

L'ichtyofaune dans l'organisation biologique d'un système paralique : la lagune de Nador, Maroc

Ichthyofauna in the organization of a paralic system: the Nador Lagoon, Morocco

Jean-Luc Bouchereau*, Jean-Sébastien Durel**, Olivier Guelorget**, Latifa Reynaud Louali**

*Laboratoire de biologie animale, Faculté des sciences exactes et naturelles, Université Antilles et Guyane, 97150 Pointe-à-Pitre, France

**Laboratoire d'hydrologie marine, UMR 5556, cc093, UM II, Pl. E. Bataillon, 34095 Montpellier, France

Mots clés : ichtyofaune, Méditerranée, écosystème paralique, organisation, confinement.

Key-words: ichthyofauna, Mediterranean, paralic ecosystem, organization, confinement.

RÉSUMÉ

Bouchereau J.L., J.S. Durel, O. Guelorget, L. Reynaud Louali - L'ichtyofaune dans l'organisation biologique d'un système paralique : la lagune de Nador, Maroc. Mar. Life, **10** (1-2) : 69-76.

L'ichtyofaune de la lagune de Nador (Maroc) a été échantillonnée lors d'une campagne de pêche qui s'est déroulée en novembre 1998, à l'aide d'une senne de plage, dans 12 stations situées en périphérie de la lagune. Les données récoltées : richesse spécifique, densités et biomasses, ont été analysées. Il s'établit, entre les zones sous influence marine et les zones les plus marginales, un gradient négatif de richesse spécifique et de biomasse. En terme de densité, cela se traduit d'abord par une baisse progressive, puis par une augmentation lorsque l'on tend vers la monospécificité, en zone très confinée. Cette répartition ichtyofaunistique se rapproche fortement de celle observée avec la macrofaune benthique et le phytoplancton. L'organisation de l'ichtyofaune apparaît donc être également gérée par le confinement. Quel que soit le statut écologique des poissons, sédentaires ou migrants cycliques, la faune ichtyologique (à l'exception des muges) pourrait donc être considérée comme bioindicatrice de l'organisation de ce milieu paralique de la même façon que le complexe lagunaire Prévost-Arnel près du golfe du Lion.

ABSTRACT

Bouchereau J.L., J.S. Durel, O. Guelorget, L. Reynaud Louali - [Ichthyofauna in the organization of a paralic system: the Nador Lagoon, Morocco]. Mar. Life, **10** (1-2) : 69-76.

The ichthyofauna of the Nador lagoon (Morocco) was sampled with a beach seine, in November 1998, in 12 peripheral stations. The data obtained, species richness, density and biomass, were analysed. A negative gradient of species richness and biomass was observed from the areas under marine influence to those most confined. Density first decreased gradually then increased toward monospecificity in very confined areas. The distribution pattern of the ichthyofauna is similar to those of the benthic macrofauna and the phytoplankton. So the ichthyofauna organization pattern would also appear to be regulated by the degree of confinement. Whatever the ecological status of sedentary or cyclic migrant fishes, the ichthyofauna (Mugilidae excepted) might be considered as a bioindicator of the organization of this paralic ecosystem, like the Prévost-Arnel lagoonal complex near the Gulf of Lion.

INTRODUCTION

L'écosystème paralique (Nauman, 1954 ; Perthuisot, 1975), est une étendue d'eau permanente ou temporaire, en relation plus ou moins étroite (et/ou périodique) avec la mer (Guelorget, Perthuisot, 1983 ; Guelorget et al.,

1998). Cet écosystème comprend donc des milieux très variés d'un point de vue morphologique (Perthuisot, Guelorget, 1992) comme, par exemples, les lagunes, les étangs littoraux, les bahiras (petite mer en arabe) qui sont des dépressions continentales subfermées d'origine variée, les fjords, ou encore les mangroves et les lagons des milieux tropicaux. Pour

les compartiments biologiques benthiques et planctoniques, ces différents milieux se caractérisent par une zonation qualitative et quantitative particulières. Cette organisation est gérée essentiellement par une variable discrète, le confinement défini par Guelorget, Perthuisot (1983) comme étant "le temps de renouvellement en eau d'origine marine, en un point donné du milieu".

Le but de cette étude préliminaire de la connaissance de l'ichtyofaune de la lagune de Nador est de savoir si le concept de confinement s'applique également à l'organisation de ce compartiment biologique. Il est donc nécessaire que le système paralyse considéré soit parfaitement connu en ce qui concerne les principaux compartiments biologiques permettant de définir la zonation. La lagune de Nador, choisie pour cette étude, a été bien étudiée ces dernières années par divers scientifiques (Erinesco, 1961 ; Tesson, 1977 ; Brethes, Tesson, 1978 ; Tesson, Gensous, 1981 ; Frisoni *et al.*, 1982 ; Guelorget *et al.*, 1985, 1987 ; Zine, 1989 ; Lefèbre *et al.*, 1997) travaillant sur la base des concepts de domaine paralyse et de confinement.

Cependant, les différentes espèces de poissons ne possèdent pas toutes les mêmes caractéristiques. En effet, les espèces migrantes sont pélagiques et leur cycle passe par une écophase ayant lieu dans le domaine paralyse pour des raisons trophiques ou génésiques, tandis que les espèces sédentaires sont benthiques et donc, susceptibles d'intégrer les caractéristiques du milieu environnant, à plus ou moins long terme (Bouchereau *et al.*, 2000).

