson K. & Pope J.G., 1996. Changes in the North Sea ecosystems and their causes : Arhus revisited. *ICES Journal of Marine Science* 53 : 879-883
- Désaunay Y., Pérodou J.B. & Beillois P., 1981. Etude des nurseries de poissons du littoral de la Loire Atlantique (France). *Science et Pêche, bulletin de l'Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes*, décembre 1981 n°319 : 1-23

- Dorel D., Koutsikopoulos C., Désaunay 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). *Netherlands Journal of Sea Research* 27 (3/4) : 297-306
- Elie P., 1998. L'impact d'un barrage d'estuaire sur la migration des poissons amphihalins : solutions de réhabilitation et premiers résultats. in : Auger C. & Verrel J.L.(ed.), 1998. Les estuaires français, évolution naturelle et artificielle, Actes du séminaire national de travail, Paris, 26-27 novembre 1997, Plouzané, France, Editions IFREMER n°22 : 141-156
- Guérault D., Dorel D. & Désaunay Y., 1996. Cartographie des nourriceries littorales de poissons du golfe de Gascogne. Rapport de contrat Ministère de l'Agriculture, de la Pêche et de l'Alimentation, IFREMER, non paginé
- Institut d'Aménagement de la Vilaine, (IAV) 1995. Etude de l'envasement de l'estuaire de la Vilaine, rapport final ERAMM-RIVAGES, décembre 1995, 106 p.
- Koutsikopoulos C., Beillois P., Leroy C. & Taillefer F., 1998. Temporal trends and spatial structures of the sea surface temperature in the bay of Biscay. *Oceanologica Acta* 21 (2) : 335-344
- Le Bris H., 1988. Fonctionnement des écosystèmes benthiques côtiers au contact d'estuaires : la rade de Lorient et la baie de Vilaine. Thèse d'Océanographie biologique. Université de Bretagne Occidentale, Brest, 311 pages
- Le Pape O., Morin J., Rogers S., Riou P., Coppin F., Carpentier A. & Lemoine M., 2000. Nursery grounds in the coastal zone of the eastern Channel : typology and management measures. Final report to the DG XIV EU Commission, contract n° 97/0030, IFREMER, 65 p.
- Le Pape O., Désaunay Y. & Guérault D., (accepté). Relationship between fluvial discharge and sole *Solea solea* (L.) recruitment in the bay of Biscay. ICES Marine Science Symposia.
- Marchand J. & Masson G., 1987. Stratégie colonisatrice des nourriceries estuariennes par les post-larves et juvéniles de sole (*Solea vulgaris*) (cas de l'estuaire de la Vilaine) et caractéristiques des ressources benthodémersales associées. Université de Nantes, laboratoire de biologie marine, rapport de contrat IFREMER 86-5-511000, 65 p.
- Marchand J., 1991. The influence of environmental conditions on settlement, distribution and growth of 0-group sole *Solea solea* (L.) in a macrotidal estuary (Vilaine, France). *Netherlands Journal of Sea Research* 27 (3/4) : 307-316
- Piet G.J., Pfisterer A.B., Rijnsdorp A.D. & Berghahn R., 1998. On factors structuring the flatfish assemblage in the southern North Sea. *Journal of Sea Research* 40 (1/2) : 143-152
- Quéro J.C., 1998. Changes in the Euro-Atlantic fish species composition resulting from fishing and ocean warming. 9th Congress of European Ichthyologists : Fish Biodiversity, Trieste (Italy). *Italian Journal of Zoology* 65 : 493-499
- Vacherot J.-P., Dupouy H. & Meillat M., 1998. Comment épargner les juvéniles de soles et de gadidés dans la pêche de crevette grise. Rapport interne IFREMER DITI/GO/TP 98-27. 12 pages
- Vaney J.R., 1965. Etude sédimentologique du Mor Braz, Bretagne. *Marine Geology* 3 (3) : 195-222