

# **Relations entre Géomorphologie, Hydrodynamisme et Assemblage des Poissons dans une Lagune à Mangrove: La Manche-à-Eau (Guadeloupe, Antilles Françaises)**

MURIELLE MANTRAN<sup>1</sup>, ROBERT HAMPARIAN<sup>2</sup>, PAULO DE TARSO CHAVES<sup>3</sup>, et JEAN-LUC BOUCHEREAU<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Université des Antilles - Guyane, UMR 7138 CNRS IRD MNHN UPMC, Systématique, Adaptation, Évolution, Dpt de Biologie, Campus de Fouillole, BP 592, F-97159 Pointe-à-Pitre cedex, France*

<sup>2</sup>*Université des Antilles - Guyane, UFR-SEN, Laboratoire de Biologie Marine, Campus de Fouillole, BP 592, F-97159 Pointe-à-Pitre cedex, France*

<sup>3</sup>*Dep. de Zoologia, UFPR, C.P. 19020, code 81 531-980, Curitiba, Brazil.*

## **RÉSUMÉ**

Avec les nouvelles données sur la bathymétrie et la courantologie de cet écosystème et les paramètres physicochimiques étudiés entre février et mai 2007, c'est une actualisation de la zonation biologique établie récemment à partir de l'assemblage de poissons y séjournant qui est proposée dans cette étude. En effet, le volume d'eau renouvelé deux fois par jour à chaque marée (14,8%) combiné à un hydrodynamisme actif et varié contribuent à vivifier la lagune, et apportent des éléments pour une meilleure interprétation des valeurs des indices de bien-être et des gradients des paramètres populationnels de l'ichtyofaune présente. Durant la période étudiée, aucun gradient n'est observé avec les paramètres abiotiques. La caractéristique des eaux est homogène partout dans la lagune, sa colonne d'eau et aux différentes périodes considérées (température: 30,02°C; salinité: 36,16 ‰; pH: 8,29; turbidité: 6,10 mg/L; conductivité: 5,51 S/m; oxygène dissous: 7,18 mg/L; solides dissous: 32,78g/L; osmolarité: 1021,7milliosmoles). Une zonation biologique rectifiée est proposée. Plus conforme à la qualité observée, elle est composée de trois zones, au lieu de quatre, allant de II à IV: la zone II un peu plus étendue au Sud et plus étroite le long de l'île, une zone III dominante sur l'ensemble de la lagune, et une zone IV centrée sur les deux principales dépressions au Sud et à l'Ouest, le haut-fond et sa bordure au Nord-Ouest ainsi que le fond du secteur enclavé au Sud-Ouest.

MOTS CLÉS : Géomorphologie littorale, hydrodynamisme, hydrologie lagunaire, peuplement de poissons, confinement.

## **Geomorphologic, Hydrographic, and Fish Assemblage Relationships in a Mangrove Lagoon: The Manche-à-Eau (Guadeloupe, French West Indies)**

With the new data on bathymetry, currentology, in this ecosystem and the abiotic variables studied from February to May 2007, a review of the Manche-à-Eau's biological zonation recently stated from the fish assemblage is proposed. The water volume turnover at each tide (14,8%) twice a day combined with an active and various hydrodynamism contribute to vivify the lagoon and provide information for a better interpretation of the Well-Being Index values and the populational parameters gradients of the fish assemblage. During the studied period, no gradient is observed with the abiotic variables. The water characteristics are homogeneous everywhere in the lagoon, in the water column and whatever the period studied (temperature: 30,02°C; salinity: 36,16 ‰; pH: 8,29; turbidity: 6,10 mg/L; conductivity: 5,51S/m; dissolved oxygen: 7,18mg/L; dissolved solids: 32,78g/L; osmolarity: 1021,7milliosmoles). A revised biological zonation of the Manche-à-Eau lagoon is proposed. According to the quality observed, it is made of three zones, instead four, from II to IV: the zone II is more spread at South and narrow along the island, the zone III occupies the greater part of the ecosystem and the zone IV centered on the two main depressions at South and West, on the shallows and its North-West border and the end of the sector enclaved at South-West.

KEY WORDS: Coastal geomorphology, hydrodynamism, lagoon hydrology, fish assemblage, confinement.

## **Relaciones entre la Geomorfología, Hidrodinamismo y la Agrupación de Peces en una Laguna de Manglar: La Manche-à-EAU (Guadeloupe, Antillas Francesas)**

Con los nuevos datos sobre batimetría y la corrientología en este ecosistema y las variables abióticas estudiadas de febrero a mayo del 2007, se propone una revisión de la zonación biológica recientemente establecida en cuanto a la agrupación de peces del Manche-à-Eaux. El volumen de agua renovada dos veces al día en cada marea (14,8%) combinado a un hidrodinamismo activo y variado contribuyen a verificar la laguna, y aportan elementos para una mejor interpretación de los valores de los índices de buen estado y de los diferentes parámetros poblacionales de la ictiofauna presente. Durante el período estudiado no se observó ningún gradiente con los parámetros abióticos. Las características del agua son homogéneas a lo largo de toda la laguna. En la columna de agua en cualquiera de los períodos considerados (temperatura: 30,02°C; salinidad: 36,16 ‰; pH: 8,29; turbidez: 6,10 mg/L; conductividad: 5,51 S/m; oxígeno disuelto: 7,18 mg/L; sólidos disueltos: 32,78g/L; osmolaridad: 1021,7miliosmoles). Se propone una zonación biológica rectificada. De acuerdo a la calidad observada, esta, está compuesta por tres zonas en lugar de cuatro: de II a IV, la zona II está mas dispersa al sur y es mas estrecha a lo largo de la isla, la zona III domina la mayor parte del ecosistema y la zona IV está centrada en las dos principales depresiones al sur y al oeste, las zonas someras y en su borde al noroeste al igual que del sector enclavado al suroeste.

PALABRAS CLAVES : Litoral geomorfológico, hidrodinamismo, hidrología lagunar, población de peces, confinamiento