MATÉRIEL ET MÉTHODES

La lagune de Nador, ou Mar Chica, (11 500 ha) qui est en fait une "bahira-lagune" (Perthuisot, Guelorget, 1992), est située entre le cap des Trois Fourches et le cap de l'Eau, sur le littoral méditerranéen nord-est marocain (figure 1a). Elle occupe la partie aval d'une gouttière orientée SO-NE, la plaine de l'Oued Gaireb (ou Bou Areg), encadrée par le massif volcanique de Gourougou au nord-ouest, les massifs de Kbdana et du Jbel Ziata au sud (Lefèbre *et al.*, 1997).

La lagune est un bassin allongé, accidenté sur sa bordure occidentale par la péninsule d'Atalayun. La profondeur augmente rapidement à partir des rives pour se stabiliser dans la partie centrale entre 6 et 7 m (Lefèbre *et al.*, 1997).

Les apports continentaux (eaux et sédiments) proviennent principalement de l'Oued Selouane et de l'Oued Bou Areg, ainsi que des canaux d'irrigation de la plaine de Bou Areg (Tesson, Gensous, 1981). A ces apports, il faut ajouter ceux de la station d'épuration et des eaux usées des villes de Nador, Beni Ansar et Kariat Arkmane, ainsi que ceux de la nappe phréatique qui alimente en eau douce la bordure continentale du bassin.

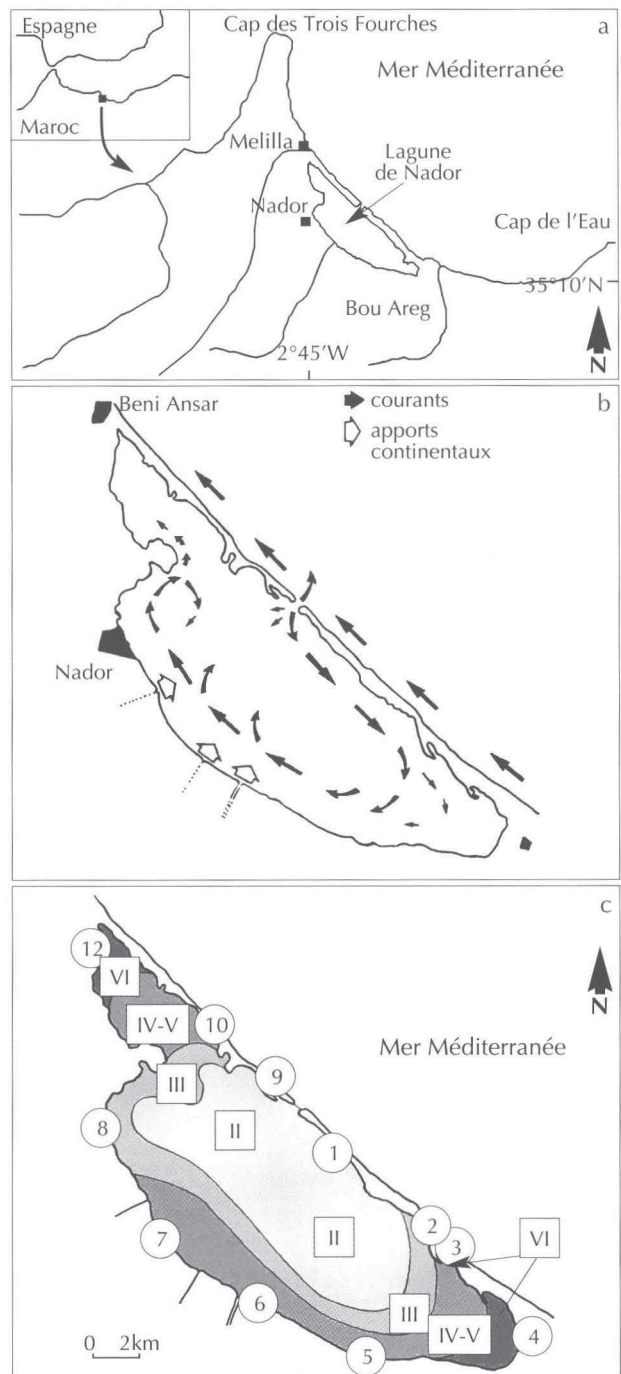


Figure 1 - a : localisation de la lagune de Nador, le long de la côte nord-orientale marocaine ; d'après Guelorget *et al.* (1999) ; b : les déplacements des eaux dans la Lagune de Nador (flèches noires) et l'emplacement des apports continentaux (flèches blanches) ; d'après Guelorget *et al.* (1987) ; c : situation des stations d'étude (chiffres arabes) et représentation schématique des zones de confinement (chiffres romains) d'après Lefèbre *et al.* (1997). / a : Localisation of Nador Lagoon on the North-Eastern coast of Morocco; after Guelorget *et al.* (1999); b : Water movements (black arrows) in Nador Lagoon and location of terrestrial inputs (white arrows) after Guelorget *et al.* (1987); c : Situation of the sampling stations (arabic numbers) and schematic representation of confinement zones (roman numbers) after Lefèbre *et al.* (1997).

L'amplitude de la marée est faible et n'excède pas 0,35 m à l'entrée de la lagune de Nador (Brethes, Tesson, 1978 ; Lefèbvre *et al.*, 1997).

