



HAL
open science

L'ICHTYOFAUNE DANS L'ORGANISATION BIOLOGIQUE D'UN SYSTÈME PARALIQUE DE TYPE LAGUNAIRE : LE COMPLEXE DES ÉTANGS DU PRÉVOST ET DE L'ARNEL (LANGUEDOC, FRANCE)

J.-L Bouchereau, O Guelorget, Y Vergne, J.-P Perthuisot

► **To cite this version:**

J.-L Bouchereau, O Guelorget, Y Vergne, J.-P Perthuisot. L'ICHTYOFAUNE DANS L'ORGANISATION BIOLOGIQUE D'UN SYSTÈME PARALIQUE DE TYPE LAGUNAIRE : LE COMPLEXE DES ÉTANGS DU PRÉVOST ET DE L'ARNEL (LANGUEDOC, FRANCE). *Vie et Milieu / Life & Environment*, 2000, pp.19-27. hal-03186845

HAL Id: hal-03186845

<https://hal.sorbonne-universite.fr/hal-03186845v1>

Submitted on 31 Mar 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

L'ICHTYOFAUNE DANS L'ORGANISATION BIOLOGIQUE D'UN SYSTÈME PARALIQUE DE TYPE LAGUNAIRE : LE COMPLEXE DES ÉTANGS DU PRÉVOST ET DE L'ARNEL (LANGUEDOC, FRANCE)

*The fish fauna in the biological organization of a lagoonal paralic system :
the Prévost-Arnel lagoonal complex (Languedoc, France)*

J.-L. BOUCHEREAU*, O. GUELORGET*, Y. VERGNE*, J.-P. PERTHUISOT**

* Laboratoire d'Hydrobiologie marine, UMR 5556, Université Montpellier II, Place E. Bataillon,
34095 Montpellier Cedex 05, France
bouchero@hyd.univ-montp2.fr

** Laboratoire de Biogéologie et Microbiogéologie, Université de Nantes, 2 rue de la Houssinière,
44072 Nantes Cedex 03, France

ICHTYOFAUNE
ORGANISATION
FONCTIONNEMENT
DOMAINE PARALIQUE
CONFINEMENT

RÉSUMÉ. – L'ichtyofaune du complexe lagunaire du Prévost-Arnel a été échantillonnée à la senne de plage lors de trois campagnes réalisées entre février et avril 1996. Les prélèvements ont été effectués à 8 stations en milieu lagunaire périphérique et une station située en milieu marin. Les données ichtyofaunistiques obtenues (richesse spécifique, densité, biomasse et longueur moyenne des individus par espèce) se répartissent globalement selon un gradient négatif qui s'établit entre la mer et les marges continentales. Cette répartition se calque étroitement sur celle des autres compartiments biologiques, notamment benthiques. L'organisation de l'ichtyofaune semble donc également gérée par le confinement en relation avec le taux de renouvellement en eau marine. Les Poissons d'origine sédentaire ou migrants cycliques peuvent donc être considérés comme bioindicateurs de l'organisation biologique de ces milieux paraliques de type lagunaire.

ICHTHYOFAUNA
ORGANIZATION
FUNCTIONING
PARALIC DOMAIN
CONFINEMENT

ABSTRACT. – The ichthyofauna of the Prévost-Arnel lagoonal complex was sampled with a beach seine during three campaigns carried out from February to April 1996. Samples were done at eight stations located at the periphery of the lagoon ecosystem and one station situated in the sea. Ichthyofaunistic data obtained (species richness, density, biomass and mean length of individuals for each species) are distributed along a negative gradient from the sea to the continental shorelines. This distribution is strongly similar to that of other biological compartments, particularly the benthic ones. Thus, the organization of ichthyofauna seems also regulated by the confinement related with the rate of renewal of marine waters. The sedentary fishes or cyclic migrants can be therefore considered as bioindicators of the biological organization of those paralic ecosystems of lagoonal type.

INTRODUCTION

Le domaine paralique, situé entre le domaine marin et le domaine continental (Naumann 1854, Perthuisot 1975), comprend des milieux très variés d'un point de vue morphologique (Perthuisot & Guelorget 1992). Il a été montré que tous ces milieux présentent une organisation biologique zonale qui affecte tous les compartiments biologiques benthiques et planctoniques (Frisoni 1984, Clastère 1984, Guelorget *et al.* 1993, 1996, Le-

fèvre 1997, Favry *et al.* 1997, Jeanneau 1997). Cette zonation biologique dépend fondamentalement du confinement qui peut se définir comme étant le temps de renouvellement en eau d'origine marine en un point donné du milieu.

Or, le compartiment de l'ichtyofaune, pourtant abondamment étudié quant à sa dynamique et sa productivité, n'a jusqu'à ce jour jamais été envisagé dans sa signification écosystémique. Il était donc nécessaire qu'une telle étude soit entreprise dans un système paralique, de taille limitée et par ailleurs parfaitement connu en ce qui concerne les

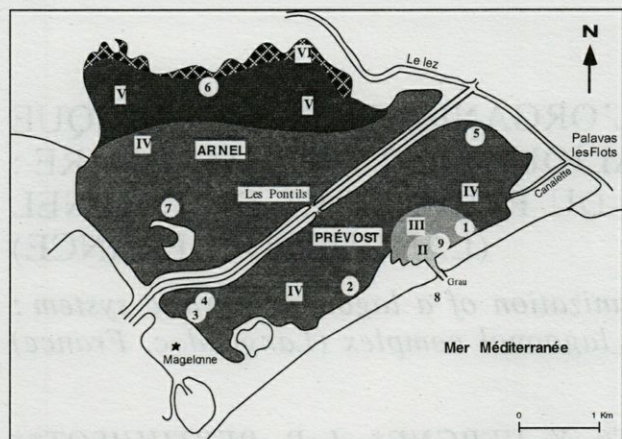


Fig. 1. – Situation des stations d'étude (chiffres arabes) et représentation schématique des zones de confinement (chiffres romains) définies par Guelorget & Perthuisot (1983) dans les Étangs de l'Arnel et du Prévost.

