

**Organisation spatiale
des peuplements ichthyologiques des herbiers
à Thalassia du Grand Cul-de-Sac Marin
en Guadeloupe**

Catherine ALIAUME (1), Gérard LASSERRE (1)

Max LOUIS (2)

RÉSUMÉ

Les herbiers à Thalassia testudinum du Grand Cul-de-Sac Marin en Guadeloupe ont fait l'objet d'une étude de la variabilité spatiale de la faune ichthyologique et de quelques paramètres de l'environnement (densité, biomasse et longueur foliaire, agitation, température, oxygène dissous, pH et salinité).

Les échantillons de poissons ont été prélevés à la senne de plage dans 11 stations réparties de la côte (mangrove) à la barrière frangeante des récifs coralliens, pendant 12 mois consécutifs (août 1987 à juillet 1988).

Les stations non significativement différentes (test de Kruskal-Wallis) pour la température ou le pH, le sont en revanche, pour la densité, la biomasse et la longueur des feuilles de Thalassia, l'oxygène dissous et la salinité, ainsi que pour la richesse spécifique, la régularité et la biomasse ichthyologique.

Une corrélation significative ($\alpha < 1\%$; test de Kendall) a été mise en évidence entre la longueur des feuilles de Thalassia et la biomasse et la richesse spécifique de l'ichtyfaune.

Une classification, couplée à une ordination en espace réduit des stations définies par leur liste faunistique (présence-absence, constance ou abondance), conduit à la typologie des stations suivantes : (1) une station témoin, dépourvue d'herbier, abritant peu d'espèces mais à forte biomasse, (2) des stations proches des récifs coralliens, caractérisées par une communauté ichthyologique bien structurée à tendance récifale, assez faible en biomasse, (3) des stations dites intermédiaires, de communauté peu structurée, de richesse et de biomasse fluctuantes, (4) des stations côtières, caractérisées par une communauté ichthyologique à forte biomasse, bien structurée, sous influence de la mangrove.

Toutes ces stations sont largement colonisées par des espèces en phase juvénile, dont 40 % sont d'intérêt commercial.

MOTS-CLÉS : Poissons marins — Communautés aquatiques — Herbiers — Milieu tropical — Guadeloupe.

ABSTRACT

SPATIAL COMMUNITY ORGANIZATION OF FISHES IN THE TURTLEGRASS BEDS OF GRAND CUL-DE-SAC MARIN IN GUADELOUPE (FRENCH WEST INDIES)

The influence of environmental factors on the fish community structure of turtlegrass (Thalassia testudinum) beds of Grand Cul-de-Sac Marin (Guadeloupe, French West Indies) was studied from August 1987 to July 1988. The

(1) Laboratoire d'hydrobiologie marine. Université des sciences et techniques du Languedoc. Place Eugène-Bataillon, 34060 Montpellier.

(2) Laboratoire de biologie et physiologie animale. Université des Antilles et de la Guyanne. BP 592, 97167 Pointe-à-Pitre cedex, Guadeloupe.

influence of seagrass shoot density and biomass, length of leaves, water movement, dissolved oxygen, pH and salinity were considered. Monthly fish samples were collected using a seine at 11 stations located in 3 different types of habitats: 1) near the edge of coral reefs (4 stations), 2) near mangroves (4 stations), 3) near the mouth of rivers (3 stations). Temperature and pH did not differ significantly between stations. However, seagrass shoot density, biomass, length of leaves, dissolved oxygen and salinity differed significantly between stations, and so did also fish species richness, equitability and biomass. There was a significant correlation ($\alpha < 1\%$) between dissolved length of sea grass leaves, and biomass and richness. Classification and ordination of the stations, as characterized by fish species composition, abundance, and capture frequency, led to the following partition of the stations: (1) a control station, devoid of seagrass, characterized by a few fish species and high biomass, (2) stations near coral reefs, characterized by a well structured fish community, largely dominated by reef species with low biomass, (3) stations characterized by composite reef-mangrove ichthyofaunal assemblage, with low equitability and fluctuating richness and biomass, (4) nearshore stations, characterized by mangrove or brackish species and high biomass. All stations were colonized by juvenile fishes. Forty percent of the fish species present were of commercial interest.

KEY WORDS : Marine fish — Aquatic communities — Sea grass — Tropical environment — Guadeloupe.

1. INTRODUCTION

Les herbiers de la Mer des Antilles ont depuis quelques années fait l'objet d'un certain nombre de travaux : dans le golfe du Mexique (YANEZ-ARANCIBIA *et al.*, 1980; YANEZ-ARANCIBIA et LARA-DOMINGUEZ, 1983), à Panama (WEINSTEIN et HECK, 1979; HAY, 1981; HAY *et al.*, 1983) et en Floride (ZIEMAN, 1982; STONER, 1983; THAYER *et al.*, 1987), pour ne citer que quelques références liées aux communautés ichthyologiques. Stabilisateurs des sédiments, ils assurent également une nourriture abondante, une protection à la prédation et un habitat complexe (ORTH, 1977; HECK et WETSTONE, 1977; HECK, 1979; SUMMERSON et PETERSON, 1984; ORTH, HECK et MONTFRANS, 1984; HARMELIN-VIVIEN, 1983).

Bien que leur importance dans le recrutement des poissons de récifs fut clairement démontrée aux îles Vierges (SHULMAN, 1985), il existe peu de travaux sur les herbiers des Antilles françaises. En Guadeloupe, deux études ponctuelles (LOUIS, 1983; GALZIN *et al.*, 1982) et un suivi de 2 stations par BAELE (1986) ont néanmoins permis de montrer que, comme la mangrove, les herbiers constituent un habitat attractif pour de nombreux juvéniles et, bien que fragiles aux agressions, aussi bien naturelles (cyclones) qu'humaines (extraction de sable, rejets polluants, pêches ...), ils doivent jouer un rôle important dans la stabilité des communautés ichthyologiques.

Un programme d'étude a été mis en place dans le but de préciser ce rôle de nurserie. L'hypothèse avancée a été la suivante : les herbiers selon leur situation géographique (distance à la côte), sont le siège de conditions environnementales différentes (zone d'agitation, variabilité des facteurs physico-chimiques, qualité du substrat ...), ces contraintes influencent la structure même des herbiers (biomas-

se, densité, volume ...), qui à leur tour agissent sur la structure des communautés ichthyologiques.

L'objectif de l'étude est donc double :

- caractériser les herbiers et déterminer les espèces ichthyologiques associées (approche descriptive),
- identifier les variables de l'environnement qui expliquent les structures observées (approche explicative).

Pour atteindre ces objectifs, une analyse de la variabilité spatiale et temporelle des facteurs biotiques et abiotiques des herbiers a été menée dans le lagon du Grand Cul-de-Sac Marin.

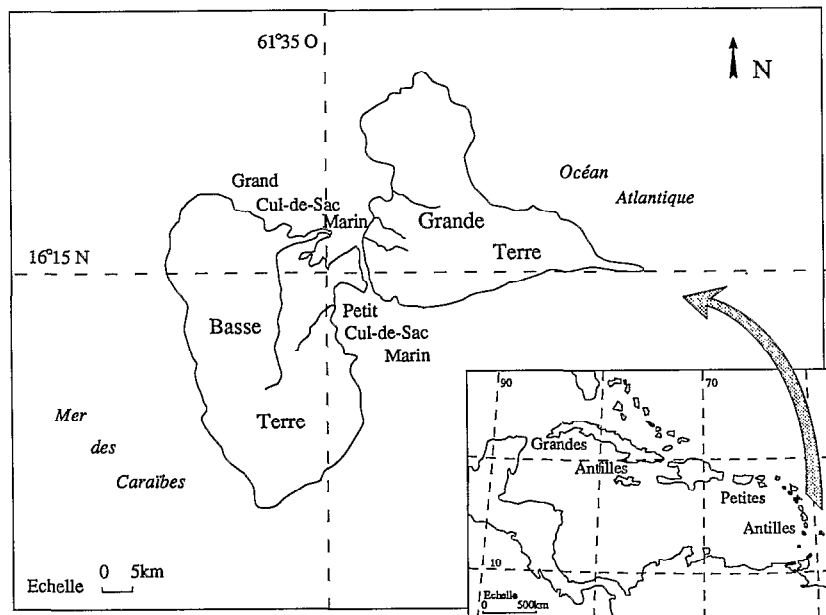
Ce sont les résultats de l'étude spatiale qui sont présentés ici, la variabilité temporelle et l'approche explicative proprement dite seront traitées et exposées dans de prochains travaux.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1. Présentation du milieu

La Guadeloupe, constituée de deux îles (Basse Terre et Grande Terre) séparées par un étroit chenal de marée (la Rivière Salée), est située par 16° N et 61° O, dans l'arc des Petites Antilles (fig. 1).