Dans le bassin, les masses d'eau issues du domaine marin circulent essentiellement le long des rives, dans le sens horaire (figure 1b). Elles longent d'abord le lido, en profondeur, et opèrent ensuite un large virage pour revenir en surface (upwelling), le long de la rive continentale. Ce virage s'effectue avant l'extrémité sud de la lagune, ce qui confère un caractère confiné à la baie de Kariat. Au large de Nador et au pied de la colline d'Atalayun, ce courant de retour est piégé ; cette zone correspond à une zone d'ombilic (Guelorget *et al.*, 1984, 1987). Par conséquent, les mouvements de la masse d'eau centrale sont beaucoup plus lents et les zones les plus confinées sont les extrémités du bassin (figure 1c) (Guelorget *et al.*, 1987).

Le plan d'eau communique avec la mer par une passe, ou "bokhana", dont la position et le degré d'ouverture ont changé au cours du temps. En 1996, la lagune a fait l'objet d'aménagements, par souci de préserver l'hydrodynamisme du milieu. Pour ce faire, la passe a été élargie, creusée et endiguée afin d'assurer une communication permanente entre la mer et la lagune.

Lors d'une campagne de pêche, entre le 30 novembre 1998 et le 1^{er} décembre 1998, l'ichtyofaune a été échantillonnée sur 12 sites en périphérie de la lagune (figure 1c), à l'aide d'une senne de plage sur une surface et pendant une durée identiques chaque fois que cela a été possible. Il est inutile d'échantillonner au centre du bassin car cette

méthode permet de prendre en compte toute la zonation biologique existant (II à VI) dans le système (Lefèbvre *et al.*, 1997). De plus, l'usage de la senne de plage dans ces sites d'échantillonnage permet de capturer la totalité de l'ichtyofaune de la colonne d'eau, quel que soit le comportement des différentes espèces, à la différence d'un engin fixe tel que la capéchade (Bouchereau *et al.*, 2000). Les caractéristiques de la senne sont : 12 m de longueur, 2 m de largeur et une maille étirée de 2 mm.

Parmi les 12 stations d'échantillonnage (figure 1c), deux se trouvent en zone II (stations 1 et 9), deux en zone III (2 et 8), six en zone IV-V (stations 5, 6, 7, 10 et 11) et trois en zone VI (stations 3, 4 et 12).

Les traits de senne, pour chaque station, ont duré 15 minutes, ce qui correspond, approximativement, à une surface d'échantillonnage de 500 m². Par la suite, les poissons ont été récoltés et formolés sur place (formol à 10%).

Au laboratoire, les poissons ont été triés (d'après Whitehead *et al.*, 1986) jusqu'au niveau de l'espèce chaque fois que cela était possible, dénombrés et pesés (au mg) pour obtenir, respectivement, les densités numériques et les biomasses par coup de senne. En ce qui concerne les muges, étant donné la difficulté de détermination des différentes espèces pour les individus de taille inférieure à 10 cm, d'après la clé proposée par Farrugio (1975), ceux-ci ont été regroupés dans l'appellation "Mugilidés" et considérés comme une catégorie différenciée. Afin d'évaluer la répartition des échantillons par rapport aux stations, l'analyse descriptive multivariée en composantes principales

Tableau I - Liste et classification des espèces récoltées selon leur origine et leur écophase. / List and classification of species sampled according to their origin and their ecophase.

	Thalassique : T Paralique : P	Sédentaire	Migrante cyclique	Migrante occasionnelle	Inconnue
Mugilidés juvéniles	T		+		
Mugilidés larves	T		+		
<i>Solea vulgaris</i>	T		+		
<i>Pegusa lascaris</i>	T		+		
<i>Diplodus sargus</i>	T		+		
<i>Dicentrarchus labrax</i>	T		+		
<i>Anguilla anguilla</i>	T		+		
<i>Engraulis encrasicolus</i>	T			+	
<i>Gobius cobitis</i>	P	+			
<i>Gobius paganellus</i>	P	+			
<i>Gobius bucchichi</i>	P	+			
<i>Pomatoschistus microps</i>	P	+			
<i>Pomatoschistus marmoratus</i>	P	+			
<i>Syngnathus typhle</i>	P	+			
<i>Syngnathus abaster</i>	P	+			
<i>Salaria pavo</i>	P	+			
<i>Symphodus cinereus</i>	P	+			
<i>Atherina boyeri</i>	P	+			
<i>Parablennius</i> sp.	P	+			
Espèce indéterminée (larves)					+

(ACP) a été utilisée (Thioulouse *et al.*, 1997). Les Mugilidés ont été subdivisés en deux classes de taille : les alevins (<40mm) et les juvéniles (≥ 40 mm) afin de savoir si la distribution varie aussi avec l'écophase. De plus, les larves d'une espèce indéterminée ont été regroupées dans la catégorie «espèce indéterminée». Seules les espèces les plus représentées (plus de 10 individus récoltés pour l'ensemble des stations) ont été retenues pour faire l'analyse en composantes principales, afin d'identifier les espèces et les stations susceptibles d'être regroupées, pour établir une zonation biologique. Pour choisir les espèces traitées en ACP, on a privilégié les densités car certaines espèces dont la biomasse est faible possèdent une densité relativement élevée.

RÉSULTATS

Richesse spécifique (RS)

Sur l'ensemble des stations, 19 espèces ont été déterminées (tableau I). La station 9 est la plus riche avec 11 espèces (tableau II) ; elle se situe près de la passe, au voisinage de la zone de l'ombilic. Les stations les plus pauvres (stations 3 et 12), avec 2 et 3 espèces, se trouvent respectivement aux extrémités sud-est et au nord-ouest du bassin. La station 8 se distingue avec 9 espèces, elle se situe à

l'ouest, au niveau de la ville de Nador. Un peu plus au sud, la station 7 se caractérise par une richesse spécifique de 8. Les stations 1, 10 et 5 possèdent toutes 7 espèces, tandis que pour les autres stations (stations 2, 4, 6 et 11) la richesse spécifique varie peu ; entre 5 et 4 (tableau I). Il apparaît donc, un gradient négatif de la richesse spécifique depuis les stations sous influence marine vers les stations situées aux extrémités de la lagune.