Location of the sampling stations (arabic numbers) and schematic representation of confinement zones (roman numbers) defined by Guelorget & Perthuisot (1983) in Arnal and Prévost lagoons.

principaux compartiments biologiques. Le choix s'est porté sur l'Étang du Prévost et l'Étang de l'Arnel adjacent, qui en est la continuation en direction du pôle continental. Ce complexe lagunaire présente toute l'étendue de la zonation biologique du domaine paralique et donc tous les degrés de confinement.

L'étude de l'ichthyofaune en tant que bioindicateur en domaine paralique doit tenir compte d'un certain nombre de caractéristiques de ce compartiment. Il comporte en effet des espèces ayant différents statuts. Les espèces migrantes sont pélagiques et transitent par le domaine paralique pour des raisons trophiques ou génésiques : peut-on leur attribuer un rôle de bioindicateur dans l'organisation biologique des systèmes paraliques ? Les espèces sédentaires sont benthiques et intimement liées à leur proche environnement et ainsi sont susceptibles de décrire les caractéristiques du milieu. Leurs distributions qualitative et quantitative sont donc le reflet de l'organisation globale de l'écosystème qu'ils habitent.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Le site : L'Étang du Prévost constitue un modèle très représentatif des systèmes lagunaires (*sensu stricto*) méditerranéens. De superficie restreinte (2,9 km²), et de faible profondeur (0,75 m en moyenne), il offre une structure géomorphologique simple qui facilite l'approche scientifique de son organisation et de son fonctionnement. Il communique avec la mer par une passe endiguée qui recoupe le lido (cordon littoral) dans sa

partie médiane (Fig. 1). Au nord, le chenal des Pontils permet une communication avec le canal du Rhône à Sète, et, au-delà, avec l'Étang de l'Arnel. Cette lagune, dite de seconde ligne, a une superficie de 3,3 km² et une profondeur extrêmement faible, de l'ordre de 0,45 m.

Dans la partie ouest du Canal du Rhône à Sète, 2 buses mettent en relation les eaux du canal avec celles de l'Étang du Prévost (près de la station 4) et celui de l'Arnel (près de la station 7). Cette dernière lagune reçoit au nord les eaux douces de la Mosson et d'autres petits tributaires.

L'hydrodynamisme est sous la dépendance, d'une part de la marée même si elle n'excède pas 0,25 m (en l'absence de vent) et du régime des vents qui provoque une circulation des eaux dans le sens antihoraire. Les études hydrodynamiques dans l'Étang du Prévost font apparaître l'existence d'une liaison permanente entre la mer et l'Étang de l'Arnel, dans la zone axiale du système dont le sens des courants varie avec le cycle des marées et le régime des vents. Dans le Prévost, cet axe dynamique délaisse de part et d'autre deux zones adjacentes moins concernées par les échanges avec la mer. La zone orientale subit encore une influence marine notable mais la zone occidentale est encore plus à l'écart de celle-ci. La zone septentrionale de l'Arnel est la plus confinée ; elle reçoit en outre, principalement à la saison des pluies, les apports continentaux de ses petits tributaires fluviaux.

Les variations saisonnières de la pluviométrie et du régime des vents entraînent une inversion des gradients de salinité entre la passe du Prévost et les marges septentrionales de l'Arnel. Les substrats sédimentaires vont des sables aux vases avec toujours une très forte proportion de matériel biodétritique (Guelorget & Michel 1977).

Organisation biologique du complexe : L'organisation biologique et sédimentaire dépend étroitement de la circulation des eaux (Guelorget & Michel 1977, Millet & Guelorget 1994).

Les paramètres physico-chimiques se caractérisent par une grande variabilité naturelle essentiellement liée à leur sensibilité aux facteurs climatiques et hydrologiques. Par contraste, ces milieux montrent une forte stabilité biologique globale qui est en fait une adaptation des organismes vivants à l'instabilité des conditions du milieu.

L'organisation biologique des systèmes paraliques a été décrite par Guelorget & Perthuisot (1983). Elle se décrit sur la base d'une distribution zonale établie originellement à partir de l'étude du macrobenthos de substrat meuble, s'organisant depuis la communication avec la mer vers les confins lagunaires. Cette zonation est indépendante de la salinité et de ses gradients, et reste principalement sous le contrôle du confinement. La zonation qualitative du benthos s'accompagne de gradients quantitatifs : diminution de la richesse spécifique, diminution de la biomasse, augmentation de la densité. Une distribution zonale caractérisée aussi d'autres compartiments biologiques ; elle est d'autant plus nette que l'on s'adresse à des espèces sédentaires intégratrices des conditions environnementales. Ainsi le phytoplancton, par ex, lié aux masses d'eau et à leur cinétique rapide, présente une zonation qualitative et quantitative instantanée. Cependant, d'une façon statis-

Tabl. I. – I, Dates des campagnes, météorologie, stations visitées. II, Liste et classification des espèces récoltées. III, Indice de diversité de Shannon I et Equitabilité E calculés aux stations visitées durant les trois campagnes.
 I, Date of campaigns, meteorology, visited stations. II, List and classification of sampled species. III, Shannon index I and Equitability E at stations visited during the three campaigns.