Localisé dans la partie septentrionale de la Guadeloupe, le Grand Cul-de-Sac Marin se présente comme une baie scindée au nord par une barrière de récifs coralliens, néanmoins largement entaillée par des chenaux ou « passes » qui assurent des échanges permanents avec la mer, et au sud par la bande côtière des 2 îles. Cette partie de côte, principalement recouverte (9/10) de mangroves et de marais (LASSERRE, 1961) et caractérisée par la présence de

FIG. 1. — Les îles de la Guadeloupe. *Guadeloupe Islands*.

plusieurs canaux et rivières, en particulier la Grande Rivière à Goyaves, la plus importante de la Guadeloupe (fig. 2).

La superficie du lagon est d'environ 11 000 ha. Il mesure près de 30 km de long et 10 km dans sa plus grande largeur. Les fonds sont vallonnés : les parties hautes (appelées « cayes » ou « sec », pouvant parfois être immergées, présentent un substrat sableux, les parties plus profondes (de -10 m à -20 m) sont plus généralement vaseuses. Les fonds compris entre 0 et -5 m sont très souvent tapissés d'herbiers à *Thalassia testudinum*, plus rarement à *Syringodium filiforme*.

Les lagunes côtières et la mangrove environnante ont, depuis longtemps, été citées comme éléments majeurs dans le cycle biologique de certaines espèces ichthyologiques (LASSERRE et TOFFART, 1976). D'après LOUIS (1983), 14 % des espèces y vivent de façon sédentaire alors que 86 % des espèces, d'origine récifale ou pélagique, n'y séjournent que temporairement. Parmi ces espèces migrantes 53 % y cherchent refuge et nourriture lors de leur phase juvénile, 31 % y viennent adultes en quête de proies et enfin 2 % s'y reproduisent.

Les herbiers de par leur position géographique intermédiaire entre les récifs et la haute mer d'une part, et la mangrove et les lagunes d'autre part, sont

le lieu de passage privilégié pour ces espèces migrantes.

2.2. Acquisition des données

La première phase de l'étude a consisté à rechercher dans le lagon, des zones d'herbiers à *Thalassia* couvrant au maximum les caractéristiques environnementales énoncées dans l'introduction. Sur carte, 20 sites ont été choisis et une étude de l'habitat a porté sur les paramètres suivants : substrat, densité des plants (nombre de pieds de *Thalassia* au m^2 , estimé sur 16 quadrats de $0,25 m^2$ chacun), biomasse foliaire (exprimée en poids sec du matériel végétal sans les racines, prélevé sur 4 quadrats de $0,25 m^2$ chacun), longueur des feuilles (mesurée sur 30 pieds de *Thalassia* prélevés).

L'agitation de l'eau a été estimée en posant une boule de plâtre de poids connu à 20 cm du fond de chaque station et en relevant cette boule après quelques jours d'érosion. La différence de poids obtenue est un bon indicateur d'agitation.

Compte tenu de ces premiers résultats et des contraintes liées à la technique de pêche (profondeur, présence gênante de corail), 11 stations d'échantil-

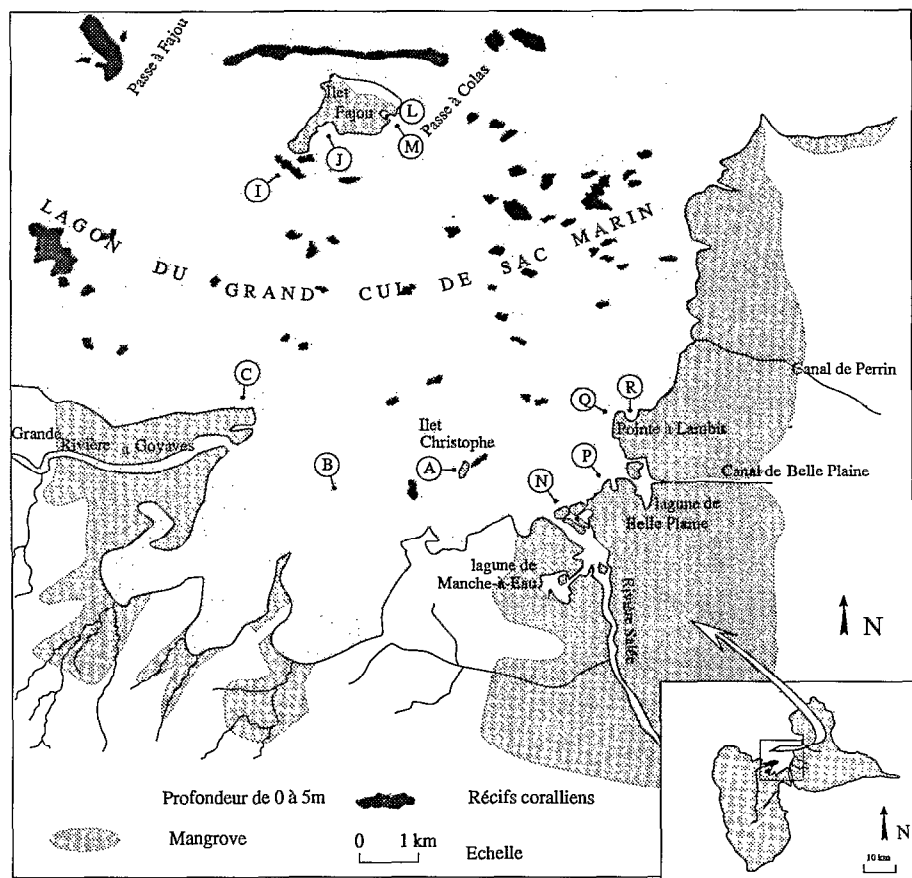


FIG. 2. — Le lagon du Grand Cul-de-Sac Marin (emplacement des stations d'échantillonnage). *The Grand Cul-de-Sac Marin lagoon (sampling stations).*

lonnage ont été retenues, réparties selon les trois tendances géographiques suivantes (fig. 2) :

- proximité des récifs coralliens frangeants (I, J, L, M), à l'îlet Fajou,
- proximité de la mangrove côtière (N, P, Q, R, réparties de l'embouchure de la Rivière Salée à la Pointe à Lambris),
- proximité des rivières (C), à l'embouchure de la Grande Rivière à Goyaves ; et 2 stations de position intermédiaire : A (îlet Christophe) et B.

À l'exception de la station L, où l'herbier est maintenant pratiquement inexistant du fait d'un envasement important du fond, toutes les stations sont colonisées par un herbier à *Thalassia testudinum*. La station C et, dans une moindre part, la station A, présentent un herbier mixte composé de *Thalassia testudinum* et de *Syringodium filiforme*.

Les profondeurs varient de 1 m à 1,50 m.

Pour obtenir des données du peuplement ichtyologique comparables d'un échantillon à l'autre, un seul engin de pêche a été utilisé. Le plus approprié dans les conditions présentes est la senne de plage (filet de 2 m de hauteur constitué de 2 ailes de 25 m de long chacune et de 6 mm de vide de maille, et d'une poche centrale de 5 m de profondeur et de 3 mm de vide de maille). L'étroit maillage de ce filet permet de capturer les poissons de très petite taille (jusqu'à 15 mm), c'est-à-dire au stade juvénile, pour la plupart des espèces tropicales rencontrées.

Les prélèvements ont été effectués mensuellement, dans toutes les stations, entre août 1987 et juillet 1988. L'influence de la lune sur les pêches étant empiriquement admise par les pêcheurs locaux et démontrée dans les Caraïbes pour le transport du plancton et la variabilité du recrutement (STONER et LOPEZ, 1985 ; STONER, 1986), il paraissait indispensable, pour que le caractère comparatif des échantil-

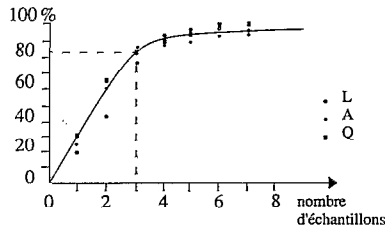


FIG. 3. — Pourcentage cumulé d'espèces capturées au cours d'une série de prélèvements (dans les stations L, A et Q).
Cumulative percentage of species caught during consecutive collections (at the stations L, A and Q).

lons subsiste, de prélever toujours lors de la même phase du cycle lunaire. Il fut décidé, en accord avec les travaux de ces auteurs, de travailler pendant la phase susceptible de fournir la plus forte densité en poissons, c'est-à-dire lors du dernier quart du cycle.