Densités et biomasses

Nous avons retenu 9 espèces pour l'analyse par ACP. La perte d'information (espèces écartées/nombre total d'espèces) représente 11% de la densité et 22% de la biomasse. Parmi les espèces ou catégories retenues, 2 sont migrantes cycliques d'origine marine (thalassiques) : Mugilidés et *Diplodus sargus*, 6 sont sédentaires (paraliques) (*Syngnathus typhle*, *Syngnathus abaster*, *Pomatoschistus microps*, *P. marmoratus*, *Salarias pavo* et *Symphodus cinereus*), plus les larves de l'espèce indéterminée (tableau I).

Les deux premiers plans de l'ACP expliquent, respectivement, 60,25% de la variation des densités (figure 2) et 57,8% de la variation des biomasses (figure 3). Les deux pourcentages d'inertie sont donc similaires.

Le premier axe, dont la contribution est de 33,8% pour les densités et de 33,5% pour les

Tableau II - Densités (nombre d'individus par trait de senne) et biomasse (g par trait de senne ; en italique) des espèces échantillonnées et richesse spécifique (RS) dans les 12 stations. / *Densities (number of individuals per haul net) and biomass (g per haul net; in italic) of species sampled and species richness (RS) for the 12 stations.*

	stations											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Mugilidés juvéniles		82 211	24 122	84 143	62 186	4 35	48 201		8 76		15 115	
Mugilidés larves	418 97		362 94	740 194	100 26	79 7	44 6	1 0,1	39 14	68 9	5 0,5	1389 626
<i>S. vulgaris</i>	1 34											
<i>P. lascaris</i>							2 0,5					
<i>G. cobitis</i>		1 15						5 114	3 28			
<i>G. niger</i>							6 62		1 10			
<i>G. paganellus</i>								3 29				
<i>G. buccichichi</i>										6 18		
<i>P. microps</i>			2 1	4 1	15 4		16 5	1 0,4		10 3		
<i>P. marmoratus</i>	37 17	5 1		4 1	12 3		7 2		1 0,4			
<i>D. sargus</i>	5 1				2 0,3			68 18	1 0,2			
<i>S. typhle</i>	14 9			22 14	10 8			146 47	17 7	24 7	13 3	6 0,1
<i>S. abaster</i>	30 8	1 0,3		2 1	17 4		2 0,5	39 8	24 3	80 18	49 8	3 1
<i>S. pavo</i>	3 5	2 2			1 3				2 13	4 8	4 3	
<i>S. cinereus</i>								13 107				
<i>D. labrax</i>						6 2	3 22	1 0,1				
<i>A. boyeri</i>						3 9		2 2				
<i>A. anguilla</i>							4 1					
<i>E. encrasicolus</i>						3 0,5						
<i>Parablennius</i> sp.									1 1			
esp. indéterminée									2 0,04	50 1		
Total	508 171	91 229,3	388 217	856 354	219 234,3	95 53,5	132 300	278 325,2	100 153,04	242 64	86 129,5	1398 627,1
RS	7	5	2	5	7	4	8	9	11	7	4	3

biomasses, distribue les espèces en fonction de leur *preferendum* vis-à-vis des conditions environnementales (figures 2, 3) présentes dans chaque station, en particulier la nature du substrat dur ou meuble et de la couverture végétale. Le deuxième axe, dont les contributions sont respectivement de 26,4% et de 24,3%, répartit les espèces selon leur statut écologique de sédentaire ou de migrant cyclique (figures 2, 3 ; tableau I).

En fonction des densités ou des biomasses des espèces, on distingue chaque fois les 4 mêmes groupes de stations séparés par les mêmes groupes d'espèces. Le premier groupe est constitué par les

stations 1, 5, 9 et 11 qui sont représentées surtout par les deux gobiidés ; *Pomatoschistus microps* et *P. marmoratus*, mais dans lesquelles on peut retrouver les autres espèces. Le deuxième groupe est constitué par les stations 2, 3, 4, 6, 7 et 12 qui sont représentées essentiellement par les mugilidés. Le troisième groupe contient seulement la station 8 qui se caractérise surtout par la présence d'un labridé, d'un sparidé et d'un syngnathidé, et dans laquelle on ne trouve quasiment pas de muges (tableau II). Le quatrième groupe contient seulement la station 10 qui est représentée essentiellement par les larves du poisson indéterminé, un blenniidé et un syngnathidé.

Analyse globale

Une analyse combinée des richesses spécifiques, des densités et des biomasses a été effectuée (figure 4) afin de pouvoir caractériser les différentes stations avec ces trois paramètres.

Le premier plan principal explique 95,2% de la variation des densités, des biomasses et des richesses spécifiques. Le premier axe (68,4% de contribution) sépare les stations selon les densités et les biomasses tandis que le deuxième (26,8% de contribution) les sépare plutôt selon la richesse spécifique.