I						
campagnes	campagne 1		campagne 2		campagne 3	
date	29 02 1996	13 03 1996	21 03 1996	03 04 1996	11 04 1996	
météo- rologie	beau temps sans vent	couvert Mistral	beau temps sans vent	beau temps fort Mistral	beau temps sans vent	
stations						
1	+	+			+	
2	+	+			+	
3	+					
4	+				+	
5	+	+			+	
6				+	+	
7				+	+	
8					+	
9						+

II				
genre, espèce	thalassique: paralique: T P	migrant occasionnel	migrant cyclique	sédentaire
<i>Sardina pilchardus</i> (Walbaum, 1792)	T	+		
<i>Trachinus vipera</i> (Cuvier, 1829)	T	+		
<i>Liza aurata</i> (Linné, 1758)	T		+	
<i>Liza ramada</i> (Risso, 1826)	T		+	
<i>Liza saliens</i> (Risso, 1810)	T		+	
<i>Mugil cephalus</i> (Linné, 1758)	T		+	
<i>Sparus aurata</i> (Linné, 1758)	T		+	
<i>Solea vulgaris</i> (Quensel, 1806)	T		+	
<i>Pomatoschistus minutus</i> (Pallas, 1770)	P		+	
<i>Atherina boyeri</i> (Risso, 1810)	P			+
<i>Gobius niger</i> Linné, 1758	P			+
<i>Lipophrys pavo</i> (Risso, 1810)	P			+
<i>Pomatoschistus microps</i> (Krøyer, 1838)	P			+
<i>Syngnathus abaster</i> (Risso, 1826)	P			+
<i>Syngnathus typhle</i> (Linné, 1758)	P			+

III									
Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Campagne 1									
I	1,30	1,79	1,34	1,51	1,76				
E	0,43	0,69	0,52	0,59	0,68				
Campagne 2									
I	1,52	1,70			1,76	1,62	1,32		
E	0,58	0,73			0,63	0,7	0,51		
Campagne 3									
I	1,23	1,50		1,21	1,78	1,28	1,73	2,57	2,10
E	0,46	0,58		0,52	0,63	0,64	0,67	0,91	0,69

tique sur une longue durée, il présente une organisation globale analogue.

Guelorget & Perthuisot (1983) ont établi une échelle du confinement divisée en 6 zones dont les principales caractéristiques sont les suivantes (Fig. 1) :

— Zone I : située à proximité immédiate de la communication avec la mer, elle n'est qu'une continuation du domaine marin.

— Zone II : sa limite avec la zone I marque le commencement effectif du domaine paralique avec : l'absence des espèces marines les plus sténobiontes ; la disparition des Echinodermes constitue par définition la limite entre la zone II et la zone III. Elle comporte essentiellement des espèces à affinités marines prononcées.

— Zone III : elle est dominée par les espèces « mixtes », essentiellement représentées en ce qui concerne le macrobenthos par les Mollusques Pélécy-podes filtreurs.

— Zone IV : elle se définit par la disparition des espèces à affinité marine et la présence exclusive d'es-

pèces paraliques, qu'on ne rencontre jamais en milieu marin strict.

— Zone V : elle se marque par la présence d'un petit nombre d'espèces paraliques benthiques, souvent indicatrices d'engraisement organique et un fort degré d'eutrophisation des eaux.

— Zone VI : elle représente le passage au domaine paralique lointain, soit dulçaquicole, soit évaporitique ; elle est dominée par la présence de tapis cynobactériens.

L'ensemble du complexe lagunaire, en raison de sa relation restreinte avec la mer, se situe presque entièrement en zone IV (Fig. 1). L'influence du bassin versant entraîne l'apparition de zones V et VI limitées à la périphérie du système. L'Étang du Prévost, en raison de la présence d'une passe stabilisée et entretenue, est quant à lui essentiellement situé en zone III et IV. La zonation biologique dans l'Arnel est en prolongement logique avec celle du Prévost à cause de l'existence de la communication des Pontils, qui restreint encore l'influence marine. La plus grande part de ce bassin est

Tabl. II. – Densités numériques, biomasses (g) des espèces, et richesses spécifiques observées aux stations des trois campagnes.

Densities in number and biomass (g) of species and species richness observed during the three campaigns.

campagne 1		Densités					Biomasses												
sites	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5									
espèces																			
<i>L. aurata</i>	5	511	882	0	12	1,4	122,1	125,2	-	3,4									
<i>L. ramada</i>	14	128	2646	1191	60	1,3	5,5	285,8	141,7	7,7									
<i>L. saliens</i>	1	43	0	0	0	1,4	24,7	-	-	-									
<i>M. cephalus</i>	0	0	10	50	0	-	-	1,2	13,5	-									
<i>P. microps</i>	146	153	141	247	232	48,5	38,1	39,9	73,9	60,3									
<i>A. boyeri</i>	267	49	287	1137	157	154,9	13,0	123,7	666,3	10,8									
<i>S. aurata</i>	3	5	1	15	17	0,2	0,3	0,1	0,9	1,2									
<i>S. abaster</i>	1	0	0	1	3	0,1	-	-	0,1	0,4									
<i>S. vulgaris</i>	1	0	0	0	0	0,1	-	-	-	-									
RS	8	6	6	6	6	8	6	6	6	6									
campagne 2		Densités					Biomasses												
sites	1	2	5	6	7	1	2	5	6	7									
espèces																			
<i>L. aurata</i>	91	168	80	212	37	9,7	43,7	10,4	25,4	7,8									
<i>L. ramada</i>	100	1029	39	96	8	10,6	234,6	5,1	8,6	0,6									
<i>L. saliens</i>	0	1	0	13	1	-	0,3	-	7,7	0,8									
<i>P. microps</i>	62	313	133	55	254	26,1	108,9	27,2	9,2	86,6									
<i>G. niger</i>	0	0	1	0	0	-	-	1,8	-	-									
<i>A. boyeri</i>	298	340	477	5	370	-	124,5	264,7	1,3	231,8									
<i>S. aurata</i>	8	8	66	0	1	0,4	0,6	3,5	-	0,1									
<i>S. abaster</i>	6	0	3	0	0	1,0	-	0,4	-	-									
RS	6	6	7	5	6	6	6	7	5	6									
campagne 3		Densités									Biomasses								
sites	1	2	4	5	6	7	8	9	1	2	4	5	6	7	8	9			
espèces																			
<i>L. aurata</i>	21	1019	0	59	0	14	3	1	3,9	428,0	-	7,7	-	4,9	51,0	18,9			
<i>L. ramada</i>	24	1723	12	55	0	5	2	1	8,2	465,2	2,3	5,9	-	1,9	0,1	0,2			
<i>L. saliens</i>	6	59	0	0	22	20	0	0	9,5	56,7	-	-	4,1	20,4	-	-			
<i>M. cephalus</i>	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-	-	0,4	-	-			
<i>P. microps</i>	222	42	412	1306	43	66	0	27	85,2	21,6	173,0	274,3	9,76	20,9	-	16,2			
<i>P. minutus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	0,8	-			
<i>G. niger</i>	1	0	0	0	0	0	0	5	0,9	-	-	-	-	-	-	6,7			
<i>A. boyeri</i>	0	354	584	905	1	5	4	37	-	203,3	496,4	742,6	0,15	9,0	5,9	99,7			
<i>S. aurata</i>	0	4	5	812	0	0	0	1	-	0,2	1,5	101,5	-	-	-	0,1			
<i>S. abaster</i>	16	0	27	3	4	0	0	0	3,4	-	6,2	4,3	0,4	-	-	-			
<i>S. typhle</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	1,5	-			
<i>L. pavo</i>	0	0	0	0	0	0	0	7	-	-	-	-	-	-	-	32,1			
<i>S. pilchardus</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	24,6			
<i>S. vulgaris</i>	2	0	0	4	0	0	0	5	1,2	-	-	0,5	-	-	-	0,4			
<i>T. vipera</i>	0	0	0	0	0	0	1	0	-	-	-	-	-	-	-	8,1			
RS	7	6	5	7	4	6	7	8	7	6	5	7	4	6	7	8			