Avant de débiter l'échantillonnage, une série de coups de senne successifs a été menée dans 3 stations de site géographique différent (A, L et Q), afin de déterminer l'effort d'échantillonnage minimal nécessaire pour atteindre un pourcentage d'espèces satisfaisant (fig. 3). Ces résultats font apparaître que 3 coups de senne successifs permettent raisonnablement d'obtenir 80 % du nombre des espèces vulnérables présentes et constitueront l'unité d'échantillonnage.

Au laboratoire, les poissons ont été identifiés, dénombrés, mesurés et pesés, soit individuellement, soit, lorsque le nombre était trop important, par classes de taille.

Les données hydrologiques ont été mesurées, à chaque campagne de pêche, à l'aide d'une sonde multiparamètres (HORIBA), il s'agit de la température (°C), du pH, de la concentration en oxygène dissous (mesurée en mg/l puis exprimée en pourcentage de saturation) et de la salinité (mesurée en mS et calculée par la suite en partie pour mille, ‰).

2.3. Analyse des données

En premier lieu et pour vérifier l'hypothèse d'une hétérogénéité des facteurs de l'environnement, les paramètres physico-chimiques (température, oxygène dissous, pH, salinité) et les caractéristiques de l'herbier à *Thalassia* (densité, longueur et biomasse) feront l'objet d'un test entre les stations. Le faible effectif des données (jusqu'à 4 pour la biomasse foliaire) impose un test exempt des conditions de normalité et pour cette raison on utilisera le test non paramétrique de Kruskal-Wallis. Lorsque l'hypo-

thèse d'homogénéité des stations est rejetée, le test de comparaison multiple permet d'établir les échantillons responsables de l'hétérogénéité (pour le détail des calculs se référer à SCHERRER, 1984).

En ce qui concerne l'ichtyofaune, l'analyse peut porter sur 2 niveaux de connaissance, soit à partir d'indices globaux, caractérisant le peuplement sans considération nominative des espèces (analyse univariante), soit à partir de la liste faunistique (analyse multivariante).

2.3.1. ANALYSE DES INDICES GLOBAUX

Le peuplement ichthyologique prélevé par station et par mois peut être caractérisé par 4 indices :

- * la richesse spécifique (R_s), qui représente le nombre total d'espèces. Cet indice donne une idée de la variété des niches écologiques d'une station ;
- * la biomasse totale prélevée sur la station : W ;
- * la diversité spécifique (H), calculée selon la formule de SHANNON et WEAVER (1963). Elle a été appliquée par WILHM (1968) sur des données de biomasses.

$$H = -\sum p_i \log_2 p_i$$

avec $p_i = w_i/W$

w_i = biomasse de l'espèce i ($W = \sum w_i$)

H est maximale quand toutes les espèces sont également représentées dans l'échantillon ;

- * l'indice de régularité de PIELOU (1966), E (encore appelée par certains auteurs équitabilité) :

$$E = H/H_{\max} = H/\log_2 R_s$$

E traduit la qualité d'organisation d'une communauté, il vaut 0 quand une seule espèce domine et 1 quand toutes les espèces ont même abondance.

La comparaison des stations a portée sur ces indices globaux en appliquant aux 12 valeurs mensuelles le test non paramétrique de Kruskal-Wallis.

2.3.2. ANALYSE DES LISTES FAUNISTIQUES

L'analyse se voulant strictement spatiale et afin d'éliminer la variabilité temporelle, les données sont cumulées sur l'année. Cela permet pour chaque station d'exprimer le peuplement ichthyologique soit par sa composition spécifique (variable binaire de présence-absence), soit par la constance des espèces (nombre de prélèvements où l'espèce a été rencontrée sur l'ensemble des échantillons de l'année, autrement appelée taux d'occurrence ; variable quantitative), soit enfin par l'abondance des espèces (biomasse, élevée à la puissance 1/4, transformation préalable conseillée par FIELD *et al.*, 1982 ; variable quantitative) ; chaque niveau apportant un complément d'information sur la structure des données.

Les tableaux « espèces x stations » ainsi obtenus permettent une analyse multidimensionnelle dont les étapes de calcul suivent le schéma suivant :

— la première étape consiste au calcul d'un coefficient de similarité entre les stations. Le choix de ce coefficient dépend du type de variable à traiter :

* pour les variables binaires, on utilisera le coefficient de communauté de JACCARD (1900, 1908) :

$$S_j = a/(a + b + c)$$

où a : nombre d'espèces communes aux 2 observations

b : nombre d'espèces présentes exclusivement dans l'observation 1

c : nombre d'espèces présentes exclusivement dans l'observation 2.

C'est un coefficient asymétrique, ne tenant pas compte de l'absence simultanée d'une espèce à 2 observations différentes. Il est préférentiellement utilisé lors des études spatiales, car l'absence d'une espèce à 2 stations d'échantillonnage ne peut être considérée comme indicateur de similarité (LEGENDRE et LEGENDRE, 1984).

* pour les variables quantitatives, on prendra le coefficient de Steinhaus (MOTYCA, 1947) :

$$S_{12} = 2 \sum \min(x_{i1}; x_{i2}) / \sum x_{i1} + \sum x_{i2}$$

où $\sum \min(x_{i1}; x_{i2})$: somme des minima d'abondance pour chaque espèce i

$\sum x_{i1}$: somme des abondances de l'observation 1

$\sum x_{i2}$: somme des abondances de l'observation 2.

Ce coefficient mesure le rapport entre la somme des valeurs minimales rencontrées dans les 2 observations, sur la moyenne des 2 observations. Équivalent à la distance de Bray-Curtis, il est très souvent employé en écologie numérique :

— dans la seconde étape, la matrice des coefficients de similarité fait l'objet d'une double analyse :

* une analyse en coordonnées principales, qui, par projection du nuage de points sur quelques axes principaux, permet de visualiser en espace réduit la structure des données,

* une classification des stations à l'aide d'un groupement flexible ($B = -0,25$).

L'analyse simultanée d'un complexe de données par ordination et groupement est préconisée maintenant par de nombreux auteurs (SNEATH et SOKAL, 1973; FIELD *et al.*, 1982; LEGENDRE et LEGENDRE, 1984). En effet, ces deux analyses, loin de s'opposer, se complètent avantageusement : la première respecte les relations de distance entre les objets mais, par projection, rend souvent obscure ces relations, la seconde permet à nouveau de séparer les objets en groupes homogènes.

Les résultats de l'analyse en coordonnées principales sont interprétables lorsque l'on peut donner une signification aux axes principaux. Les objets (ici les stations) pouvant être décrits à la fois par les axes (grâce aux coordonnées) et par les variables biologi-

ques ou environnementales, on peut apporter une signification aux axes, en corrélant les coordonnées (indices de variabilité des objets) et les variables pouvant potentiellement expliquer cette variabilité. Un test non paramétrique de corrélation de rang est plus approprié, on utilise dans ce cas le test τ de Kendall, qui permet de mettre en évidence toute relation monotone, linéaire ou non, entre variables quantitatives ou semi-quantitatives (schéma de traitement préconisé par FERRARIS, 1983).

Le calcul des indices d'association, les groupements et l'analyse en coordonnées principales sont réalisés par le progiciel «R» de Legendre et Vaudor (1).

3. RÉSULTATS

3.1. Caractéristiques de l'environnement

Rappelons ici, que la station L, avec une couverture végétale *quasi* inexistante n'a pu faire l'objet d'une étude d'herbier.

Le récapitulatif des résultats a été reporté dans l'annexe 1.

Le test de Kruskal-Wallis, appliqué aux valeurs de densité de plants, de biomasse foliaire et de longueur des feuilles conclut pour chaque variable à une différence significative entre les stations (au risque $\alpha < 0,01$). Le test multiple fait ressortir les discontinuités suivantes :

— biomasse : $A = C < I = M = N = J = R = P = Q = B$

— densité : $A < J = N < R < C = P = Q = B < I = M$

— longueur : $M = I < C < B < Q < J = A = R < N < P$

Bien que le test de corrélation de Kendall ne conclut pas à une liaison significative entre ces 3 variables, on admettra que la biomasse est une résultante de la densité et de la longueur des feuilles, et que le résultat des deux dernières variables permet d'affiner celui de la première.