On distingue trois groupes de stations (figure 4). Le premier est constitué par les stations 1, 5, 7, 8 et 9 qui se caractérisent par une richesse spécifique élevée et des densités et des biomasses relativement

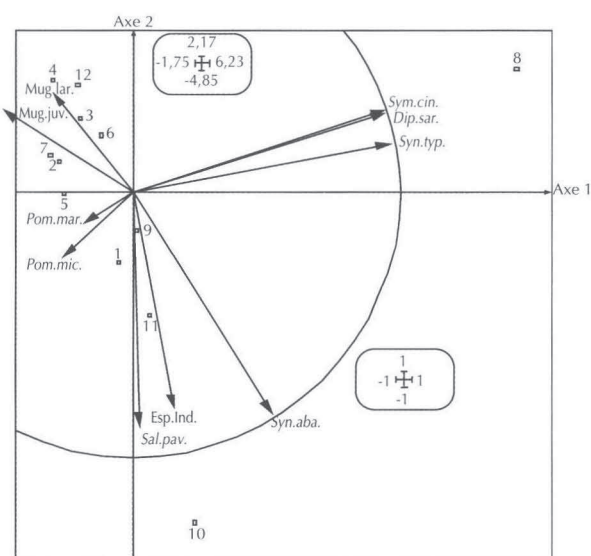


Figure 2 - Analyse en composantes principales des points stations-densités des 9 espèces de poisson les plus communes. / Principal component analysis of station-density points of the 9 most common fish species.

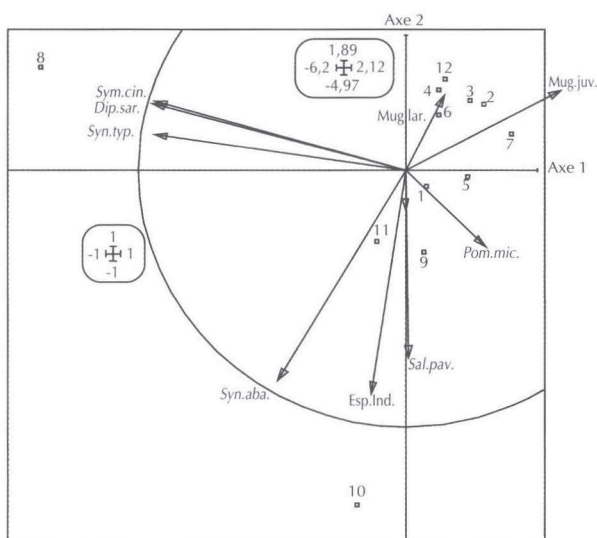


Figure 3 - Analyse en composantes principales des points stations-biomasses des 9 espèces de poisson les plus communes. / Principal component analysis of station-biomass points of the 9 most common fish species.

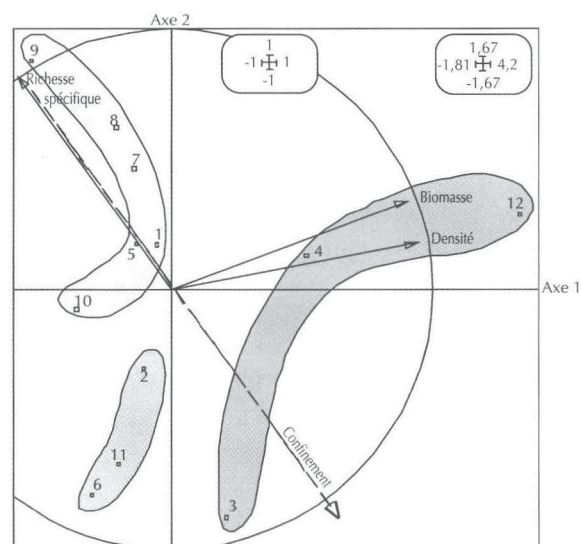


Figure 4 - Analyse en composantes principales des 12 stations en fonction de la richesse spécifique, des densités et des biomasses. / Principal component analysis of the 12 stations in terms of species richness, density and biomass.

moyennes. Le deuxième groupe contient les stations 2, 6 et 11 qui se caractérisent par une richesse spécifique et des densités et des biomasses plus faibles. Le troisième et dernier groupe est constitué par les stations 3, 4 et 12 qui se caractérisent par une très faible richesse spécifique et de fortes densités et biomasses.

DISCUSSION

L'échelle du confinement (Guelorget, Perthuisot, 1983 ; Perthuisot, Guelorget, 1992) est divisée en 6 zones dont les principales caractéristiques sont les suivantes :

- 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 échinodermes 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 pélecypodes filtreurs ;
- zone IV : elle se définit par la disparition des espèces à affinité marine et la présence exclusive d'espèces 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 cyanobactériens.

Il est possible de classer les stations 1, 5, 7, 8, 9 et 10 en zone II, sous influence marine prépondérante donc, peu confinées de l'échelle de confinement, les stations 2, 6 et 11 en zones III et IV moyennement confinées et les stations 3, 4 et 12 en zone VI cyanobactérienne où le confinement est très marqué (figure 4). Cette classification ne correspond pas exactement à la zonation biologique de la lagune de Nador (figure 1c), établie en 1993 (Lefèvre *et al.*, 1997).

Cependant, cela ne signifie pas que les résultats soient contradictoires. En effet, la passe a été élargie en 1996 et les zones d'influence marine se sont élargies. Cette modification de l'hydrodynamisme ne peut être que modérée étant donnée la forte inertie du bassin, mais elle peut être sensible au niveau des fronts d'entrée d'eau d'origine marine présents aux stations 8, 10 et 5 (figure 1c). De plus, les poissons étant plus mobiles que la faune benthique, les modifications hydrodynamiques, même minimales, sont plus

rapidement intégrées. Il est également important de préciser que la carte de confinement de la lagune de Nador a été établie lors d'une période de fortes pluies, tandis que l'échantillonnage de l'ichtyofaune a été effectué lors d'une longue période de déficit hydrique. L'influence marine est donc sensible près de la rive continentale.