occupée par les zones IV et V. Il apparaît toutefois une zone VI frangeante au voisinage des débouchés des tributaires fluviales.

Compte tenu de la difficulté d'échantillonnage au centre de l'étang et du manque de visibilité pour entreprendre des comptages, l'approche a été périphérique, ce qui oriente le choix de la senne de plage pour effectuer les prélèvements de l'ichtyofaune. Toutefois, une telle démarche permet de prendre en compte l'ensemble de la zonation biologique du système. En outre, cette méthode permet de récupérer sur toute la colonne d'eau la totalité de l'ichtyofaune présente, migrants comme sédentaires. La capture, qui n'est alors pas fonction du comportement du Poisson, évite la sélectivité que provoque un engin fixe tel que la capéchade.

La senne utilisée est un filet constitué d'une poche de 8 m de long (de 1,85 à 3,85 m de haut) et de deux bras de 10 m de long (de 1,5 à 1,8 m de haut).

9 sites d'échantillonnage (Fig. 1) ont été choisis : 6 dans le Prévost : stations 1 (zone III), 2, 3, 4, 5 (zone IV) et 9 (zone II), 2 dans l'Arnel stations 6 (zone V) et 7 (zone IV), et 1 en mer (station 8) au débouché de la passe.

3 campagnes de pêche ont été réalisées entre l'hiver et le printemps du 29 février au 11 avril 1996 lorsque les conditions météorologiques le permettaient (Tabl. I.I).

Une telle méthode d'échantillonnage à la senne de plage sur une relative courte période (6 semaines) permet d'obtenir une image globale représentative de la répartition des espèces.

Dans chaque station, la senne a été déplacée sur une distance de 40 m, soit une surface de 600 m². Après avoir été séparés des algues et autres débris, les Poissons récoltés ont été formolés sur place (formol à 8 %).

Les Poissons ont été triés, déterminés et dénombrés au laboratoire. Un sous-échantillon d'au moins 30 individus a été pris au hasard, par espèce et par station. Les individus de ce sous-échantillon ont été pesés (au mg, à cause des petits spécimens présents) puis mesurés au mm inférieur (longueur totale ou à la fourche selon l'espèce) afin d'en déterminer la masse moyenne, la longueur moyenne (Lm) et les écart-types correspondants.

La richesse spécifique (RS) a été déterminée par station. La RS globale a été calculée pour chaque station, en regroupant les espèces trouvées au cours des

Tabl III. – Longueurs moyennes (mm), écarts-types *s* et effectif échantillonné *n* pour chaque espèce au cours des trois campagnes.Mean length (mm), standard deviations *s* and number *n* of fish sampled per species during the three campaigns.

campagne 1			station 1			station 2			station 3			station 4			station 5			
espèces	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n
<i>A. boyeri</i>	43,9	9,1	64	35,1	5,30	49	42	9,4	30	38,9	6,3	57	42,3	5,8	51			
<i>P. microps</i>	30,8	8,0	120	29,7	7,52	154	29,9	7,7	150	29,9	8,7	140	28,9	7,6	34			
campagne 2			station 1			station 2			station 5			station 6			station 7			
espèces	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n
<i>A. boyeri</i>	50,9	12,1	120	37,2	7,4	41	45,7	7,9	30	33,1	2,0	5	43,9	8,1	30			
<i>P. microps</i>	34,2	6,7	62	30,0	8,1	67	25,2	6,5	61	25,8	1,2	55	28,8	6,3	60			
campagne 3			station 1			station 2			station 4			station 5			station 6			
espèces	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n
<i>A. boyeri</i>	-	-	-	43,3	10,2	45	48,5	8,7	30	48,0	10,3	30	28,0	0	1			
<i>P. microps</i>	30,3	5,3	111	35,1	6,3	42	39,2	7,0	30	26,1	5,7	30	24,7	4,8	43			
<i>S. abaster</i>	76,7	10,7	16	-	-	-	75,5	8,3	27	93,3	13,7	3	52,5	12,9	4			
<i>S. aurata</i>	-	-	-	20,5	1,6	4	22,8	1,34	5	23,7	1,2	30	-	-	-			
<i>L. saliens</i>	57	18,0	6	47,4	6,8	59	-	-	-	-	-	-	28,2	3,7	22			
campagne 3			station 7			station 8			station 9									
espèces	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n	Lm	σ	n
<i>A. boyeri</i>	59	15,6	5	61,5	8,8	4	71	11,8	37									
<i>P. microps</i>	31,4	5,9	66	-	-	-	40	3,5	27									
<i>S. abaster</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-									
<i>S. aurata</i>	-	-	-	-	-	-	21	0	1									
<i>L. saliens</i>	46,2	15,0	20	-	-	-	-	-	-									

3 campagnes. L'indice de Shannon-Weaver (1949) a été choisi pour l'étude de la diversité :

$$I = \sum_{i=1}^S ni / N \log_2 (ni / N)$$

Avec : *S* = nombre d'espèces, *ni* = nombre d'individus d'une espèce par station, *N* = nombre total d'individus par station. Afin de mettre en évidence les différences de structures d'assemblages entre les communautés (nombre d'individus par espèce), nous avons également calculé l'équitabilité : $E = I / \log S$.