## INTRODUCTION

Dans le lagon du Grand Cul-de-Sac Marin, au Nord de l'Archipel de la Guadeloupe, entre les îles de Basse Terre et de Grande Terre, se trouve la lagune à mangrove de la Manche-à-Eau (Antilles françaises). Elle fait partie du lagon du Grand Cul-de-Sac Marin au Nord de l'Archipel entre les îles de Basse Terre et de Grande Terre. Depuis plusieurs décennies, cet écosystème fait l'objet d'études scientifiques dans les domaines divers de l'écologie, notamment en ichtyologie. Plusieurs inventaires du peuplement de poissons ont été successivement établis en 1975 (Lasserre et Toffart 1977), en 1978 - 1979 (Louis et Baelde 1987, Louis et Lasserre 1982, Louis et Guyard, 1982), en 2003 (Chaves et Bouchereau 2003, Caberty, 2003) et en 2004 (Bouchereau *et al.* 2007). D'autres études se sont intéressées à la biologie, à la structure des assemblages et aux comportements des poissons (Louis 1983, Louis 1985, Louis *et al.* 1985, Chantrel 2003, Caberty *et al.* 2004), en particulier, les espèces appartenant aux *Scianidae* (Louis et Lasserre 1982, Louis 1985), aux *Dasyatidae* (Capapé *et al.* 2002), aux *Scianidae* et *Gerreidae* (Chantrel 2002) et aux *Gobiidae* (Nelson, 2003). L'organisation et le fonctionnement de ce compartiment biologique ont été étudiées à savoir l'organisation ichtyologique en général (Fréjaville 2002, Fréjaville et Bouchereau 2003, Caberty 2003) et l'organisation spatio-temporelle des poissons (Aliaume *et al.* 1993, Lopes 2003, Moura, 2003) et des potentialités aquacoles de cette lagune (Louis 1981, Veilleur 2004, Veilleur *et al.* 2006). Deux autres groupes ont été étudiés dans cette lagune-atelier, la macrofaune benthique (Gaujous 1981, Amoureux 1985, Guelorget *et al.* 1990) et les mollusques Pélécytopodes *Veneridae* (Monti *et al.* 1991).

Des études préliminaires de la zonation biologique de cette lagune (et celle voisine de Belle Plaine) ont été tentées par Guelorget et Perthuisot (1983), sans aboutir vraiment, à partir des densités de distribution des différents groupes zoologiques (Echinodermes, Crustacés, Gastéropodes, Pélécytopodes, Annélides), et des données abiotiques (concentrations ioniques, température, pH, taux d'oxygène dissous, turbidité, teneur en sels nutritifs). Néanmoins, elles montraient que l'organisation biologique de ces milieux paraliques est indépendante des caractéristiques physico-chimiques du milieu. Monti *et al.* (1991) ont montré que les abondances numériques du mollusque dominant *Anomalocardia brasiliensis* dans la Manche-à-Eau ne se distribuent pas uniformément, mais selon des aires dépendantes de la trajectoire des courants principaux sans les caractériser. Bouchereau *et al.* (2007) ont étudié les facteurs structurant l'assemblage ichtyique de la Manche-à-Eau à deux saisons hydrologiques différentes à partir des variables physicochimiques (profondeur, température, salinité, oxygène dissous, pH) et des descripteurs populationnels (richesses spécifiques et familiales, densités numérique et pondérale, les indices de Whitfield et de Bien-Être). Ces auteurs ont proposé une zonation biologi-

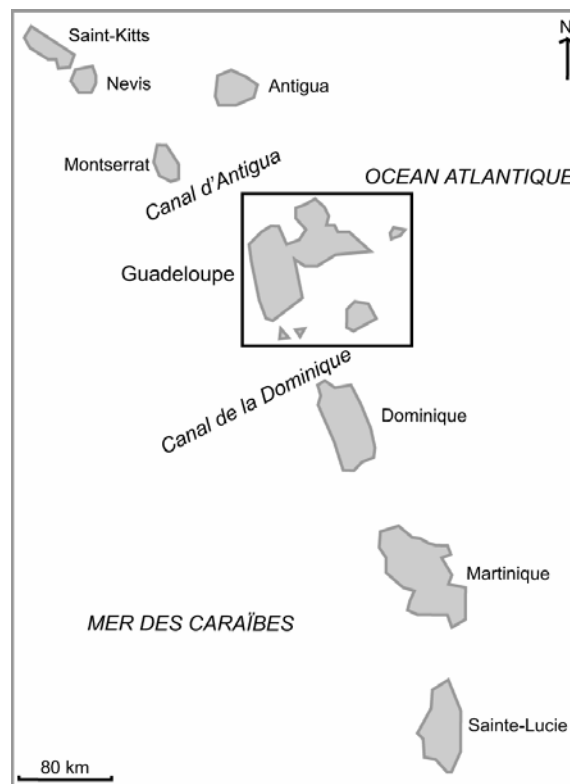
que de la lagune en fondant leur interprétation sur leurs résultats et ceux des travaux de Guelorget et Perthuisot (1983), Monti *et al.* (1991), et de Assor (1987) sur les données disponibles relatives à la profondeur et à certains courants de marée et de surface.

Les très récents résultats de Mantran *et al.* (soumis), obtenus en 2007, sur la géomorphologie de la lagune de la Manche-à-Eau offrent la possibilité, dans la présente étude, de revoir l'interprétation de la zonation biologique faite par Bouchereau *et al.* (2007) avec la question suivante: qu'apporte l'éclairage nouveau de la connaissance de la bathymétrie et de l'hydrodynamisme de cette lagune vis-à-vis de l'influence du confinement en relation avec la distribution de l'ichthyofaune et des autres compartiments biologiques ?

## MATÉRIELS ET MÉTHODES

### Le Site D'études

La lagune atelier de la MAE se situe en Guadeloupe (Figure 1) dans les Antilles Françaises : 16° 16' 36'' Nord et 61° 33' 24'' Ouest. Elle est affluente à la Rivière Salée, bras de mer reliant le Grand cul-de-Sac Marin au Petit Cul-de-Sac Marin, via un chenal principal orienté Nord-Est / Sud-Ouest (Figure 1). Ce bras sépare les îles de Basse-Terre volcanique et de Grande-Terre d'origine récifale calcaire.