Il faut noter, cependant, que les stations 2 et 6 sont mal représentées, sans doute à cause du temps de pêche relativement réduit qui a peut-être causé un biais dans l'échantillonnage.

La richesse spécifique établie ponctuellement en automne (19) est supérieure à celle (15) obtenue avec le même type d'engin, mais réalisée à une saison différente sur le complexe lagunaire Prévost-Arnel voisin du golfe du Lion (Bouchereau *et al.*, 2000). Même si cette étude n'a pas été entreprise de la même façon et durant la même période ou une durée similaire, ni les résultats traités par les mêmes méthodes, cette richesse spécifique peut être comparée à celle établie dans quelques lagunes en se limitant à la Méditerranée occidentale (en comptant les mugilidés comme une catégorie). Sur les côtes nord, selon les auteurs, elle est de 12 à Gruissan (Gourret, 1987), 13 à 15 à Canet (Gourret, 1987 ; Herve, 1978), 14 au Méjean (Paris, Quignard, 1971) ; 14 à 31 au Prévost (Gourret, 1987 ; Paris, Quignard, 1971), 15 à 29 à Pierre-Blanche (Paris, Quignard, 1971 ; Le Corre, Autem, 1982), 18 à 22 à Bages-Sigean (Gourret, 1987 ; Cahet *et al.*, 1974), 19 à Frontignan (Paris, Quignard, 1971), 19 à 29 à Lapalme (Gourret, 1987 ; Cambrony, 1984), 25 à 27 à Salses-Leucate (Gourret, 1987 ; Herve, 1978), 29 à Ayrolle-Campagnol (Gourret, 1987), 32 à Bourdigou (Cambrony, 1984), 24 à 71 à Mauguio (Gourret, 1987 ; Autem, 1979 ; Bourquard, 1980, 1985 ; Quignard *et al.*, 1989 ; Bouchereau *et al.*, 1990, Bouchereau, 1994), 38 à 55 à Berre (Huve *et al.*, 1973) et 70 à Thau (Paris, Quignard, 1971). En Corse, elle atteint 8 à Biguglia, 37 à Urbino et 41 à Diana (Ximenes, 1980). Sur les côtes sud, la richesse spécifique évaluée à Nador est de 28 (Guelorget *et al.*, 1985) et de 30 au lac de Bizerte (Zaouali, 1984) en Tunisie. D'après Guelorget *et al.* (1985), la composition spécifique du peuplement de poissons dans Nador est directement liée aux relations mer-lagune. Aux périodes d'échange mer-lagune efficaces, durant lesquelles la richesse spécifique est élevée (Erinesco, 1961 ; Frisoni *et al.*, 1982), font suite des périodes présentant une réduction du nombre des espèces présentes et une augmentation quantitative d'espèces typiques de milieux confinés tendant vers des salinités élevées.

La baisse de la richesse spécifique pourrait être due à la disparition des espèces thalassiques migrantes (loup, sar, sole, etc), excepté les muges que l'on retrouve même dans les zones les plus confinées, puis à la raréfaction progressive des espèces paraliques strictes. La diminution en densité et en biomasse est remarquable pour les espèces sédentaires benthiques (gobiidés notamment).

Dans les zones les plus confinées (zone VI ; stations 3, 4 et 12), on ne trouve que des espèces paraliques strictes et, bien sûr, des muges. En zone II (stations 1, 5, 7, 8, 9 et 10), les espèces migrantes cycliques, qui profitent des ressources trophiques, côtoient les espèces paraliques strictes qui ont réussi à coloniser ces milieux, dotant ainsi cette zone d'une richesse spécifique élevée. En zones III et IV, les espèces migrantes cycliques, à l'exception des muges, ont totalement disparu (station 11). La figure 6 illustre synthétiquement les variations spatiales de la richesse spécifique (RS) et des densités et des biomasses.

En ce qui concerne les muges, les larves migrent en lagune pour des raisons trophiques (Bourquard, 1985) et, dans ces milieux refuges, le taux de prédation est plus faible qu'en milieu marin. Dans la lagune de Nador, les muges sont ubiquistes et les larves ont une préférence pour les zones confinées où elles prolifèrent et où règnent les tapis cyanobactériens. Il semble donc que la répartition des muges ne soit pas gérée par le confinement ; ces poissons occupent tous les endroits où ils peuvent trouver de la nourriture, aussi bien en zone II qu'en zone VI.

CONCLUSION

Il apparaît que l'organisation de l'ichtyofaune de la lagune de Nador est gérée par le confinement. Ceci se caractérise par un gradient négatif de richesse spécifique et de biomasse des zones les plus marines vers les zones les plus continentales. En terme de densité, on observe, d'abord, une baisse graduelle en fonction du confinement, puis une augmentation des densités lorsque l'on tend vers la monospécificité.

Il faut cependant émettre une réserve sur les muges qui sont ubiquistes et dominants, et dont la biomasse est maximale dans les zones très confinées. C'est sans doute pour cette raison que l'on observe une forte biomasse dans les stations classées en zone VI. Il serait intéressant de faire plusieurs campagnes de pêche et d'augmenter l'effort d'échantillonnage afin de diminuer les biais et de disposer d'un plus grand nombre de données. Des comparaisons de longueurs et de masses moyennes pourraient être effectuées pour valider le phénomène du nanisme lagunaire (Kiener, 1978 ; Guelorget, Perthuisot, 1983) pour le compartiment de l'ichtyofaune.