Seules ont été traitées les densités (effectifs par coup de senne) et les biomasses (poids par coup de senne) des espèces suffisamment représentées dans les échantillons (les espèces peu abondantes ont été éliminées comme quelques *Dicentrarchus labrax*, par exemple). Une analyse en composantes principales est utilisée pour identifier les espèces et les sites qui peuvent être regroupés, d'après les densités et les biomasses enregistrées au cours des différentes campagnes.

Des tests de comparaisons de moyennes ont été effectués sur les espèces les plus représentées pour analyser les longueurs moyennes (*t* de student, avec variances inconnues égales ou inégales selon les cas).

Pour ne pas fausser les résultats, les rares individus de grande taille considérés comme prises exceptionnelles à la senne de plage, n'ont pas été pris en compte dans les calculs de biomasse et d'évaluation de la longueur totale moyenne.

RÉSULTATS

Richesse spécifique

Sur l'ensemble des stations, 15 espèces ont été recensées (Tabl. IB). En février, c'est la station

1 au voisinage de la passe (Fig. 1) qui est la plus riche (8 espèces). C'est la seule station où l'on observe *Solea vulgaris*, espèce migrante cyclique. La richesse spécifique comptabilisée dans les autres stations du complexe lagunaire diminue avec 6 espèces. En mars, les stations présentent une richesse spécifique comprise entre 6 et 7 espèces, excepté à la station 6, la plus éloignée de la passe, où elle est de 5 espèces. En avril, on observe une diminution de la richesse à partir de la passe (RS = 12, stations 8 et 9) vers la région nord de l'Étang de l'Arnel (RS = 4, station 6), et la région ouest de l'Étang du Prévost (RS = 5 et 6, aux stations 4 et 7). Sur l'ensemble de la période étudiée, de février à avril, ce gradient négatif de la richesse spécifique depuis la passe (RS = 12) vers la périphérie des systèmes lagunaires (RS = 6 au nord et RS = 7 à l'ouest) reste bien marqué.

Indice de diversité de Shannon-Weaver et équitabilité

En février, près de la passe (station 1) et à l'extrême ouest de l'Étang du Prévost (station 3), la diversité ($I = 1,3$) et l'équitabilité ($E = 0,4$ à $0,5$) sont les plus faibles (Tabl. IC), le reste de la lagune (stations 2, 5 et dans une moindre mesure, la station 4) est plus diversifié ($I = 1,5$ à $1,8$) avec une équitabilité relativement forte ($E = 0,6$ à $0,7$). La lagune apparaît comme relativement homogène en hiver avec cependant deux régions lagunaires (stations 1 et 3) plus isolées des courants principaux. En mars, diversité et équitabilité sont les plus fortes ($I = 1,6$ à $1,8$; $E = 0,6$ à $0,7$) aux stations 2, 5 et 6; comme en février, on retrouve des zones qui s'isolent comme les sta-

tions 1 et 7 ($I = 1,3$ à $1,5$; $E = 0,5$ à $0,6$). En avril, la diversité et l'équitabilité en mer sont respectivement de 2,6 et 0,9 (station 8); en lagune, la diversité est la plus forte au niveau de la passe ($I = 2,1$; $E = 0,7$, st. 9), diminue vers l'ouest du Prévost ($I = 1,2$, $E = 0,5$, st. 4) et vers le nord de l'Arnel ($I = 1,3$; $E = 0,6$, st. 6). Les stations 1, 4 et 6 qui présentent les diversités ($I = 1,2$ à $1,3$) et les équitabilités ($E = 0,5$ à $0,6$) les plus faibles sont situées dans des zones les moins affectées par la circulation des eaux (Tabl. I.III).

Densités et biomasses

Parmi les 15 espèces pêchées (Tabl. I), 2 sont marines (*Sardina pilchardus*, *Trachinus vipera*), 8 sont migrantes cycliques (1 Gobiidé), 4 Mugilidés, 1 Soléidé, 1 Sparidé) et 6 sont sédentaires (1 Athérinidé, 1 Blenniidé, 2 Gobiidés, 2 Syngnathidés).

Nous avons retenu 7 espèces les plus représentées en nombre et/ou en masse dans les échantillons (Tabl. II) : *Atherina boyeri*, *Pomatoschistus microps* et *Syngnathus abaster*, espèces sédentaires au stade adulte, *Liza aurata*, *L. ramada*, *L. saliens* et *Sparus aurata*, espèces migrantes cycliques au stade juvénile.

Pour chacune de ces espèces et des stations visitées (Tabl. II), les densités et les biomasses moyennes calculées sur la période étudiée (29 février au 11 avril 1996), ont servi pour une analyse en composantes principales, ACP (Figs 2, 3). Les 2 premières composantes principales expliquent respectivement 83,8 % de la variation des densités et 87,9 % de la variation des biomasses. Le premier axe, expliquant 71,0 % des densités et 63,7 % des biomasses, oppose les stations 1, 4, 5, 7 et 9 situées sur le trajet des principaux courants (situées près des buses du Canal) et donc caractérisées par une hydrodynamique active, avec les stations lagunaires (2, 3, 6) situées plus à l'écart des mouvements d'eau et la station marine (8). Il oppose aussi les espèces prédatrices de la faune benthique avec les espèces planctonophages.