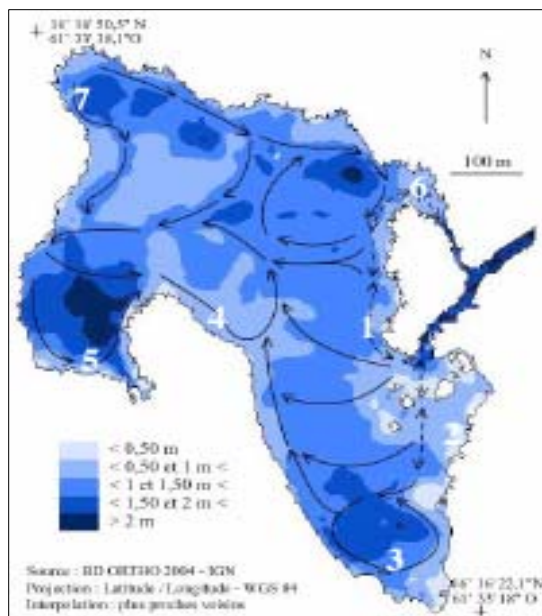


**Figure 1.** Localisation de la lagune de la Manche-à-Eau en Guadeloupe et en Basse-Terre.

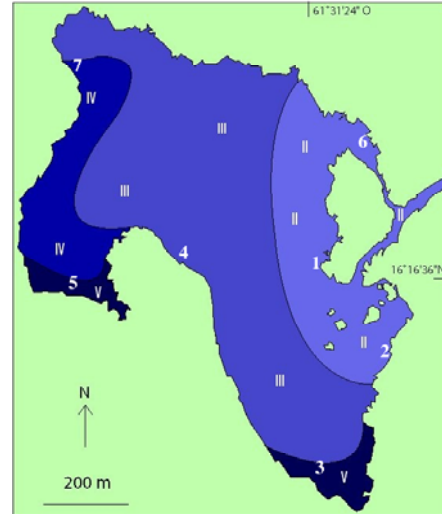
D'après Assor (1987), cette lagune occupe une zone dépressionnaire entourée par les petites collines de Bon-Goût (11 m) et de Birmingham (25 m). Elle s'est formée à partir d'une « ravine » qui s'écoulait entre les deux collines précédemment citées jusqu'à la Rivière Salée : la ravine Houaromand. Cette dernière est l'un des six tributaires de la passe à colas, vallée sous-marine de période régressive qui se jette dans le Grand Cul-de-Sac Marin, via la Rivière Salée (Guilcher et Marec, 1978). La zone, où la lagune s'est morphologiquement créée, est une zone de faible altitude de ce fait soumise à l'influence de la mer avec la présence actuelle d'un chenal de marée et d'un drain alimentant périodiquement la lagune. La lagune s'est formée dans un méandre de plaine alluviale. Elle a une morphologie allongée, s'étire du Sud-Sud-Est vers le Nord-Nord-Ouest, et est de dimensions réduites : 970m de longueur, 620m de largeur, 4661 m de circonférence, 281,7.10<sup>3</sup> m<sup>2</sup> de superficie, et respectivement 3,00 et 1,50m de profondeurs maximale et moyenne (Mantran *et al.* soumis le 03/06/08 à *Géomorphologie*).

### Matériel Bibliographique

On a utilisé les documents cartographiques de bathymétrie et de la courantologie générale (Figure 2) dans la lagune de la Manche-à-Eau de Mantran *et al.* (soumis), les valeurs des descripteurs populationnels, des indices de Whitfield (1994) et de Bien-Être (Gammon 1976, 1980) de l'assemblage de poissons observés à sept stations de pêches expérimentales effectuées en 2002 (Tableau 1) reportées sur la carte (Figure 2), et la zonation biologique (Figure 3) établie avec ces données (Bouchereau *et al.* 2007).



**Figure 2.** Courantométrie de la lagune de la Manche-à-Eau suivant sa bathymétrie, d'après Mantran *et al.* (soumis); traits pointillés: courants de marée; traits pleins: courants de la circulation générale sous la surface ; chiffres arabes : stations de pêche des poissons.



**Figure 3.** La zonation biologique de la lagune de la Manche-à-Eau selon le concept du confinement de Guelorget and Perthuisot (1983), d'après Bouchereau *et al.* (2007).

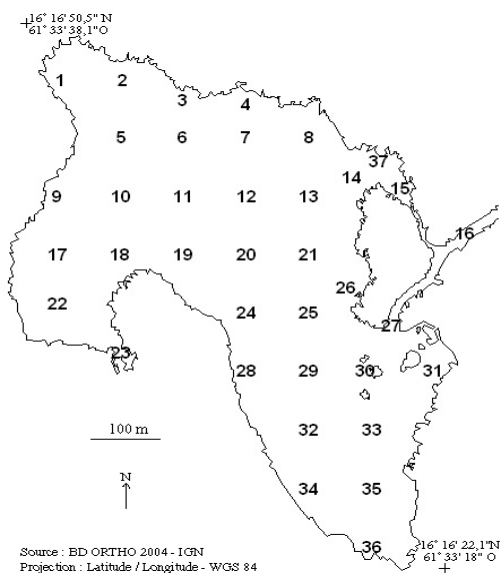
### Échantillonnages sur le Terrain et en Laboratoire

Afin de savoir s'il existait des gradients dans leur distribution partout dans la lagune, des valeurs des variables physicochimiques, on a sélectionné des stations à partir d'un quadrillage cartographique en carré de 90 m de côté, soit 0° 0' 3'', selon la méthode de Mantran *et al.* (soumis). Cette distance, arbitrairement choisie, offre la possibilité de couvrir la lagune par un nombre suffisant de stations d'échantillonnages réparties de façon homogène, tout en tenant compte des temps d'intervention selon les contraintes liées au rythme des marées. Ainsi, dans la pratique, chaque campagne d'échantillonnage de l'ensemble de la lagune peut se dérouler en un minimum de temps, ne dépassant pas trois heures. On aboutit ainsi, à 28 intersections possibles sur le quadrillage, qui donnent 28 stations d'échantillonnages. À cela, ont été rajoutées 9 stations, soit un total de 37 numérotées de 1 à 37 (Figure 4). Ces 9 stations sont situées dans le chenal principal (16 et 27) et secondaire (15), aux abords de l'île (14, 26, 27 et 30) et au Nord de la lagune (3, 4 et 37), ce qui permet une répartition plus homogène de celles-ci. Comparé à celui effectué sur 20 stations de prélèvements choisies pour étudier l'ichtyoplancton et des paramètres abiotiques dans la lagune de la Mar Menor (Pérez-Ruzafa *et al.*, 2004) représentant 135 km<sup>2</sup>, l'effort d'échantillonnage sur 36 stations réparties de façon homogènes dans une lagune d'environ 0,282 km<sup>2</sup> de superficie est largement acceptable.

On a mesuré aux 37 stations sur le terrain, à trois dates différentes en fonction de la saison, les 08 mars 2007 période sèche du carême, 23 avril 2007 période de transition sèche, et 24 mai période de transition avec quelques épisodes pluvieux, les variables abiotiques.

**Tableau 1.** Distance euclidienne (DE) et descripteurs populationnels (RSm : richesse spécifique moyenne; RS: richesse spécifique; NI: nombre d'individus; B: biomasse; IWm: Indice de Whitfield moyen; IBE m: Indice de Bien-Être moyen.

N° et position des stations	DE	RSm	RS	NI	B	IWm	IBEm	qualité IWB	
1 (16°16'36"N; 33°23'O)	61°	1.5	15.50	25	1845	22222	1.476	8.37	bon
2 (16°16'31"N; 33°19'O)	61°	3.0	14.25	24	2413	14203	1.500	7.83	bon
3 (16°16'25"N; 33°23'O)	61°	6.5	11.75	17	807	7287	1.514	6.55	moyen
4 (16°16'36"N; 33°30'O)	61°	4.6	13.00	22	864	5382	1.492	7.21	moyen
5 (16°16'34"N; 33°35'O)	61°	9.5	10.75	14	330	3087	1.536	6.71	moyen
6 (16°16'43"N; 33°20'O)	61°	2.2	14.25	22	871	19706	1.506	7.65	bon
7 (16°16'48"N; 33°37'O)	61°	10.5	12.00	18	553	5786	1.507	6.73	moyen



**Figure 4.** Répartition des 37 stations d'échantillonnage dans la lagune de la Manche-à-Eau.

L'osmolarité a été mesurée à l'aide d'un osmomètre de Pfeffer, (Roebing®, type 13/13DR, Berlin, Allemagne) qui mesure les ions d'une solution. Les paramètres physicochimiques suivants ont été mesurés, à 10 cm de la surface S et à moins de 50cm du fond F, à l'aide de l'analyseur multiparamètres U-22XD, HORIBA®, Kyoto, Japon : température (Temp à 1°C près), salinité (S en ‰ à 0,03 près), oxygène dissous (OD en mg/L à 0,2 près), pH (à 0,1 près), conductivité (Cond en S/m à 0,3 près), turbidité (Turb en mg/L à 0,5 près) et taux de solides dissous (TDS à 5 g/L près).