Le concept de confinement a été élaboré à partir de la macrofaune benthique, validé avec la méiofaune (Guelorget *et al.*, 1994), la microfaune (Favry *et al.*, 1997, 1998 ; Guelorget *et al.*, 1999) et le phytoplancton (Guelorget *et al.*, 1996). Le fait que l'ichtyofaune de la lagune de Nador puisse être considérée comme bioindicatrice du confinement, comme cela a d'ailleurs aussi été montré avec celle des étangs du complexe Prévost-Arnel (Bouchereau *et al.*, 2000), semble donc logique puisque les poissons sont situés à l'extrémité de la chaîne trophique et intègrent, ainsi, l'ensemble des compartiments biologiques inférieurs.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement le Dr Abouhala Abderahmane, directeur de MAROST, pour sa confiance et son soutien logistique dans la réalisation de ce travail.

BIBLIOGRAPHIE

- Autem M., 1979 - *Les estuaires languedociens et leurs poissons. I - Les estuaires languedociens et leurs poissons. II - Recherches sur les stratégies d'occupation de ces milieux par les Poissons Mugilidés*. Thèse 3^e cycle, Montpellier II, 343 pp.
- Bouchereau J.L., 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 d'Etat, Univ. Montpellier II, 287 pp.
- Bouchereau J.L., C. Capape, J.C. Joyeux, J.P. Quignard, J.A. Tomasini, 1990 - *Les débarquements des pêches aux Cabanes de Pérols en 1989 (lagune de Mauguio). Suivi qualitatif et quantitatif*. Rapp. Serv. marit. Nav. Languedoc-Roussillon, 62 pp.
- Bouchereau J.L., O. Guelorget, Y. Vergne, J.P. Perthuisot, 2000 - 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 Milieu*, **50** (1) : 19-27.
- Bourquard C., 1980 - *Les Poissons de l'étang de l'Or ou Mauguio - Inventaire, écologie, phénologie*. Rapp. DEA, Montpellier II, 83 pp.
- Bourquard C., 1985 - *Structure et mécanisme de mise en place, de maintien et d'évolution des peuplements ichthyiques lagunaires du golfe du Lion*. Thèse 3^e cycle, Montpellier II, 337 pp.
- Brethes J.C., M. Tesson, 1978 - Observations hydrologiques sur la Sebkhia Bou Areg (Lagune de Nador, Maroc). Bilan d'automne 1976 et d'hiver 1977. *Bull. Inst. Pêches marit., Maroc*, **24** : 1-17.
- Cahet G., M. Fiala, J.P. Labat, G. Jacques, 1974 - *Écologie de deux étangs du littoral du Languedoc - Roussillon : Bages-Sigean et Salses-Leucate*. Rapp. EDF, Dir. Rech. SGECTN, 85 pp.
- Cambrony M., 1984 - *Recrutement et biologie des stades juvéniles de Mugilidae (poissons-Téléostéens) dans trois milieux lagunaires du Roussillon et du Narbonnais (Salses-Leucate, Lapalme, Boudigou)*. Thèse 3^{ème} cycle, Univ. P. et M. Curie, Paris, 258 pp.
- Erinesco P., 1961 - La Mar Chica de Melilla. *Bull. Inst. Pêches marit., Maroc*, **7** : 3-11.
- Farrugio H., 1975 - *Les Muges (Poissons, Téléostéens) de Tunisie. Répartition et pêche, contribution à leur étude systématique et biologique*. Thèse de doctorat. Montpellier, 201 pp.
- Favry A., O. Guelorget, J.P. Debenay, J.P. Perthuisot, 1997 - Répartition et organisation des foraminifères actuels du golfe de Kalloni (Grèce). *Oceanologica Acta*, **20** (2) : 387-397.
- Favry A., O. Guelorget, J.P. Debenay, J.P. Perthuisot, 1998 - Distribution des peuplements de foraminifères actuels dans une lagune méditerranéenne : l'étang du Prévost. *Vie Milieu*, **48** (1) : 41-53.