C'est ainsi que l'on peut, à l'intérieur du site échantillonné, distinguer 3 groupes d'herbiers plus ou moins riches en matériel végétal :

— le groupe Q-B : où la forte biomasse résulte d'une distribution dense des plants, accompagnée d'une bonne hauteur moyenne (zone à forte potentialité en ressource nutritionnelle et protection),

(1) Logiciel accessible auprès des auteurs, Département des sciences biologiques, Université de Montréal, CP 6128, succursale A, Montréal (Québec) H3C 3J7.

— le groupe I-M-N-J-R-P : de biomasse moyenne, peut être subdivisé en 2 sous-groupes :

* I-M, caractérisé par une faible hauteur, en partie compensée par une forte densité (zone à ressource nutritionnelle moyenne et faible protection),

* N-J-R-P, qui présente au contraire une faible densité compensée par une forte hauteur de feuilles (zone à ressource nutritionnelle moyenne et bonne protection),

— enfin le groupe C-A, qui, malgré une bonne densité pour C et une bonne hauteur pour A, présente une très faible biomasse (zone à faible ressource nutritionnelle et protection).

Pour ne pas comparer des mesures physico-chimiques relevées à des heures différentes de la journée, une correction a été apportée aux données brutes ramenant les mesures, en particulier celles de la température, de l'O₂ dissous et du pH, à 11 h. Les estimations ont été calculées à partir d'une courbe de variation tracée grâce au suivi horaire de ces paramètres.

La température (T°) a varié selon les mois et les stations, de 25,6 °C à 31,9 °C, et malgré une tendance apparente de valeurs plus chaudes sur la côte (pour N, A, P, Q et R, T° moyenne comprise entre 29,0 et 29,5 °C) et plus froide vers la barrière de récifs (pour I, L et M, T° moyenne comprise entre 28,6 et 28,8 °C), le test de Kruskal-Wallis ne donne pas de différence significative entre les stations (au risque $\alpha < 5\%$), aussi ce paramètre ne sera pas intégré dans les analyses ultérieures.

Pour la salinité, le test conclut à une différence significative entre les stations (au risque $\alpha < 5\%$), mais avec seulement C différente de toutes les autres stations. Les valeurs moyennes s'échelonnent de 35,0 à 36,2 ‰ et C présente le minimum à 34,8 ‰. Les

stations de plus fortes variations sont N et P (5 ‰), mais ceci est dû essentiellement à un événement ponctuel intervenu en novembre 1987 où de fortes pluies avaient précédé les pêches (les salinités avaient alors chuté à 30-32 ‰). Globalement ces variations restent faibles, confirmant les conditions d'un milieu largement ouvert sur la mer, assez éloignées de celles des lagunes côtières où la salinité peut chuter à 24 ‰ (d'après LOUIS, 1983).

Le pH, variant de 8,2 à 8,4, ne présente pas de différence significative entre les stations et ne sera donc pas pris en compte dans les tests ultérieurs.

L'oxygène dissous, exprimé en pourcentage de saturation, varie en moyenne entre 93 et 137 ‰. Les stations sont significativement différentes ($\alpha < 1\%$) et l'on observe les discontinuités suivantes :

$$L = N < P = R < A < M = B = I = J = Q = C$$

Les plus faibles valeurs sont observées dans les stations L (93 ‰), N (102 ‰), P (105 ‰), R (106 ‰) et A (115 ‰), correspondant à des zones de faible agitation ou pauvre en biomasse végétale. De la même façon, les plus fortes valeurs sont observées dans les zones fortement agitées ou riches en matériel végétal C et Q (137 ‰), I et J (130 et 131 ‰), enfin M et B (122 et 121 ‰).

Le test de corrélation de Kendall, appliqué sur les variables de l'environnement (tabl. I), conclut à des corrélations significatives entre la salinité, et la variable distance-côte ainsi qu'entre la longueur des feuilles de *Thalassia* et l'agitation de l'eau.

3.2. Faune ichtyologique

En un an, 78 espèces ont été rencontrées représentant 34 familles, parmi lesquelles les Pomadasydidae (6 espèces), les Lutjanidae (6), les Serranidae (5) et

TABLEAU I
Coefficients de corrélation de Kendall entre variables de l'environnement
Kendall correlation coefficient between environmental variables

Variables	Agitation	Salinité	O ₂ dissous	Densité	Longueur	Biomasse
Distance-côte	0,52*	0,74**	0,32	0,11	-0,50	-0,11
Agitation		0,35	0,50	0,24	-0,69**	-0,07
Salinité			0,20	0,34	-0,39	0,07
O ₂ dissous				0,30	-0,61*	-0,09
Densité					-0,48	0,18
Longueur						0,09

* = P < 0,05 ; ** = P < 0,01; n = 10 (la station L est écartée car elle ne possède pas de données sur l'herbier)

les Scaridae (5) sont les mieux représentées en nombre d'espèces (cf. liste des espèces, tabl. II).

La faune ichthyologique sera, rappelons-le, analysée selon 2 approches :

— à partir d'indices synthétiques, sur lesquels un test de comparaison non paramétrique permettra de mettre en évidence des disparités entre stations (analyse univariante),

TABLEAU II

Liste des espèces rencontrées dans les herbiers du Grand Cul-de-Sac Marin, et leur code associé
List of species collected in the seagrass beds of Grand Cul-de-Sac Marin, and the associated code

4	ALBULIDAE <i>Albula vulpes</i> (Linnaeus, 1758)	51	MULLIDAE <i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)
5	CLUPEIDAE <i>Harengula humeralis</i> (Cuvier, 1829)	52	GERREIDAE <i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)
6	<i>Harengula jaguana</i> (Poey, 1865)	53	<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird et Girard, 1854
7	ENGRAULIDAE <i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann et Marsh, 1902)	54	<i>Eucinostomus gula</i> (Cuvier et Valenciennes, 1830)
8	SYNODONTIDAE <i>Synodus intermedius</i> (Spix, 1829)	55	<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)
10	HEMIRAMPHIDAE <i>Hemiramphus brasiliensis</i> (Linnaeus, 1758)	57	BOTHIDAE <i>Citharichthys</i> sp.
13	AULOSTOMIDAE <i>Aulostomus maculatus</i> Valenciennes, 1842	58	SOLEIDAE <i>Achirus</i> sp.
14	SYNGNATHIDAE <i>Cosmocampus elucens</i> Poey, 1868	59	SCORPAENIDAE <i>Scorpaena grandicornis</i> Cuvier et Valenciennes, 1829
17	<i>Hippocampus reidi</i> Ginsburg, 1933	62	CHAETODONTIDAE <i>Chaetodon capistratus</i> Linnaeus, 1758
18	Holocentridae <i>Holocentrus ascensionis</i> (Osbeck, 1765)	63	<i>Chaetodon ocellatus</i> Bloch, 1787
19	<i>Holocentrus rufus</i> (Walbaum, 1792)	64	<i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus, 1758
20	ATHERINIDAE <i>Atherinomorus stipes</i> (Müller et Troschel, 1848)	65	POMACENTRIDAE <i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)
21	SPHYRAENIDAE <i>Sphyraena barracuda</i> (Walbaum, 1792)	66	<i>Stegastes leucostictus</i> (Müller et Troschel, 1848)
22	SERRANIDAE <i>Alphestes afer</i> (Bloch, 1793)	67	LABRIDAE <i>Halichoeres bivittatus</i> (Bloch, 1791)
24	<i>Epinephelus guttatus</i> (Linnaeus, 1758)	69	<i>Halichoeres radiatus</i> (Linnaeus, 1758)
25	<i>Epinephelus striatus</i> (Bloch, 1792)	72	<i>Lachnolaimus maximus</i> (Walbaum, 1792)
26	<i>Hypoplectrus puella</i> (Cuvier et Valenciennes, 1828)	73	SCARIDAE <i>Cryptotomus roseus</i> Cope, 1871
27	<i>Serranus flaviventris</i> (Cuvier et Valenciennes, 1829)	74	<i>Scarus iserti</i> Bloch, 1789
28	GRAMMISTIDAE <i>Rypticus randalli</i> (Courtenay, 1967)	75	<i>Sparisoma chrysopterum</i> (Bloch et Schneider, 1801)
29	CARANGIDAE <i>Caranx bartholomaei</i> (Cuvier et Valenciennes, 1833)	76	<i>Sparisoma radians</i> (Cuvier et Valenciennes, 1839)
30	<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1829	77	<i>Sparisoma viride</i> (Bonnaterre, 1788)
31	<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch et Schneider, 1801)	78	CLINIDAE <i>Labrisomus nuchipinnis</i> (Quoy et Gaimard, 1824)
32	<i>Selar crumenophthalmus</i> (Bloch, 1793)	79	<i>Malacotenus sp1</i>
33	LUTJANIDAE <i>Lutjanus analis</i> (Cuvier et Valenciennes, 1828)	80	<i>Malacotenus sp2</i>
34	<i>Lutjanus apodus</i> (Walbaum, 1792)	83	GOBIIDAE <i>Bathygobius soporator</i> (Cuvier et Valenciennes, 1837)
35	<i>Lutjanus griseus</i> (Linnaeus, 1758)	84	<i>Coryphopterus glaucofraenum</i> Gill, 1863
36	<i>Lutjanus mahogoni</i> (Cuvier et Valenciennes, 1828)	85	<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)
37	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	88	ACANTHURIDAE <i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855
38	<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	89	<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)
39	POMADASYIDAE (= HAEMULIDAE) <i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier et Valenciennes, 1830	90	MONACANTHIDAE <i>Aluterus scriptus</i> (Osbeck, 1765)
40	<i>Haemulon bonariense</i> Cuvier et Valenciennes, 1830	91	<i>Monacanthus ciliatus</i> (Mitchill, 1818)
41	<i>Haemulon chrysargyreum</i> Günther, 1859	93	OSTRACIONTIDAE <i>Lactophrys trigonus</i> (Linnaeus, 1758)
42	<i>Haemulon flavolineatum</i> (Desmarest, 1823)	94	TETRAODONTIDAE <i>Sphaeroides greeleyi</i> Gilbert, 1900
43	<i>Haemulon plumieri</i> (Lacépède, 1802)	95	<i>Sphaeroides nephelus</i> (Goode et Bean, 1882)
44	<i>Haemulon sciurus</i> (Shaw, 1803)	96	<i>Sphaeroides spengleri</i> (Bloch, 1785)
45	SPARIDAE <i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linnaeus, 1758)	97	<i>Sphaeroides testudineus</i> (Linnaeus, 1758)
46	<i>Calamus bajonado</i> (Bloch et Schneider, 1801)	98	CANTHIGASTERIDAE <i>Canthigaster rostrata</i> (Bloch, 1792)
47	SCIAENIDAE <i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1829)	99	DIODONTIDAE <i>Chilomycterus antennatus</i> (Cuvier, 1818)
49	<i>Odontoscion dentex</i> (Cuvier et Valenciennes, 1830)	100	<i>Diodon holacanthus</i> Linnaeus, 1758