### Traitements Statistiques

Les données des paramètres abiotiques obtenues sont traitées pour calculer les valeurs extrêmes, moyenne avec leur écart-type et variance correspondantes par période et

par hauteur d'eau. Afin de savoir s'il existe une différence entre surface et fond, et entre les trois périodes considérées, les données sont soumises au test paramétrique de Student de comparaison des moyennes et/ou au test non-paramétrique de Mann-Whitney (XLstat® 2007).

## RESULTATS

### Les Paramètres Abiotiques

**Osmolarité** — Les prélèvements d'eau en surface et au fond ont été effectués durant l'étape de marée basse, le 5 mars 2007. Seules, les deux valeurs minimum (Tableau 2) s'écartent au seuil de 1% de la distribution normale. Elles correspondent aux stations 9 (surface) à l'Ouest et 14 (fond) proche de l'entrée secondaire (Figure 4). On a considéré une répartition homogène de l'osmolarité dans la lagune, en surface et au fond. D'après les tests de Student et de Mann-Whitney, il n'existe pas de différence significative entre la surface et le fond.

**Physico-chimie** — La physico-chimie a été mesurée à trois périodes distinctes, P1 : 08 mars 2007, P2 : 23 avril 2007 et P3 : 24 mai 2007. À chaque période, en surface ou au fond (Tableau 3), la valeur extrême d'un paramètre à une station s'écarte de très peu au seuil de 1% de la distribution normale. Il s'agit de :

P1 : surface : station 15 pH et OD minimum, fond : stations 15 pH minimum et 16 conductivité ;

P2 : surface : station 16 pH minimum, fond : station 13 température maximum ;

P3 : surface : station 36 oxygène dissous minimum, fond station 36 pH minimum et stations 32, 35, 36 solides dissous minimum. C'est le seul écart qui concerne trois stations voisines au sud de la lagune, sur le fond et avec un seul paramètre.

**Tableau 2.** Valeurs extrêmes et moyennes de l'osmolarité en surface et au fond de la MAE, avec l'écart-type correspondant.

niveau	minimum	maximum	moyenne	écart-type
<b>Surface</b>	1001	1035	1022,7500	6,2627
<b>Fond</b>	1008	1025	1020,6389	3,1637

**Tableau 3.** Valeurs extrêmes et moyennes des paramètres physico-chimiques en surface et au fond de la MAE, avec l'écart-type  $\sigma$  correspondant, aux dates suivantes P1 : 08 mars 2007, P2 : 23 avril 2007, P3 : 24 mai 2007.

		pH	conductivité	turbidité	O <sub>2</sub> dissous	température	Salinité	Solides dissous		
P1	S	min	7,37	5,41	0,00	6,70	27,80	36,0	33,00	
		max	8,46	5,51	12,40	8,30	28,80	37,0	33,00	
		Moy	8,3050	5,4939	3,3056	7,8222	28,3417	36,4722	33,00	
	F	$\sigma$	0,1739	0,0180	2,6672	0,3888	0,2465	0,4992	0,00	
		min	8,03	5,46	0,00	1,30	27,90	36,0	33,00	
		max	8,49	5,52	10,60	8,30	28,80	37,0	33,00	
	S	Moy	8,3419	5,4994	3,3667	6,4778	28,3361	36,5278	33,00	
		$\sigma$	0,0738	0,0139	2,3171	2,3907	0,2287	0,4992	0,00	
		min	7,84	5,36	0,00	6,80	31,50	35,0	32,00	
	P2	S	Max	8,49	5,44	20,90	8,20	32,30	36,0	33,00
			Moy	8,3206	5,4064	3,0250	7,5528	31,8722	35,9722	32,39
			$\sigma$	0,1309	0,0219	4,2282	0,3877	0,1909	0,1643	0,4875
F	min	8,06	5,35	0,00	7,00	31,50	36,0	32,00		
	max	8,49	5,46	33,50	8,60	32,40	36,0	33,00		
	Moy	8,3203	5,4181	4,5139	7,6639	31,8722	36,0	32,53		
P3	S	$\sigma$	0,1127	0,0255	7,8971	0,4831	0,1938	0,00	0,4992	
		min	7,55	5,35	7,30	6,20	29,50	36,0	32,00	
		max	8,66	18,90	17,60	8,40	30,30	36,0	33,00	
F	Moy	8,2156	5,8019	11,5361	7,0528	29,8378	36,0	32,8333		
	$\sigma$	0,1800	2,2141	2,6277	0,2986	0,1938	0,00	0,3727		
	min	7,81	5,37	4,80	6,00	29,40	36,0	32,00		
S	max	8,34	5,45	18,00	7,20	31,60	36,0	33,00		
	Moy	8,2250	5,4347	10,8500	6,5139	29,8639	36,0	32,9167		
	$\sigma$	0,0817	0,0152	2,7016	0,2730	0,3529	0,00	0,2764		

Il n'existe pas de gradient d'une variable physico-chimique étudiée aux périodes envisagées dans la lagune. La répartition de ces variables physico-chimiques est homogène à chaque date étudiée, en surface et au fond. D'après les tests de Student et de Mann-Whitney, il n'existe pas non plus de différence significative entre la surface et le fond.

Comme, d'après les tests de Student, on ne constate pas de différence significative entre les trois périodes considérées, données de surface et de fond confondues, on

a regroupé celles-ci pour la période allant du 03 mars au 24 mai 2007. Les résultats (Tableau 4) montrent une répartition homogène de l'osmolarité de l'ordre de 1021,7milliosmoles et de tous les paramètres physico-chimiques considérés. La lagune peut être caractérisée par une température de 28,3°C début mars, de 31,8°C fin avril et 29,8°C en mai. La Manche-à-Eau a une salinité de 36,24‰, un pH de 8,32, une faible turbidité de 3,55 mg/L, une conductivité de 5,45 S/m, un taux d'oxygène dissous de 7,37 mg/L et un taux de solides dissous de 32,73 g/L pour les trois périodes considérées.

**Tableau 4.** Valeurs extrêmes, moyennes avec leurs écart-types et variances correspondants, de chaque paramètre physico-chimique étudié aux 36 stations, surface et fond, et périodes de mars, avril et mai confondues; O<sub>2</sub>: oxygène; T: température; (n = 72 et 216 pour l'osmolarité et les autres variables respectivement).