Ainsi, sont individualisées :

— les stations où la faune ichthyique est bien représentée numériquement ou pondéralement et où il existe un renouvellement important du milieu par les eaux littorales, incluant la partie orientale du complexe lagunaire encore sous influence marine. Ces stations se situent en zones III et IV de l'échelle de confinement d'après Guelorget & Perthuisot (1983) et Perthuisot & Guelorget (1992).

— les stations pauvres du point de vue ichthyofaunistique, et plus isolées de la circulation générale des eaux : la zone sud-ouest de la rive sud du Prévost (stat. 2 et 3), abritée, qui correspon-

draît à une zone V, et la région de l'extrême nord de l'Arnel (st. 6) peu renouvelée et de ce fait très confinée, que l'on peut classer également en zone V.

— la station positionnée en mer ouverte (st. 8), avec une richesse spécifique relativement élevée, s'individualisant cependant à cause de la faiblesse des valeurs de densité et de biomasse liée de toute évidence à l'échantillonnage effectué à la senne plus adaptée aux petits fonds.

Longueurs

Les résultats obtenus (Tabl. III) portent sur 5 espèces : les adultes de *A. boyeri*, *P. microps*, *S. abaster* et les juvéniles de *S. aurata* et *L. saliens*.

En février, dans les sites suivis, la différence des tailles est significative ($p < 0,05$) chez *A. boyeri* entre les stations 5, à l'est, et 2 au sud-ouest. Chez *P. microps*, la différence des tailles est significative ($p < 0,05$) entre les stations 1 et 5 d'une part et les stations 3 et 4 d'autre part, puis entre ces dernières et la station 2. Une diminution des tailles existe entre les stations de l'est (1 et 5) et celles situées à l'ouest et au sud-ouest (2 et 3).

En mars, pour *A. boyeri* et *P. microps*, les tailles sont significativement différentes ($p < 0,05$) entre les stations 1 et 5, 1 et 7, 1 et 2, 7 et 6, 5 et 2 (sauf pour *P. microps* à cette dernière station). Une diminution des tailles existe depuis les stations proches de la passe (1 et 5) vers celles situées au nord de l'Arnel (st. 7, puis 6), d'une part, et vers celle située au sud-ouest (st. 2), d'autre part.

En avril, les tests sur les différences entre les tailles sont positifs ($p < 0,05$) pour :

— *A. boyeri* : entre la st. 9 et les stations 5, 7 et 4,

— *P. microps* : entre la station 9 et les st. 1, 7, 2, la 1 et la 5, la 7 et la 6, la 4 et la 2,

— *S. abaster* : entre les st. 1, 4, 7 et la st. 6,

— *L. saliens* : entre la st. 7 et la st. 6.

Il existe une diminution des longueurs moyennes observées de la passe vers les zones les moins affectées par la circulation générale des eaux, c'est-à-dire le nord de l'Arnel et l'ouest et le sud-ouest du Prévost.

De plus, si l'on compare les longueurs moyennes entre les stations 5 et 2, celles de *A. boyeri* et *S. aurata*, sont toujours supérieures en 5 qu'en 2, tandis que c'est l'inverse avec *P. microps*. Il existerait donc une affinité différentielle des espèces *A. boyeri*, *P. microps* et *S. aurata* vis-à-vis des caractéristiques des sites. Ceci expliquerait pourquoi la station 5 s'individualise par la grande densité en *S. aurata* (ACP, Fig. 2).

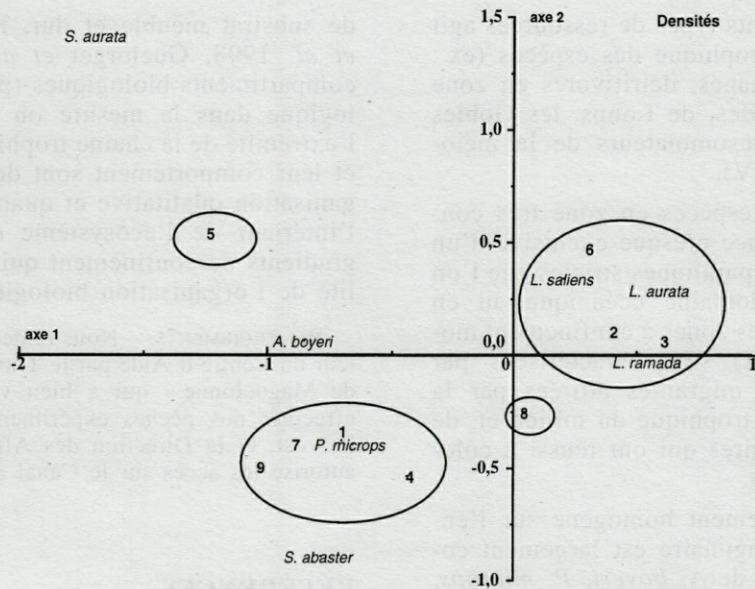


Fig. 2. – Analyse en Composantes Principales des points stations-densités des espèces de Poissons.
Principal Component Analysis of station points-densities of fish species.

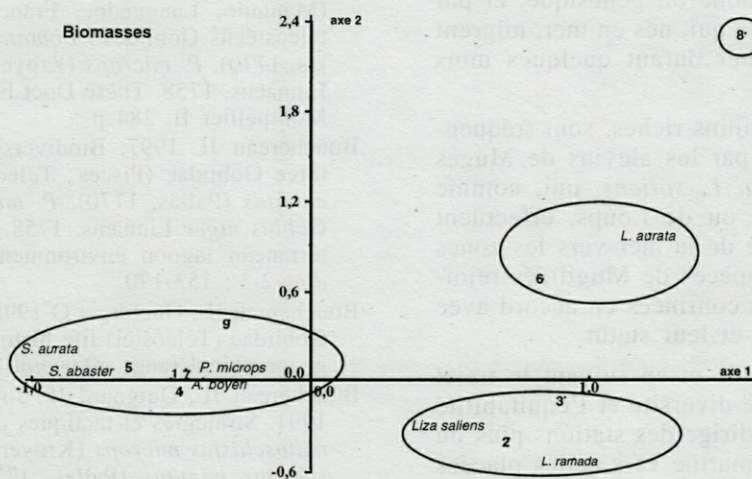


Fig. 3. – Analyse en Composantes Principales des points stations-biomasses des espèces de Poissons.
Principal Component Analysis of station points-biomass of fish species.