TABLEAU III

Richesse spécifique des 11 stations du Grand Cul-de-Sac Marin
Species richness at the 11 stations of Grand Cul-de-Sac Marin

Stations	A	B	C	I	J	L	M	N	P	Q	R
Rs globale	45	36	30	34	41	26	27	41	45	40	28
Rs moy.	17	11	10	12	17	11	11	14	20	13	11
C.V. (%)	21	54	26	29	21	12	15	27	12	12	20
min - max	11 - 21	4 - 24	7 - 15	8 - 17	11 - 22	8 - 13	7 - 12	10 - 21	16 - 25	7 - 19	8 - 16

Rs globale : richesse cumulée sur les 12 mois de l'année.

Rs moy. : moyenne des richesses mensuelles, avec C.V., le coefficient de variation.

min.-max. : richesse mensuelle minimale et maximale rencontrées sur l'année.

Rs globale : cumulative richness over 12 months.

Rs moy. : mean of richness, and C.V., coefficient of variation.

min.-max. : minimum and maximum of richness observed throughout the year.

— à partir de la liste spécifique, pour mettre en évidence les espèces caractéristiques des stations (analyse multivariable).

3.2.1. INFORMATION SYNTHÉTIQUE DES INDICES ET DES VARIABLES GLOBALES

La richesse spécifique (Rs) est un bon indicateur de la capacité d'accueil d'une station (tabl. III). Intégrée sur l'année, c'est-à-dire en comptabilisant pour chaque station le nombre d'espèces rencontrées lors des 12 mois d'échantillonnage, elle permet d'estimer le potentiel de la capacité d'accueil. Elle est importante pour les stations A, J, N, P, Q (Rs globale ≥ 40), faible pour L, M, R (Rs globale < 30) et moyenne pour B, C, I (Ts globale comprise entre 30 et 36).

La richesse spécifique mensuelle donne, quant à elle, une estimation de la capacité d'accueil « instantanée » de la station. C'est ainsi que ponctuellement B et P se sont montrées les plus riches (respectivement, 24 et 25 espèces) mais aussi B s'est montré la plus pauvre avec seulement 4 espèces (C.V. = 54 %).

Ces valeurs mensuelles, soumises au test de Kruskal-Wallis, conduisent à une différence significative (au risque $\alpha < 1\%$), mais avec peu de disparité entre les stations :

$$C = L = M = B = R = I = Q = N < A = J < P$$

Exceptées A, J et P pour lesquelles les variétés de niches sont plus fortes aussi bien d'un point de vue « ponctuel » que global sur l'année, les stations peuvent être considérées comme présentant une capacité d'accueil équivalente.

TABLEAU IV

Diversités (H) et régularités (E) observées dans les 11 stations Hmoy et Emoy : moyennes sur 12 mois, avec C.V., le coefficient de variation. min.-max. : valeur mensuelle minimale et maximale rencontrées sur l'année

Diversity (H) and equitability (E) observed at the 11 stations. Hmoy et Emoy : means of the 12 months, and C.V., coefficient of variation. min.-max. : minimum and maximum observed throughout the year

Stations	A	B	C	I	J	L	M	N	P	Q	R
H moy.	2,7	1,6	2,2	2,4	3,1	1,5	2,1	2,1	2,8	1,9	2,3
C.V. (%)	8,5	35	24	27	13	34	20	24	11	34	13
min - max	2,2 - 3,1	0,6 - 2,3	1,2 - 3,0	1,1 - 3,3	2,2 - 3,7	0,8 - 2,3	1,4 - 2,8	0,8 - 2,9	2,3 - 3,3	0,9 - 3,1	1,9 - 2,8
E moy.	0,67	0,5	0,65	0,7	0,76	0,44	0,61	0,6	0,65	0,5	0,66
C.V. (%)	5	26	17	16	10	34	23	6	11	27	15
min - max	0,63-0,74	0,27-0,71	0,38-0,78	0,46-0,87	0,60-0,85	0,21-0,65	0,25-0,40	0,53-0,67	0,54-0,78	0,27-0,72	0,51-0,80

TABLEAU V
Biomasses observées dans les 11 stations
Biomass collected in the 11 stations

Stations	A	B	C	I	J	L	M	N	P	Q	R
W totale (g)	20885	18698	13768	8099	10944	71620	6228	24796	30873	24556	16722
W moy. (g)	1740	1558	1147	675	912	5968	525	2066	2572	2046	1394
C.V. (%)	42	115	104	81	55	47	71	47	57	52	30
min -	775 -	606 -	115 -	166 -	379 -	2330 -	65 -	661 -	998 -	558 -	792 -
max	2830	5951	4431	1832	2118	12052	1218	4325	5673	4045	2203

Wtotale : biomasse totale prélevée sur l'année.

Wmoy. : moyenne des biomasses mensuelles, avec C.V., le coefficient de variation.

min.-max. : biomasse mensuelle minimale et maximale rencontrées sur l'année.

Wtotale : cumulative richness over 12 months.

Wmoy. : mean biomass, and C.V., coefficient of variation.

min.-max. : minimum and maximum biomass observed throughout the year.

En terme de diversité ou de régularité (tabl. IV), les différences s'accroissent, et le test, appliqué aux valeurs mensuelles de régularité (significatif à $\alpha < 1\%$), aboutit au regroupement suivant :

$$L = B = Q < M = N = P = R = C = I = A < J$$

Les stations B, L et Q sont dites peu matures, car colonisées par quelques espèces dominantes (diversité moyenne ≤ 2 et régularité moyenne $\leq 0,5$). Ces mêmes stations ont d'ailleurs présenté des régularités mensuelles très basses, 0,21 pour L, 0,27 pour Q et 0,28 pour B.

Les stations M, N, P, R, C, I et A ne présentent pas de différence de régularité (E moyen compris entre 0,60 et 0,67).

Enfin J, de régularité moyenne de 0,76, ressort comme une station particulièrement riche et diversifiée.

La répartition de la biomasse prélevée selon les stations est reportée dans le tableau V (au total plus de 247 kg péchés).

Presque 30 % de la biomasse totale a été récoltée dans une seule station, L. Les stations A, B, C, N, P, Q, R, y participent pour, chacune, entre 5 et 12 % ; I, J, M pour moins de 5 %.