- Frisoni G.F., O. Guelorget, J.P. Perthuisot, M.C. Ximenes, D. Monti, 1982 - *Méthodologie des études d'impact de l'aquaculture en milieu lagunaire*. Rapp. MRE/CEE, Montpellier, 187 pp.
- Gourret P., 1897 - Les étangs saumâtres du Midi de la France et leurs pêcheries. *Annls Mus. Hist. nat., Marseille, ser. Zool.*, **5** (1) : 1-386.
- Guelorget O., J.P. Perthuisot, 1983 - *Le domaine paralique, expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement*. Presse École Normale Sup., **16**, 136 pp.
- Guelorget O., G.F. Frisoni, A. Ibrahim, A. Jauzein, K. Medhioub, J. Clastère, A. Maurin, J.M. Rouchy, J.P. Perthuisot, 1984 - Ombilics hydrauliques et chenaux, zones singulières des bassins paraliques. Leurs caractéristiques biologiques et sédimentaires. In : *V^e Congr. Eur. Sédim.*, Marseille, pp : 202-203.
- Guelorget O., G.F. Frisoni, D. Monti, J.P. Perthuisot, 1985 - Diagnose écologique de la lagune de Nador. In : *Développement de l'aquaculture marine et de la pêche lagunaire à Nador (Maroc)*, FAO tcp/ mor/ 2308, pp : 469.
- Guelorget O., J.P. Perthuisot, G.F. Frisoni, D. Monti, 1987 - Le rôle du confinement dans l'organisation biogéologique de la lagune de Nador (Maroc). *Oceanologica Acta*, **10** (4) : 435-444.
- Guelorget O., J.P. Perthuisot, N. Lamy, A. Lefèbre, 1994 - 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.
- Guelorget O., J.L. Martin, A. Lefèbre, C. Courties, J.P. Perthuisot, A. Supangat, J. Fuchs, M. Suastika, 1996 - Open sea paralic ecosystems South of Java Sea : Environmental approach by flow cytometry. *J. Coast. Res.*, **12** (1) : 256-270.
- Guelorget O., C. Reynaud, M. Autrand, 1998 - Le littoral et l'aquaculture. *Pour la Science*, hors série **21** : 110-116.
- Guelorget O., A. Favry, J.P. Debenay, J.P. Perthuisot, 1999 - Les écosystèmes paraliques : distribution des peuplements de foraminifères actuels dans les étangs de Diana et d'Urbino (Corse). *Vie Milieu*, **49** (1) : 51-68.
- Herve P., 1978 - *Ichthyofaune comparée de deux étangs littoraux du Roussillon : Canet-St Nazaire et Salses-Leucate*. Thèse 3^e cycle, Univ. P. et M. Curie, Paris, 253 pp.
- Huve H., A. Kiener, R. Riouall, 1973 - Modification de la flore et des populations ichthyologiques des étangs de Berre et de Vaine (Bouches du Rhône) en fonction des conditions hydrologiques créées par le déversement de la Durance. *Bull. Mus. Hist. nat., Marseille*, **33** : 123-134.
- Kiener A., 1978 - *Écologie, physiologie et économie des eaux saumâtres*. Coll. Biol. Milieux Marins. Masson, Paris, 220 pp.
- Le Corre G., M. Autem, 1982 - *Etude écobioécologique des poissons et des potentialités halieutiques des étangs de Vic et Pierre Blanche*. Rapp. Cons. Rég. Languedoc-Roussillon, convention n°132.81.122, Montpellier, 218 pp.
- Lefèbre A., O. Guelorget, J.P. Perthuisot, J.E. Dafir, 1997 - Évolution biogéologique de la lagune de Nador (Maroc) au cours de la période 1982-1993. *Oceanologica Acta*, **20** (2) : 371-385.
- Naumann C.F., 1854 - *Lehrbuch der geognosie*. Leipzig, W. Engelmann.
- Paris J., J.P. Quignard, 1971 - La faune ichthyologique des étangs languedociens de Sète à Carnon (écologie, éthologie). *Vie Milieu*, suppl. **22** : 301-327.
- Perthuisot J.P., 1975 - *La Sebkha El Melah de Zarzis. Génèse et évolution d'un bassin paralique*. Trav. Lab. Géol. ENS, 9, Paris, 252 pp.
- Perthuisot J.P., O. Guelorget, 1992 - Morphologie, organisation hydrologique, hydrochimique et sédimentologique des bassins paraliques. *Vie Milieu*, **42** (2) : 93-109.
- Quignard J.P., J.L. Bouchereau, C. Capape, J.C. Joyeux, J.A. Tomasini, 1989 - *Les débarquements des pêches aux Cabanes de Pérols (lagune de Mauguio), octobre 1985-décembre 1988*. Rapp. Serv. marit. Nav. Languedoc-Roussillon, 84 pp.
- Tesson M., 1977 - Régime hydrologique et hydrodynamique de la Sebkha Bou Areg (Lagune de Nador, Maroc). Bilan du printemps 1976. *Trav. Doc. Dev. Pêches Maroc*, **27** : 1-67.
- Tesson M., B. Gensous, 1981 - Quelques caractères de la géochimie d'une lagune microtidale : la Sebkha Bou Areg (Maroc). *Congrès natl Soc. Savantes, Perpignan*, **2** : 793-794.
- Thioulouse J., D. Chessel, S. Dolédec, J.M. Olivier, 1997 - ADE-4: a multivariate analysis and graphical display software. *Stat. Comput.*, **7** (1) : 75-83.
- Whitehead P.J.P., M.L. Bauchot, J.C. Hureau, J. Nielsen, E. Tortonese, 1986 - *Poissons de l'Atlantique du Nord-Est et de la Méditerranée. Vol. III*. UNESCO Ed., U.K., 469 pp.
- Ximenes M.C., 1980 - *Observations sur les faunes ichthyologiques des étangs corses : Biguglia, Diana et Urbino (inventaire, alevinage, croissance et démographie de certaines espèces)*. Rapp. C.T.G.R.E.F., Div. A.L.A., Montpellier, 101 pp.
- Zaouali J., 1984 - La pêche dans les lagunes tunisiennes. Le lac de Bizerte : Tunisie septentrionale ; la mer de Bou Grara : Tunisie méridionale. Données écologiques sommaires - Historique et Méthodes actuelles de la pêche - Perspectives de développement. In : *Aménagements des pêches dans les lagunes côtières*. J.M. Kapetsky, G. Lasserre (éds), *Etud. Rev. C.G.P.M., F.A.O.*, **1** (61), pp : 297-346.
- Zine N.E., 1989 - *Étude de la malacofaune de la lagune de Nador et dynamique de population de Venerupis decussata*. Thèse de 3^{ème} cycle, Univ. Mohammed-V. Faculté des sciences. Rabat, Maroc, 97 pp.

Reçu en juillet 1999 ; accepté en juin 2000.
Received July 1999; accepted June 2000.