DISCUSSION ET CONCLUSION

Conformément au schéma de répartition des autres compartiments biologiques, la richesse spécifique de l'ichtyofaune diminue graduellement des zones les plus marines jusqu'aux bordures continentales les plus confinées. Cette diminution de la richesse spécifique est liée, tout d'abord, à la perte des espèces d'origine marine les plus sensibles au confinement et qui sont exclusivement des espèces thalassiques migrantes (Loups, Dorades, Plies, etc.), ensuite à une répartition différentielle des espèces opportunistes, migrantes

cycliques, selon leur degré de valence vis-à-vis de la zonation biologique du confinement, le régime alimentaire conditionnant particulièrement cette valence. Même pour les espèces sédentaires strictes, benthiques (Gobiidés), leur répartition est remarquable par la diminution en richesses spécifiques, en densités et biomasses en fonction d'un confinement croissant.

En ce qui concerne la richesse spécifique, il semble que l'organisation biologique de l'ichtyofaune soit intimement liée au confinement en fonction du statut des espèces (paraliques migrantes, thalassiques migrantes et paraliques sédentaires). La productivité des systèmes paraliques et la

distribution des différents types de ressources agit sur le comportement trophique des espèces (ex : les Muges planctonophages, détritivores en zone V ; les jeunes de Dorades, de Loups, les Gobies ou les Syngnathes, consommateurs de la méiofaune en zones III et IV).

Le faible nombre d'espèces en zone très confinée est lié à la présence presque exclusive d'un petit nombre d'espèces paraliques strictes que l'on ne rencontre, ni en domaine océanique, ni en domaine continental. Les zones à confinement modéré (zones III et IV) sont caractérisées par l'abondance d'espèces migrantes attirées par la richesse et la diversité trophique du milieu et, de plus, d'espèces sédentaires qui ont réussi à coloniser ce type de milieu.

La zone IV, relativement homogène sur l'ensemble du complexe lagunaire est largement colonisée par les adultes de *A. boyeri*, *P. microps*, *S. abaster*, qui occupent le milieu en permanence (Bouchereau 1994, 1997, Bouchereau & Guelorget 1998, Bouchereau *et al.* 1991, 1992, Tomasini *et al.* 1991), durant tout leur cycle vital sans effectuer de migration trophique ou génésique, et par les juvéniles de *S. aurata* qui, nés en mer, migrent en lagunes pour exploiter durant quelques mois leur richesse trophique.

Les zones V et VI, moins riches, sont fréquentées préférentiellement par les alevins de Muges *Liza aurata*, *L. ramada*, *L. saliens*, qui, comme les alevins de Dorades ou de Loups, effectuent une migration trophique de la mer vers les zones lagunaires. Mais, ces espèces de Mugilidés rejoignent les zones les plus confinées en accord avec leur régime alimentaire et leur statut.

D'une manière générale et en suivant le trajet des courants, l'indice de diversité et l'équitabilité diminuent quand on se dirige des stations plus ou moins sous l'influence marine vers celles placées aux marges continentales.

La diminution des longueurs moyennes vers les zones plus confinées confirme que la zonation biologique s'ordonne non seulement avec le déplacement des masses d'eau mais aussi avec la productivité différente des sites dans l'écosystème lagunaire selon le degré de confinement. C'est la première fois que ce phénomène de nanisme lagunaire est mis en évidence dans le compartiment ichtyofaunistique comme il a déjà pu être observé dans d'autres compartiments biologiques (Kiener 1978, Guelorget & Perthuisot 1983).

Étant donné, d'une part la taille restreinte du système étudié, et la mobilité des Poissons d'autre part, on pouvait s'attendre à une très grande homogénéité de la répartition de l'ichtyofaune. Cette étude montre qu'il n'en est rien. Il existe en effet une organisation que l'on peut mettre en relation avec les gradients de confinement tels qu'ils sont décrits par les organismes benthiques (macrofaune

de substrat meuble et dur, Foraminifères, Favry *et al.* 1998, Guelorget *et al.* 1999) et d'autres compartiments biologiques (plancton). Ceci paraît logique dans la mesure où les Poissons sont à l'extrémité de la chaîne trophique. Leur répartition et leur comportement sont donc le reflet de l'organisation qualitative et quantitative de celle-ci à l'intérieur de l'écosystème et donc *in fine* des gradients de confinement qui gèrent ainsi la totalité de l'organisation biologique.

REMERCIEMENTS. – Nous remercions M. Sales, Directeur du Centre d'Aide par le Travail « Les Compagnons de Maguelonne » qui a bien voulu nous autoriser à effectuer nos pêches expérimentales dans l'Étang du Prévost, et la Direction des Affaires Maritimes qui a autorisé les accès sur le Canal du Rhône à Sète.