Statistiques	Osmolarité	pH	Conductivité (S/m)	Turbidité	O <sub>2</sub> dissous (mg/L)	T (°C)	Salinité (‰)	Solides dissous (mg/L)
minimum	1001	7,37	5,41	1,00	6,70	27,80	36,00	33,00
maximum	1035	8,66	18,90	33,50	8,60	32,40	37,00	33,00
<b>moyenne</b>	<b>1021,7</b>	<b>8,29</b>	<b>5,51</b>	<b>6,10</b>	<b>7,18</b>	<b>30,02</b>	<b>36,16</b>	<b>32,78</b>
écart-type	5,0397	0,1412	0,9163	5,5851	1,1684	1,4712	0,3820	0,4167
variance	25,3983	0,0199	0,8396	31,1932	1,3651	2,1641	0,1457	0,1736

## DISCUSSION

Parmi les trois types morphologiques de lagunes côtières de Kjerfve (1994), fermée, semi-fermée et ouverte, la lagune de la Manche-à-Eau serait du type semi-fermé. En effet, les apports d'eau douce ne proviendraient que d'impluvium directs avec des compléments continentaux intermittents durant la saison cyclonique. D'après Mantran *et al.* (soumis), la lagune de 1,20m de profondeur moyenne, 260 400m<sup>2</sup> de superficie et 316 300m<sup>3</sup> de volume, renouvelle deux fois par jour 14,8% de son volume d'eau avec la marée, ce qui confirme une qualité de l'eau bonne à moyenne selon les endroits. L'hydrodynamisme (Figure 2) est gouverné par trois types de courants : de surface, de marée et interne de fond. Les courants de surface, soumis au vent dominant de secteur Est, poussent la masse d'eau en suivant le couloir lagunaire orienté Sud-Sud-Est vers le Nord-Nord-Ouest. Les secteurs sous le vent se trouvent aux embouchures des chenaux, à proximité des îlots, au haut-fond du centre de la lagune et aux extrêmes Sud et Ouest. L'influence de la marée se limite aux pourtours de l'île et des îlots, aux entrées principales et secondaires. Les courants de marée de surface et de fond, dans les chenaux et sur le pourtour de l'île, engendrent des mouvements de va-et-vient, issus des courants de flot et de jusant. Comme les masses d'eau poussées par le vent, affluent obligatoirement au Nord de la lagune, celles-ci descendent de la surface vers le fond au niveau de la bordure Nord. Les courants internes de fond sont le résultat de la circulation des courants superficiels et de l'allure bathymétrique de la lagune avec l'alternance de hauts-fonds et de dépressions à proximité d'un plateau lagunaire (Figure 2) bien identifiés et caractérisés par Mantran *et al.* (soumis): deux grands secteurs à hauts-fonds, de profondeur supérieure à 0,50m, au Nord-Ouest et au Sud de celui-ci, et trois dépressions de profondeur supérieure à 2m, situées à l'Est, au Sud et à l'Ouest, plus une autre de profondeur comprise entre 1,50 et 2m, morcelée en trois parties au Nord. Le taux et l'amplitude des échanges d'eau marine avec une lagune, reflètent à la fois les fonctions forçantes dominantes et la variabilité hydrologique dans le temps. Les gradients physiques au sein d'un écosystème lagunaire, conséquence de ces expressions du renouvellement de l'eau, ont été reliés aux gradients biologiques de richesses spécifiques, d'abondances, de productivité. On sait (Guelorget et Perthuisot, 1983 ; Guelorget *et al.* 1983) que ce n'est pas la salinité le principal paramètre explicatif des gradients biologiques observés. Il faut remarquer que, dans la présente étude, aucun gradient n'a été observé avec les paramètres abiotiques. Ces auteurs ont suggéré que c'est le taux de renouvellement de l'eau d'origine marine en un point donné d'une lagune (confinement) qui gouverne la structuration de tout assemblage d'espèces. Plusieurs autres auteurs ont vérifié cela, notamment Pérez-Ruzafa et Marcos (1992) avec les communautés benthiques, Bouchereau *et al.* (2000a, 2000b, 2006, 2007), Mariani (2001), Bouchereau et Chaves (2003), Garnerot *et*

*al.* (2003), Pérez-Ruzafa *et al.* (2004, 2006) avec les assemblages de poissons. D'après Pérez-Ruzafa *et al.* (2007) la composition des assemblages de poissons dépend d'abord des mensurations morphologiques (25%) d'une lagune, ensuite de ses caractéristiques hydrographiques et trophiques, (soit 75% les trois ensemble). Les 3% restant n'expliquant seulement que les différences observées dans la composition ichtyofaunistique des lagunes atlanto-méditerranéennes prisent en compte par Pérez-Ruzafa *et al.* (2007), ce qui est conforme à la théorie de Guelorget et Perthuisot (1983) et renforce aussi l'idée que la richesse spécifique en poissons dépend du taux de colonisation des espèces provenant des domaines marin et/ou continental. Rappelons que le confinement est défini comme « le taux de renouvellement de l'eau d'origine marine en un point donné de l'écosystème considéré », variable restant « discrète ». Guelorget et Perthuisot (1983) ont proposé un modèle général d'écosystème lagunaire dans lequel la zonation biologique qualitative et quantitative permet de définir une échelle de confinement, divisée en six zones numérotées de I (la moins confinée) à VI (la plus confinée), applicable à l'ensemble du domaine paralique.

Les informations nouvelles démontrées par Mantran *et al.* (soumis) laissent penser que l'hydrodynamisme présent dans de nombreux secteurs de cette lagune peu profonde, est étroitement dépendant de la topographie du fond et permet un bon brassage de la colonne d'eau relayé par le vent. La remise en suspension des solides, sels nutritifs et petits organismes occupant la couche superficielle sédimentaire accroissent la productivité (Nixon 1982, Miller *et al.* 1990, Conde *et al.* 1999, Suzuki *et al.* 2002, Gamito *et al.* 2005). Le renouvellement en eau de la lagune de la Manche-à-Eau est plus important que ce que Bouchereau *et al.* (2007) ont estimé (Tableau 5, Figures 3 and 5) dans les secteurs des dépressions Sud (station 3 de pêche) et Ouest (station 5 de pêche) avec les références disponibles d'alors qui permettaient une interprétation de classement respectivement en zones III/IV et IV/V (Tableau 5, Figure 3). Il explique, d'autant mieux les indices de Bien-Être moyens (Tableau 5) calculés à ces stations, qui restaient cependant difficilement interprétables. Il oblige à reclasser (Tableau 5) les stations 3 et 5 en zones III/IV et IV respectivement, et à redessiner aussi la limite de la zone II (stations 1, 2 et 6, marquées par la présence d'Echinodermes) en la réduisant autour de l'île principale (Figure 5) en relation avec les courants de marée qui renouvellent là (Figure 2), plus que dans le reste de la lagune, les masses d'eau au profit de la zone III. Enfin, les zones IV (stations de pêche 3, 5 et 7) sont mieux individualisées à cause de la mise en évidence par l'étude de Mantran *et al.* (soumis à *Géomorphologie*) des courants circulaires autour des principales dépressions et haut-fonds. Il s'agit des secteurs occupés (Figure 4) par la station 23 (zone enclavée au Sud-Ouest), la station 5 (haut-fond du Nord-Ouest) et ceux des deux principales dépressions Sud et Ouest. La zone IV à l'Ouest (Figure 3) devient III

(Figure 5) et la V disparaît au Sud et au Sud-Ouest de la lagune (Figure 3), puisque le renouvellement de l'eau y est important, à cause de la descente d'eau vers le fond au Nord et de la remontée d'eau en surface au Sud. La zone III à laquelle appartient toujours la station de pêche 4 reste la plus étendue et la plus productive de Bivalves (Monti *et al.*, 1991) caractéristique de cette zone. En revanche, la zone V a été remplacée par de la IV à l'emplacement de la station de pêche 5 (Figure 5) où il a été observé les limites des gradients des descripteurs populationnels de l'assemblage de poissons étudiés par Bouchereau *et al.* (2007), contrairement à la station 3 au Sud qui se trouve dans la zone IV. S'il existait une zone VI (la plus confinée), elle se trouverait au pied des racines de *R. mangle*, mais la localisation dépend de la présence de cyanobactéries qui n'ont pas encore été observées là à ce jour.