De l'observation des valeurs moyennes et du coefficient de variation associé, il ressort que la biomasse de L est non seulement forte (en moyenne 2 à 10 fois plus que les autres stations), mais relativement constante sur l'année (C.V. $< 50\%$).

Le test appliqué aux biomasses mensuelles (différence significative au risque $\alpha < 1\%$), conduit à une classification des stations encore plus contrastée que pour les autres indices :

$$M = I < J = C < B = R < A = Q = N < P < L$$

Les premiers résultats de l'analyse univariable nous conduisent à faire les groupes de stations suivants :

— les stations de richesse moyenne marquées par la dominance de quelques espèces : c'est le cas de L, abritant des espèces à fort impact pondéral et peu fluctuant (probablement des bancs résidents); de Q, avec des bancs de plus faible importance; et de B, de peuplement très fluctuant en richesse et en abondance (probablement de bancs de passage),

— les stations de richesse moyenne mais de peuplement plus homogène : c'est le cas de M et I, de faible biomasse mais fluctuante (espèces migrants seules ou en petits groupes); de N et R, de biomasse assez stable (forte pour N, moyenne pour R); et de C, de biomasse très fluctuante,

— les stations riches, équilibrées et, de plus, stables (C.V. pour Rs, H et E, les plus faibles), représentatives de milieux très matures : J, de faible biomasse; A et P, de forte biomasse.

Le test de corrélation de Kendall nous permet ici aussi de ressortir les liaisons significatives entre les variables de l'environnement et les indices relatifs à l'ichtyofaune (tabl. VI) : la longueur des feuilles de *Thalassia* est corrélée positivement à la richesse spécifique globale et moyenne, et à la biomasse; l'agitation est corrélée négativement à la richesse spécifique moyenne et à la biomasse; enfin la variable distance-côte et la salinité sont corrélées négativement à la biomasse ichtyologique.

3.2.2. INFORMATION SPÉCIFIQUE

La composition spécifique et le taux d'occurrence de chaque espèce ont été reportées dans l'annexe 2. Les résultats de l'analyse multivariée appliquée sur ce tableau sont reportés dans la figure 4 lorsque

TABLEAU VI

Coefficients de corrélation de Kendall entre les variables de l'environnement et les indices de l'ichtyofaune
Kendall correlation coefficients between environmental variables and ichthyofaunal indices

variables	(wij)	H moy	E moy	Rs globale	Rs moy
distance	-0,63*	-0,13	0,33	-0,16	0,00
agitation	-0,56*	-0,24	-0,05	-0,42	-0,51*
salinité	-0,54*	-0,02	-0,16	-0,18	-0,05
O2 dissous	-0,36	-0,11	0,07	-0,28	-0,28
densité	-0,22	-0,20	-0,26	-0,41	-0,33
longueur	0,67**	0,20	0,02	0,60**	0,52*
biomasse	0,20	-0,31	-0,41	-0,02	-0,02

* = $P < 0,05$; ** = $P < 0,01$; $n = 10$ (la station L est écartée car elle ne possède pas de données sur l'herbier)

(wij) : biomasse totale prélevée sur chaque station.

Hmoy et Emoy : diversité et régularité moyennes observées pour chaque station.
 densité, longueur et biomasse : paramètres des feuilles de *Thalassia*.

(wij) : total biomass collected at each station.

Hmoy et Emoy : mean diversity and mean equitability observed at each station.

densité, longueur et biomasse : shoot density, length and biomass of leaves of *Thalassia*.

l'espèce est exprimée en terme de présence-absence, dans la figure 5 lorsque l'espèce est exprimée en terme de constance.

L'analyse au niveau de la composition spécifique et non plus seulement en terme de capacité d'accueil, fait ressortir de fortes disparités entre les stations.

La station L, par exemple, se détache complètement des autres stations et apparaît ici comme une station très originale. Le peuplement qui la caracté-

rise, que ce soit en terme de présence-absence ou en terme de constance, est très différent de ceux des autres stations.

Les groupes I-M-J, A-N-P et B-C-R deviennent également totalement dissociés. Seule la station Q est partagée entre 2 groupes, elle est associée à A-N-P dans la figure 4 et à B-C-R dans la figure 5. Cela laisse supposer que les espèces qui l'habitent sont pratiquement celles de A, N ou P, mais ses espèces

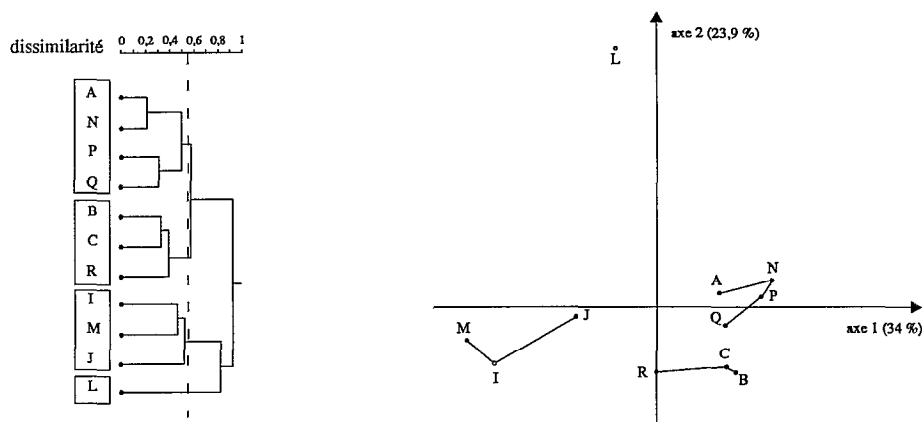


FIG. 4. — Groupement flexible ($\beta = -0,25$) et ordination en coordonnées principales des 11 stations, exprimées en terme de présence-absence (matrice d'association calculée par le coefficient de Jaccard). *Flexible clustering ($\beta = -0,25$) and principal coordinate analysis of the 11 stations described by presence-absence data (association matrix calculated with Jaccard's coefficient).*

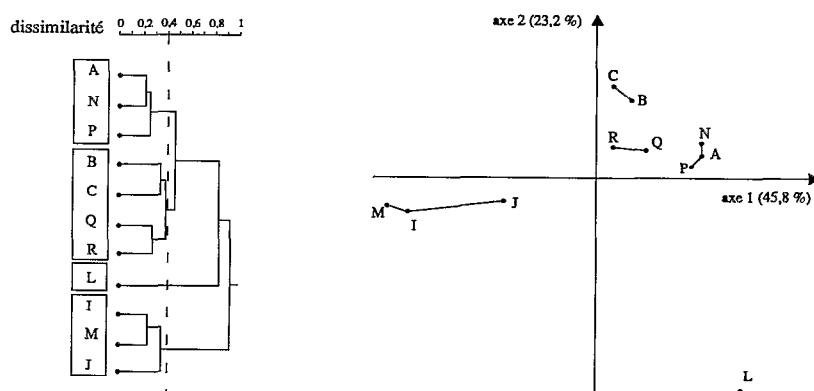


FIG. 5. — Groupement flexible ($\beta = -0,25$) et ordination en coordonnées principales des 11 stations, exprimées en terme de constance (matrice d'association calculée par le coefficient de Steinhaus). Flexible clustering ($\beta = -0,25$) and principal coordinate analysis of the 11 stations described by frequencies (association matrix calculated with Steinhaus' coefficient).

communes à B, C et R, même si elles sont moins nombreuses, présentent une constance d'apparition prépondérante.

Si l'on excepte la station L, la représentation en espace réduit montre que l'axe de plus grande variabilité (l'axe 1 reproduisant 34 % de la variabilité dans le cas de présence-absence et 45,8 % dans le cas de la constance des espèces), sépare les stations proches de la côte, des stations proches de la barrière récifale. Une liaison significative, mise en évidence par le test de Kendall, entre la variable distance-côte et l'axe 1, confirme cette observation (tabl. VII).

Sur la figure 5 il est particulièrement net que l'on peut distinguer 4 groupes de stations. Les espèces présentant une liaison significative avec les axes (au risque $\alpha < 5\%$), sont représentées sur la figure 6.

La station L, qui est à la fois bien expliquée par l'axe 1 et l'axe 2 (position éloignée du centre) est essentiellement associée à des espèces pélagiques (*Harengula humeralis*, *Harengula jaguana*, *Oligoplites saurus*, *Caranx latus*) et à quelques espèces d'eau saumâtre (*Eucinostomus argenteus*, *Gobionellus oceanicus*, *Sphaeroides spengleri*).