RÉFÉRENCES

- Bouchereau JL 1994. Bioécologie et tactiques adaptatives d'occupation d'une lagune méditerranéenne (Mauguio, Languedoc, France) par trois poissons téléostéens Gobiidés : *Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770), *P. microps* (Krøyer, 1838), *Gobius niger* Linnaeus, 1758. Thèse Doct Etat, « Sciences », Univ Montpellier II, 284 p.
- Bouchereau JL 1997. Biodiversity of tactics used by three Gobiidae (Pisces; Teleostei) : *Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770), *P. microps* (Krøyer, 1838), *Gobius niger* Linnæus, 1758, to survive in a Mediterranean lagoon environment. *Oceanological Studies* 2-3 : 153-170.
- Bouchereau JL, Guelorget O 1998. Comparison of three Gobiidae (Teleostei) life history strategies over their geographical range. *Oceanol Acta* 21 (3) : 503-517.
- Bouchereau JL, Quignard JP, Joyeux JC, Tomasini JA 1991. Stratégies et tactiques de reproduction de *Pomatoschistus microps* (Krøyer, 1838) et de *Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770) (Pisces, Gobiidae) dans le golfe du Lion (France). Nids, déterminismes de la sédentarité et de la migration. *Cybium* 15 (4) : 315-345.
- Bouchereau JL, Quignard JP, Joyeux JC, Tomasini JA 1992. Structure du stock des géniteurs de la population de *Pomatoschistus microps* (Kroyer, 1838) (Gobiidae) dans la lagune de Mauguio, France. *Cybium* 17 (1) : 3-15.
- Bouchereau JL, Quignard JP, Tomasini JA, Joyeux JC, Capape C 1989. La population de *Pomatoschistus minutus* (Pallas, 1770) de la lagune de Mauguio, France. Paramètres démographiques et croissance individuelle. *Cah Biol Mar* 30 : 487-514.
- Bouchereau JL, Quignard JP, Tomasini JA, Joyeux JC, Capape C 1990. Cycle sexuel, conditions, fécondité et ponte de *Pomatoschistus minutus* (Pallas 1770) (Poissons, Gobiidés) du golfe du Lion, France. *Cybium* 14(3) : 251-267.
- Clastère J 1984. De la mer aux évaporites. biomasse et production du maillon primaire d'un marais salant (Camargue). Thèse 3e cycle, Univ P et M Curie, ENS, Paris, 421 p.

- Favry A, Guelorget O, Lefebvre A, Debenay JP, Perthuisot JP 1997. Répartition et organisation des foraminifères actuels dans le golfe de Kalloni (Grèce). *Oceanologica Acta* 20 (2) : 387-397.
- Favry A, Guelorget O, Debenay JP, Perthuisot JP 1998. Distribution des peuplements de foraminifères actuels dans une lagune méditerranéenne : l'étang du Prévost. *Vie Milieu - Life and Environment* 48 (1) : 41-54.
- Frisoni GF 1984. Contribution à l'étude du phytoplancton dans le domaine paralique. Thèse doct-ingén, USTL Montpellier, 171 p.
- Guelorget O, Favry A, Debenay JP, Perthuisot JP 1999. Les écosystèmes paraliques : distribution des peuplements de foraminifères actuels dans les étangs de Diana et d'Urbino (Corse). *Vie Milieu - Life and Environment* 49 (1) : 51-58.
- Guelorget O, Michel P 1976. Recherches écologiques sur une lagune saumâtre méditerranéenne, l'étang du Prévost (Hérault). I.- Le milieu (95 p); II.- Les peuplements benthiques. Thèse spéc USTL Montpellier, 122 p.
- Guelorget O, Michel P 1977. Etude sédimentologique d'une lagune saumâtre méditerranéenne, l'étang du Prévost (Hérault). *Vie Milieu* 27 (IB) : 111-130.
- Guelorget O, Martin JL, Lefebvre A, Courties C, Perthuisot JP, Fuchs J, Suastika JM 1996. Open Sea paralic ecosystem south of Java Sea. Environmental approach by flow cytometry. *J Coast Res* 12 (1) : 256-270.
- Guelorget O, Perthuisot JP 1983. Le domaine paralique, expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement. Presses ENS 16 : 136.
- Guelorget O, Frisoni GF, Perthuisot JP 1983. Caractérisation écologique des milieux en domaine paralique. Critères de choix des paramètres utiles. *Bull Ecol* 14 (1) : 25-35.
- Guelorget O, Perthuisot JP, Lamy N, Lefebvre A 1993. Structure et organisation de l'étang de Thau d'après la faune benthique (macrofaune, méiofaune); relation avec le confinement. *Oceanologica Acta* 17 (1) : 105-114.
- Jeanneau S 1997. Dynamique des sels nutritifs, des métaux en traces et des bactéries hétérotrophes dans le système salicole de Guérande (Loire Atlantique). Thèse Doc Univ Nantes, 249 p.
- Joyeux JC, Bouchereau JL, Tomasini JA 1991. Croissance et structure démographique de la population de *Gobius niger* Linné, 1758 (Poissons, Téléostéens) dans une lagune nord-méditerranéenne. *Cah Biol Mar*, 32 : 415-437.
- Kiener A 1978. Ecologie, physiologie et économie des eaux saumâtres. Coll Biologie des Milieux Marins. Ed. Masson, Paris, 220 p.
- Lefebvre A 1997. Contribution à l'étude de la diversité biogéologique du domaine paralique. Organisation et fonctionnement de quelques écosystèmes littoraux originaux. Thèse Doc Univ Montpellier II, 299 p.
- Millet B, Guelorget O 1994. Spatial and seasonal variability in the relationships between benthic communities and physical environment in a lagoon ecosystem. *Mar Ecol Prog Ser* 108 (1-2) : 161-174.
- Naumann CP 1954. Lehrbuch der Geognosie, II, Leipzig.
- Perthuisot JP 1975. La Sebkhia El Melah de Zarzis. Genèse et évolution d'un bassin salin paralique. Trav. Lab. Géol. ENS 9, Paris, 252 p.
- Perthuisot JP, Guelorget O 1992. Morphologie, organisation hydrologique, hydrochimique et sédimentologique des bassins paraliques. *Vie Milieu* 42 (2) : 93-109.
- Shannon C, Weaver W 1949. The mathematical theory of communication. Urbana illinois Press, 177 p.
- Tomasini JA, Quignard JP, Capape C, Bouchereau JL 1991. Facteurs du succès reproductif de *Syngnathus abaster* Risso, 1826 (Pisces, Teleostei, Syngnathidae) en milieu lagunaire méditerranéen (lagune de Mauquo, France). *Acta Oecologica* 12 (3) : 331-355.

Reçu le 20 novembre 1998; received November 1998

Accepté le 2 juillet 1999; accepted July 2, 1999