Désormais, la zonation biologique (Figure 5) est représentée par les trois zones II, III et IV avec une prépondérance de superficie pour la III à forte potentialité conchylicole. Cette réduction à des zones peu confinées de la zonation biologique est confirmée par le faible gradient (6,55 à 8,37) de l'indice de bien-être calculé avec l'ichtyofaune (Bouchereau *et al.* 2008) qui indique un bon état de la qualité de l'eau de cet écosystème. L'interprétation des valeurs de cet indice devient plus aisée avec les données bathymétriques et courantométriques. Il reflète mieux la qualité de l'assemblage ichthyique avec la zonation biologique révisée.

L'absence de gradients physicochimiques observée au cours de cette étude et la faible influence de la salinité sur le peuplement de poissons de la lagune à mangrove de la Manche-à-Eau observée par Bouchereau *et al.* (2008), renforcent l'idée d'aborder la connaissance des structures et des assemblages de poissons et autres groupes lagunaires plus avec les descripteurs populationnels décrits plus haut et les guildes écologiques (Elliot et Dewailly, 1995) en relation avec les caractéristiques géomorphologiques et hydrographiques de ces écosystèmes paraliques qu'avec les paramètres abiotiques. Dans l'assemblage de poissons accueilli par la lagune à mangrove étudiée par Bouchereau *et al.* (2008), ce sont différentes espèces de poissons

appartenant à diverses guildes écologiques qui fréquentent soit temporairement, soit continuellement la lagune en exploitant différents secteurs selon la stratégie adaptative d'occupation développée pour y passer une écophase particulière de leur cycle de vie ou tout leur cycle. En plus des visiteurs occasionnels (Carangidae, Muraenidae, Sphyrnidae), on y retrouve des migrants cycliques (*Harengula clupeiola*, *Anchoa lyolepis*, *Diapterus rhombeus* et *Eucinostomus gula*) qui répondent à un déterminisme souvent plus trophique que génésique, en nombre supérieur d'espèces à celui des sédentaires (*Bairdiella ronchus*, *Atherinomorus conklini*, *A. stipes*) les autochtones les mieux adaptées. L'espèce paraliatique emblématique de cette lagune à mangrove est le gobie à crête *Lophogobius cyprinoides* très cryptobenthique, dont les densités sont largement sous-estimées car elle échappe à la capéchade l'engin de pêche expérimental.

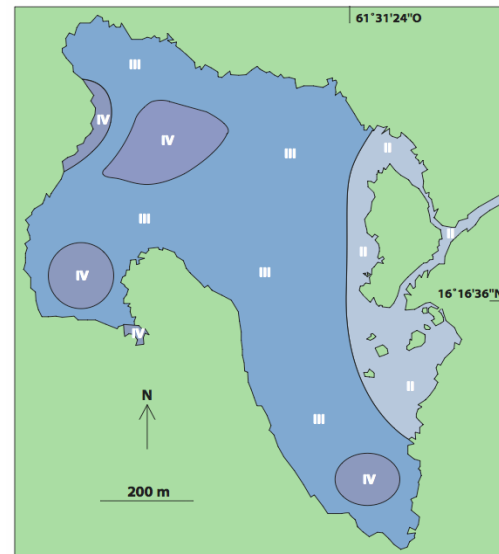


Figure 5. Zonation biologique révisée de la Manche-à-Eau.

**Tableau 5.** Zonation biologique révisée selon le classement des stations avec : DE, Distance euclidienne, RS : richesse spécifique, RSm : richesse spécifique moyenne, NI : nombre d'individus ; B : biomasse ; IWm : indice de Whitfield moyen, IBE m : indice de Bien-Être moyen, S : stations de pêche les plus citées selon le rang correspondant au classement de la valeur du descripteur en ordre ascendant ( $\Delta$ ) ou descendant ( $\nabla$ ).

rangs	DE	RSm	RS	NI	B	IWm	IBEm	Nombre de fois citée	S	1983	1991	2008	notre étude
1	1	1	1	1	1	1	1	7	1	II	II	II	II
2	6		2	2	6	4	2	3,5	2	III/IV	II	II	II
3	2	2-6		6	2	2	6	3	6	II	II	II	II
4	4	4	4-6	2	3	6	4	4,5	4	III/IV	III	III	III
5	3	7	7	3	7	7	7	5	7	-	IV	III/IV	III/IV
6	5	3	3	7	4	3	5	3	3	V	VI	IV/V	III/IV
7	7	5	5	5	5	5	3	5	5	V	VI	IV	IV
gradients	$\Delta$	$\nabla$	$\nabla$	$\nabla$	$\nabla$	$\nabla$	$\nabla$			Confinement			



C'est la combinaison des conditions morphologiques, hydrographiques déterminant une qualité d'habitat offerte à divers types d'espèces, avec leurs expressions plus ou moins décisives de leurs capacités adaptatives qui détermine la composition de ces assemblages de poissons. Les espèces typiquement paraliques de Guelorget et Perthuisot (1983) dans ces milieux saumâtres sont celles qui, avec succès, sont le plus affranchies de l'influence du domaine marin puisque ce sont les seules qui réussissent à s'y reproduire, les autres les allochtones d'origine « thalassique » ou continentale réussissent avec plus ou moins de succès leur occupation. Même si Pérez-Ruzafa et Marcos (1992 ; 1993) ont reformulé le confinement en utilisant le taux de colonisation en espèces marines, en ce sens, Guelorget et Perthuisot (1983) avaient déjà illustré leur concept et le lien entre géomorphologie, hydrodynamisme et assemblages d'espèces appartenant à différents compartiments biologiques. Ils annonçaient que « ...plus l'échange d'eau, avec la mer, est faible, plus les peuplements deviennent *typiquement paraliques*, ... peu nombreux en espèces et forts en densité », ce que plusieurs auteurs ont pu vérifier avec les poissons vivant dans les écosystèmes paraliques. Avec les pressions anthropiques et naturelles grandissantes, les paramètres géomorphologiques des écosystèmes lagunaires doivent être utilisés (Pérez-Ruzafa *et al.* 2007) comme base typologique telle que spécifiée dans le contexte de la Directive Cadre Européenne sur l'Eau.