Les stations I-J-M sont associées à une majorité

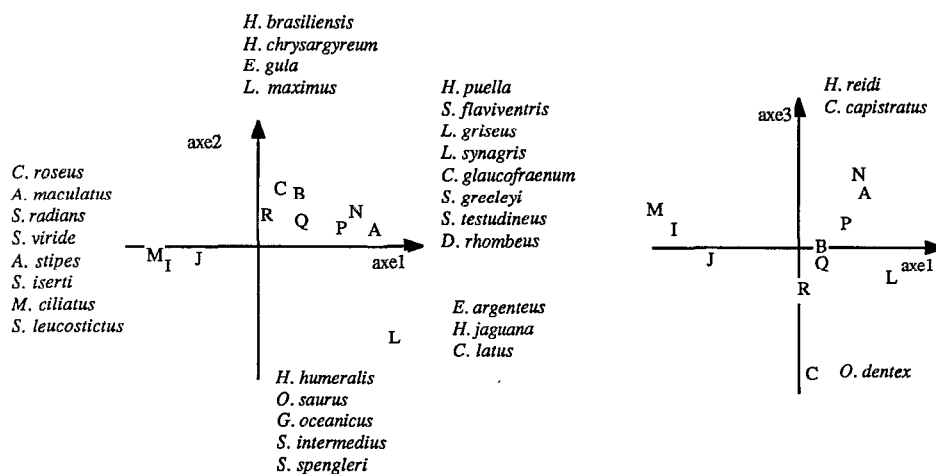


FIG. 6. — Ordination en espace réduit des 11 stations exprimées en terme de constance, avec les espèces liées aux axes 1, 2 et 3 (corrélations de Kendall). Ordination in reduced space of the 11 stations described by frequencies, and species correlated with axes 1, 2 and 3 (Kendall correlation).

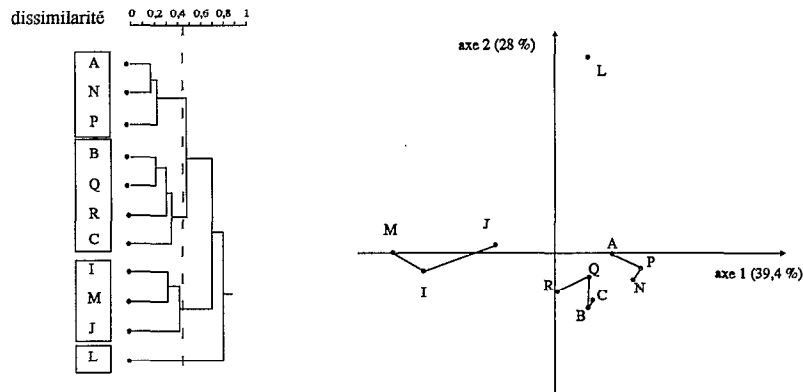


FIG. 7. — Groupement flexible ($\beta = -0,25$) et ordination en coordonnées principales des 11 stations, exprimées en terme de biomasse (matrice d'association calculée par le coefficient de Steinhaus). Flexible clustering ($\beta = -0,25$) and principal coordinate analysis of the 11 stations described by biomass (association matrix calculated with Steinhaus' coefficient).

d'espèces récifales (*Aulostomus maculatus*, *Atherinomoropus stipes*, *Cryptotomus roseus*, *Sparisoma radians*, *Sparisoma viride*, *Scarus iserti*, *Stegastes leucostictus*, *Monacanthus ciliatus*).

Les stations A-N-P sont associées à un peuplement plus composite d'espèces de mangrove ou d'eau saumâtre (*Sphaeroides testudineus*, *Sphaeroides greeleyi*, *Lutjanus griseus*, *Diapterus rhombeus*, *Coryphopterus glaucofraenum*), ou encore de juvéniles d'espèces récifales (*Lutjanus synagris*, *Hypoplectrus puella*, *Serranus flaviventris*).

Il est difficile de caractériser les espèces associées au 4^e groupe, car les 2 premiers axes ne permettent pas une discrimination nette de ces stations, qui apparaissent comme peu caractéristiques. Elles abri-

tent, en majorité, des espèces rencontrées sur l'ensemble du lagon, quelques espèces communes avec le groupe A-N-P (*Eucinostomus gula*, *Lachnolaimus maximus* et *Lutjanus apodus*) et n'ont de particulier que *Hemiramphus brasiliensis* et *Haemulon chrysargyreum* (liées positivement à l'axe 2). En revanche la représentation selon les axes 1 et 3 (fig. 6), qui laisse toujours B-Q-R très proches, permet de dégager assez nettement la station C et une espèce associée : *Odontoscion dentex* (espèce d'eau saumâtre). Elle permet aussi de compléter 2 espèces associées à A-N-P : *Chaetodon capistratus*, *Hippocampus reidi* (juvéniles d'espèces récifales).

Le relevé des biomasses spécifiques cumulées sur l'année (annexe 3), permet également de réaliser un

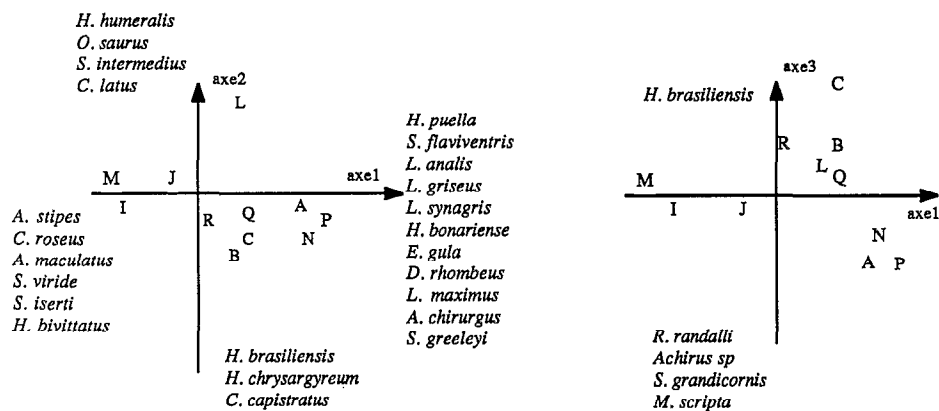


FIG. 8. — Ordination en espace réduit des 11 stations exprimées en terme de biomasse, avec les espèces liées aux axes 1, 2 et 3 (corrélations de Kendall). Ordination in reduced space of the 11 stations described by biomass, and species correlated with axes 1, 2 and 3 (Kendall correlation).

TABLEAU VII

Coefficients de corrélation entre les variables de l'environnement et les axes principaux de l'ordination (densité, longueur et biomasse : paramètres des feuilles de *Thalassia*)
 Correlation coefficients between environmental variables and the 3 principal axes of the ordination (shoot density, length and biomass : characteristics of leaves of *Thalassia*)

variables	Constance des espèces			Biomasse des espèces		
	axe1	axe2	axe3	axe1	axe2	axe3
distance	-0,56*	-0,26	-0,11	-0,57*	0,51*	-0,1
agitation	-0,36	-0,1	0,04	-0,38	0,04	0,3
salinité	0,42	-0,60*	-0,09	-0,52*	-0,13	-0,07
O2 dissous	-0,50*	0,09	0,22	-0,27	-0,2	0,06

* = P < 0,05

n = 11

groupement des stations. Le résultat de la classification et de l'ordination en espace réduit est reporté dans la figure 7. La typologie dégagée est très proche de la figure 5. Les groupes formés restent les mêmes, la variable distance-côte est toujours liée à l'axe 1 (tabl. VII), mais les espèces corrélées aux axes diffèrent légèrement (fig. 8).

Cette fois-ci L est totalement expliqué par l'axe 2, et les espèces associées sont : *Harengula humeralis*, *Oligoplites saurus*, *Caranx latus*, *Synodus intermedius*. Ces espèces, particulièrement *Harengula humeralis* qui se déplace en bancs importants, expliquent les très fortes biomasses observées dans cette station.

Le groupe I-M-J est toujours caractérisé par des espèces d'origine récifale (avec *Halichoeres bivittatus* en plus). Le groupe A-N-P se voit rajouter les espèces associées suivantes : *Lutjanus analis*, *Eucinostomus gula*, *Haemulon bonariense*, *Lachnolaimus maximus* et *Acanthurus chirurgus*.

L'axe 3 (8,8 % de la variance expliquée) permet également de séparer la station C (fig. 8) : mais avec l'espèce associée suivante : *Hemiramphus brasiliensis*.

Il apparaît des différences au niveau des espèces associées, car le traitement ne prenant plus en compte la constance mais la biomasse des espèces, tend à négliger les espèces de petite taille, qui ne ressortent plus dans les résultats et sont remplacées par des espèces de fortes biomasses.