### REMERCIEMENTS

Cette étude a été financée dans le cadre des conventions 5397 CNRS-CNPq and 376/02 CAPES-COFEUCUB entre la France (UAG) et le Brésil (UFPR, Univ. Fed. Paraná, Curitiba): "Comparaison de l'ichtyofaune résidante dans deux écosystèmes à mangrove: la lagune de la Manche-à-Eau (Guadeloupe, Antilles françaises) et la Baie de Guaratuba (Paraná, Brésil)".

### LITERATURE CITED

- Aliaume C., C. Monteiro, M. Louis, T. Lam Hoai, and G. Lasserre. 1993. Organisation spatio-temporelle des peuplements ichtyologiques dans deux lagunes côtières: au Portugal et en Guadeloupe. *Oceanologica Acta* **16**(3):291-301.
- Amoureux, L. 1985. Annélides benthiques récoltées à l'entrée de la lagune de la Manche-à-Eau, Guadeloupe (Antilles). *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturel*, Paris, 4ème série, 7, section A, n°1, 93-107.
- Assor, R. et C. Julius. 1983. Caractérisation sédimentologiques et micropaléontologiques de la lagune de Belle-Plaine (mangrove de Guadeloupe). *Extrait du Bulletin de la Société géologique de France*. T. XXV, 6:889-902.
- Assor, R. 1987. Impacts de la marée et du vent sur la sédimentation dans la lagune de la Manche-à-Eau (Guadeloupe). *Bulletin de l'Institut Géologique du Bassin d'Aquitaine* **42**:53-66.
- Bouchereau, J.L., J.S. Durel, O. Guelorget, et L. Reynaud-Laouali. 2000a. L'ichtyofaune dans l'organisation biologique d'un système paraliqe marocain: la lagune de Nador. *Marine Life* **10**(1-2):69-76.
- Bouchereau, J.-L., O. Guelorget, Y. VERGNE & J.-P. Perthuisot, 2000b.- L'ichtyofaune dans l'organisation biologique d'un système paraliqe de type lagunaire: l'Etang du Prévost. *Vie et Milieu*, 50 (1): 19-27.
- Bouchereau, J.-L. et P. de T. Chaves. 2003. Ichthyofauna in the ecological organisation of a south-west Atlantic ecosystem: the Bay of Guaratuba, Brazil (25°52'S;48°39'W). *Vie et Milieu* **52**(2/3):103-110.
- Bouchereau, J.L., C. Marques, P. Pereira, O. Guelorget, and Y. Vergne. 2006. Trophic characterization of the Prévost lagoon (Mediterranean) by the feeding habits of the European eel *Anguilla anguilla*. *Cahiers de Biologie Marine* **47**:133-142.
- Bouchereau, J.-L., P. de T. Chaves, and D. Monti. [2008]. Factors Structuring the Ichthyofauna Assemblage in a Mangrove Lagoon (Guadeloupe, French West Indies). *Journal of Coastal Research*: [Sous presse] DOI n° .
- Caberty, S. 2003. Organisation et fonctionnement trophique de l'assemblage ichtyque d'une lagune à mangrove, la Manche-à-Eau (Guadeloupe), et comparaison avec la baie de Guaratuba. Mémoire de maîtrise. Université des Antilles et de la Guyane. 35 pp.
- Caberty, S., P. de T. Chaves, et J.-L. Bouchereau. 2004. Organisation et fonctionnement trophiques de l'assemblage ichtyque d'un écosystème lagunaire à mangrove antillais au moyen de l'indice trophique de contribution. *Cahiers de Biologie Marine* **45**:243-254.
- Capapé, C., R. Hamparian, A. Marquès, and J.-L. Bouchereau. 2002. First morphometric data of a gravid female of the southern stingray, *Dasyatis Americana*.
- Chantrel, J. 2002. Régime trophique de trois espèces de poissons résidents dans la lagune à mangrove de la Manche à Eau, Guadeloupe: *Diapterus rhombeus*, *Eucinostomus gula* (Gerreidae), et *Bairdiella ronchus* (Scianidae). Mémoire de DEA. Université des Antilles et de la Guyane. 34 pp.
- Chantrel, J. et J.-L. Bouchereau. 2003. Régime alimentaire des Gerreidae *Diapterus rhombeus*, *Eucinostomus argenteus*, *Eucinostomus gula* et du Scianidae *Bairdiella ronchus* dans une lagune à mangrove: la Manche-à-Eau, Guadeloupe. Communication orale, Actes des Deuxièmes Rencontres de l'Ichtyologie en France, Paris, 25-28 mars 2003 : 15.
- Chaves, P. de T. and J.-L. Bouchereau. 2003. A ictiologia em estuários-manguezais do Paraná, Brasil, e de Guadeloupe, França : importância dos estudos comparativos. Comunicação dos sócios II. Brasil. Dezembro 2003 e março 2004.
- Conde, D., S. Bonilla, L. Aubriot, R. de León, and W. Pintos. 1999. Comparison of the areal amount of chlorophyll *a* of planktonic and attached microalgae in a shallow coastal lagoon. *Hydrobiologia* **408/409**:285-291.
- Elliot, M. and F. Dewailly. 1995. The structure and components of European estuarine fish assemblages. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology* **29**(3-4):397-417.
- Frejaville, Y. 2002. L'ichtyofaune dans l'organisation biologique d'un système paraliqe de type lagunaire: la lagune à mangrove de Manche à Eau (Guadeloupe).
- Frejaville, Y. et J.-L. Bouchereau. 2003. La faune ichtyologique dans l'organisation biologique d'une lagune de mangrove: la Manche-à-Eau (Guadeloupe). Communication orale; Actes des Deuxièmes Rencontres de l'Ichtyologie en France, Paris, 25-28 mars 2003 : 37.
- Gamito, S., J. Gilabert, C. Marcos, and A. Pérez-Ruzafa. 2005. Effects of changing environmental conditions on lagoon ecology. Pages 193-229 in: I.E. Cönenç J.P. Wolflin (Eds.) *Coastal Lagoons: Ecosystem Processes and Modelong for Sustainable Use and Development*. CRC Press, Boca Ratón, Florida USA.
- Gammon, J.R., 1976.- *The fish population of the middle 340km of the Wabash River*. Purdue University Water Resources Research Center, LaFayette, Indiana USA. Technical Report 86.
- Gammon, J.R. 1980. *The Use of Community Parameters Derived from Electrofishing Catches of River Fish as Indicators of Environmental Quality, in Seminar on Water Quality Management Tradeoffs*. U.S. Environmental Protection Agency, Washington, D.C. EPA-905/9-80-009.
- Garnerot, F., J.-L. Bouchereau, J.E. Rebello, and O. Guelorget. 2004. L'ichtyofaune dans l'organisation biologique d'un système paraliqe de type lagunaire, la Ria d'Aveiro (Portugal) en 1987-1988 et 1999-2000. *Cybiurn* **28** (1):63-75.



- Gaujous, D. 1981. Etude écologique de la macrofaune benthique des mangroves de la Guadeloupe. Rapport de stage d'Ingénieur. Université des Sciences et des techniques Languedoc. 54 pp.
- Guelorget, O., D. Gaujous, M. Louis, and J-P. Perthuisot. 1990. Macrobenthofauna of lagoons in Guadeloupean mangroves (Lesser Antilles) : Role and expression of the confinement. *Journal of Coastal Research* **45**:629-636.
- Guelorget, O. et J-P. Perthuisot. 1983. Le domaine paralique – Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement. *Presse de l'École Normale Supérieure* (16), Paris, 136 pp.
- Guilcher, A. et A. Marec. 1978. Le récif-barrière et le lagon du Grand Cul-de-Sac Marin (Guadeloupe, Antilles françaises). Géomorphologie et sédiments. *Oceanologica Acta* **1**(4):425-444.
- Kjerfve, B. 1994. *Coastal Lagoon Process*. Elsevier Science Publishers, Amsterdam.
- Lasserre, G. et J-L. Toffart. 1977. Echantillonnage et structure des populations ichtyologiques des mangroves en Guadeloupe en septembre 1975. *Cybius 3ème série* **2**:115-127.
- Lopes, R. 2003. Etude temporelle de la faune ichtyologique d'un lagon de mangrove: la Manche-à-Eau. Mémoire de maîtrise. Convention Socrates-Erasmus. Université des Antilles et de la Guyane. Universidad de Aveiro. 35 pp.
- Louis, M. 1983. Biologie, écologie et dynamique des populations de poissons dans les mangroves de Guadeloupe (Antilles françaises). Thèse doctorat, Université des Antilles et de la Guyane. 275 pp.
- Louis, M. 1985. Reproduction et croissance de Bairdiella ronchas (poissons Scianidae) dans les mangroves de Guadeloupe (Antilles Françaises). *Revue d'Hydrobiologie Tropicale* **18**(1):61-72.
- Louis, M. and P. Baelde. 1987. Fish communities in Guadeloupe mangroves, Procès verbal, Congrès européen d'ichtyologie : Stockholm **1985**:175-180.
- Louis, M. et A. Guyard. 1982. Contribution à l'étude des peuplements ichtyologiques dans les mangroves de Guadeloupe (Antilles Françaises). *Bulletin Ecologique* **13**(1):9-24.
- Louis M., T-L Hoai, and G. Lasserre. 1985. Résultats préliminaires sur le recrutement en poissons dans deux lagunes des mangroves de Guadeloupe: Belle-Plaine et Manche-à-Eau. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*. **18**(4):249-265.
- Louis, M. et G. Lasserre. 1982. Etude du peuplement de poissons dans les lagunes des mangroves de Guadeloupe (Antilles françaises), *Oceanologica Acta*, n° spécial 333-338.
- Mantran, M., R. Hamparian, et J-L. Bouchereau. 2008. Évolution de la morphologie de la lagune de la Manche-à-Eau (Guadeloupe, Antilles françaises) de 1950 à 2004, bathymétrie et courantologie. *Géomorphologie*. (soumis le 3/07/07).
- Mariani, S. 2001. Can spatial distribution of Ichthyofauna describe marine influence on Coastal lagoons ? A central Mediterranean case study. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* **52**:261-267.
- Miller, J.M., J. Pietrafesa, and N.P. Smith. 1990. Principles of Hydraulic Management of Coastal Lagoons for Aquaculture and Fisheries. FAO Fisheries Technical Paper 314. FAO, Rome, Italy.
- Monti, D., L. Frenkiel, and M. Moueza. 1991.. Demography and growth of *Anomalocardia brasiliiana* (Gmelin) (Bivalvia : Veneridae) in a mangrove, in Guadeloupe (French West Indies), *Journal of Molluscan Studies* **57**:249-257.
- Morell, M. 1990. Les phénomènes hydrologiques paroxysmiques en Guadeloupe, ORSTOM. 7 pp.
- Moura, C. 2003. Variation spatiale de l'ichtyofaune d'une lagune à mangrove antillaise: la Manche-à-Eau, Guadeloupe. Mémoire de maîtrise. Université des Antilles et de la Guyane. Université de Aveiro (convention Socrates-Erasmus). 66 pp.
- Nelson, L. 2003. Eléments de biologie et de dynamique du poisson sédentaire *Lophogobius cyprinoides* Pallas, 1770, (Gobiid): systématique, régime alimentaire, structure populationnelle, dans une lagune à mangrove antillaise, la Manche-à-Eau, Guadeloupe. Mémoire de DEA. Université des Antilles et de la Guyane. 42 pp.
- Nixon, S.W. 1982. Nutrients dynamics, primary production and fisheries yields of lagoons. *Oceanologica Acta, Special edition*, 357-371.
- Pérez-Ruzafa, A., J.A. García-Charton, E. Barcala, and C. Marcos. 2006. Changes in benthic fish assemblages as a consequence of coastal works in a coastal lagoon: The Mar Menor (Spain, Western Mediterranean). *Marine Pollution Bulletin* **54**(1-4):107-120.
- Pérez-Ruzafa, A. and C. Marcos. 1992. Colonization rates and dispersal as essential parameters in the confinement theory to explain the structure and horizontal zonation of lagoon benthic assemblages. *Rapp. Comm. Int. Mer Médit.* **33**:100.
- Pérez-Ruzafa, A. y C. Marcos. 1993. La teoría del confinamiento como modelo para explicar la estructura y zonación horizontal de las comunidades bentónicas en las lagunas costeras. *Publicaciones Especiales del Instituto Español de Oceanografía* **11**:347-358.
- Pérez-Ruzafa, A. C. Mompean, and C. Marcos. 2007. Hydrographic, geomorphologic and fish assemblage relationships in coastal lagoons. *Hydrobiologia* **577**:107-125.
- Pérez-Ruzafa, A., J.I. Quipse-Bercerra, J.A. García-Charton J.A., and C. Marcos. 2004. Composition structure and distribution of the ichthyoplankton in a Mediterranean coastal lagoon. *Journal of Fish Biology* **64**:202-218.
- Veilleur, M. 2004. Sélection d'espèces de poissons favorables pour l'aquaculture sur le littoral guadeloupéen. Mémoire de maîtrise. Université des Antilles et de la Guyane. 14 pp.
- Veilleur, M., P. de T. Chaves, et J-L. Bouchereau. 2006. Utilisation de la taille maximale des poissons de mangrove en vue de la sélection d'espèces natives pour leur pisciculture aux Antilles. Pages 179-180 in: Book of Abstracts of the 59th meeting of the Gulf and Caribbean Fisheries Institute, 6-10 novembre 2006, Belize City, Belize.
- Whitfield, A.K. 1994. A review of ichthofaunal biodiversity in Southern African estuarine systems. Pages 149-163 in: G. Teugels, F. Guegan, and J.J. Albaret (Eds.) *Diversité Biologique des Poissons D'eaux Douces et Saumâtres d'Afrique. Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale, in-8°*, Zoologie **275**.