La biomasse ichtyologique totale prélevée pour chaque station et la longueur moyenne des feuilles de *Thalassia* sont également corrélées positivement à l'axe 1 (tabl. VII).

4. DISCUSSION

La structure spatiale des stations définies, dans le lagon du Grand Cul-de-Sac Marin, selon les ensembles géographiques suivants : zone d'influence récifale (stations I, J, M, L à l'îlet Fajou), zone sous influence de la mangrove (stations N, P, Q, R), zone sous influence des rivières (station C) et les stations intermédiaires A et B, n'a pu être mise en évidence, par des descripteurs physiques tels que le pH, la température ou la salinité. Par contre l'oxygène, probablement lié à l'activité photosynthétique des herbiers et à l'agitation des eaux, permet de mettre en évidence une structure spatiale significative de même que certains descripteurs de l'herbier : biomasse foliaire, densité des plants et longueur des feuilles. Ces structures ne se superposent pas obligatoirement à la structure géographique initiale. Comme il existe une liaison significative entre la distance à la côte et la salinité, d'une part, et l'agitation et la longueur des feuilles, d'autres part, ces relations restent à définir et seront étudiées plus précisément au cours d'une prochaine publication.

Pour la faune ichtyologique, objet principal de la présente note, une structure spatiale a été mise en évidence, aussi bien avec les indices globaux, qu'avec la liste, la permanence ou l'abondance des espèces.

Contrairement aux facteurs de l'environnement, il y a, en général cohérence entre la structure spatiale géographique et celle du peuplement ichtyologique, qui permet de distinguer des stations du large (I, M, J), avec une communauté bien structurée (régulari-

té $> 0,61$), d'espèces à dominance récifale (*Aulostomus maculatus*, *Cryptotomus roseus*, *Sparisoma radians*, *Sparisoma viride*, *Scarus iserti*, *Slegasles leucostictus*, *Halichoeres bivittatus*), des stations côtières où se répartissent les stations dites de mangrove (A, N, P, avec *Sphaeroides testudineus*, *Sphaeroides greeleyi*, *Lutjanus griseus*, *Lutjanus analis*, *Haemulon bonariense*, *Diapterus rhombeus*, *Eucinostomus gula*, *Coryphopterus glaucofraenum*, *Chaetodon capistratus*, *Hippocampus reidi*, *Lachnolaimus maximus* et *Acanthurus chirurgus*), également bien structurées (régularité $> 0,60$), et les stations intermédiaires (B, C, Q, R), abritant une communauté mixte mangrove-récifale, moins structurée que les précédentes, proche à ce titre de la communauté de L (sans herbier), avec les régularités les plus faibles de l'ensemble de stations. Dans ce dernier groupe, seule C apparaît comme une station un peu originale, avec comme espèces associées *Odontoscion dentex* et *Hemiramphus brasiliensis*.

Les stations supportant les plus fortes biomasses sont celles dites de mangrove (A, N, P), qui s'opposent ainsi aux stations d'influence récifale (I, M, J), il en résulte une structure spatiale des biomasses cohérente avec le reste.

La proximité des récifs, déjà soulignée comme facteur important lors des migrations nyctémérales de poissons, se cachant dans les récifs de jour et venant se nourrir la nuit dans les herbiers (STARK, 1971; OGDEN et EHRLICH, 1977), joue également un rôle prépondérant dans la composition même du peuplement ichthyologique installé dans les herbiers.

Bien que les relations, leur nature et leur sens, restent à préciser, certains facteurs biotiques et abiotiques des habitats sont importants pour définir la structure spatiale du peuplement ichthyologique.

Aucune corrélation n'a été mise en évidence entre biomasse ou densité de l'herbier, et la faune ichthyologique. Il est même étonnant d'observer que les stations A, N, P, de richesse et de biomasse élevées, sont aussi caractérisées par une couverture en herbier particulièrement clairsemée et de faible biomasse. Il n'est donc pas confirmé au niveau de cette étude, ce qui a été établi d'une part chez les invertébrés épibenthiques (Hooks *et al.*, 1976; HECK et WETSTONE, 1977), d'autre part dans la communauté ichthyologique (STONER, 1983), à savoir que les herbiers à *Thalassia* contiennent d'autant plus d'espèces et en plus grand nombre qu'ils présentent de fortes biomasses végétales. Nous ne négligerons pas pour autant ces paramètres car parfois le phénomène est voilé par l'interférence d'autres paramètres. Il est par exemple possible que, comme le suggère ADAMS (1976), les poissons désertent dans la journée les eaux peu profondes, surchauffées et préfèrent y revenir la nuit où la température est plus douce.

En revanche, il existe une corrélation significative entre longueur des feuilles et richesse spécifique globale ($\alpha < 1\%$) ou moyenne sur l'année ($\alpha < 5\%$) et biomasse ($\alpha < 1\%$). Ceci tendrait à prouver que les herbiers les plus hauts, qui correspondent également aux zones les plus calmes, permettent d'abriter une plus grande variété d'espèces et une plus grande abondance aussi. La protection ainsi fournie jouerait donc aussi bien sur la richesse que sur la biomasse des peuplements ichthyologiques.

Ces herbiers, relativement riches (78 espèces), en comparaison d'autres travaux menés sur le même type d'habitat, en Floride (53 espèces, STONER, 1983), à Porto Rico (43 espèces, MARTIN et COOPER, 1981) ou équivalents à ceux du Golfe du Mexique (77 espèces, YANEZ-ARANCIBIA et LARA-DOMINGUEZ, 1983), montrent également des caractéristiques propres tout à fait intéressantes. Si, comme la plupart des herbiers caraïbéens, ils renferment une quantité importante de Gerridae (20 % de la biomasse totale prélevée), de faible intérêt commercial, ils présentent également une très forte quantité de juvéniles de Lutjanidae, en particulier, *Ocyurus chrysurus* (22 % de la biomasse totale), présent à toutes les stations, ainsi que 2 espèces de Carangidae (*Caranx latus*, *Oligoplites saurus*), 2 espèces de Serranidae (*Epinephelus guttatus*, *Epinephelus striatus*), 3 espèces de Pomadasyidae (*Haemulon plumieri*, *Haemulon sciurus*, *Haemulon flavolineatum*), 2 espèces de Sparidae (*Calamus bajonado*, *Archosargus rhomboidalis*), 1 espèce de Mullidae (*Pseudupeneus maculatus*), 1 espèce de Labridae (*Lachnolaimus maximus*), 3 espèces de Scaridae (*Sparisoma viride*, *Sparisoma chrysopteron*, *Sparisoma radians*) et 2 espèces d'Acanthuridae (*Acanthurus bahianus*, *Acanthurus chirurgus*), toutes présentes en phase juvénile et d'un intérêt commercial important.

L'importance des herbiers du Grand Cul-de-Sac Marin en tant qu'habitat d'accueil pour juvéniles de poissons est donc bien retrouvée ici. Ceci ressort tant en terme qualitatif — 40 % des espèces présentes sont des juvéniles d'intérêt commercial — que quantitatif —, ces espèces représentant 40 % de la biomasse totale.

REMERCIEMENTS

Nous remercions le Professeur Edwin BOURGET (université de Laval, Québec) pour la lecture critique du manuscrit.

Manuscrit accepté par le Comité des Éditions le 10 mai 1990

ANNEXES

ANNEXE 1

Récapitulatif des caractéristiques du milieu sur les 11 stations (les variables sont exprimées en moyenne $\pm$ l'écart-type)
Environmental characteristics at the 11 stations (means $\pm$ standard error)

Stations	A	B	C	I	J	L	M	N	P	Q	R
Substrat	vase	sable	vase	sable-coq	vase-coq	vase	sable-coq	vase	vase	sable-vase	vase
Dist. à la côte (km)	1,0	1,5	0,0	5,0	5,0	5,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Agitation	(+)	(+++)	(+++)	(++)	(++)	(++)	(+++)	(-)	(-)	(+)	(-)
<i>Thalassia testudinum</i>											
Densité de plants/m²	180 $\pm$ 80	480 $\pm$ 180	520 $\pm$ 240	640 $\pm$ 280	280 $\pm$ 120	-	640 $\pm$ 220	300 $\pm$ 150	540 $\pm$ 270	560 $\pm$ 200	400 $\pm$ 200
Poids sec foliaire(g/m²)	15 $\pm$ 7,2	132 $\pm$ 50	36 $\pm$ 6	54 $\pm$ 14	68 $\pm$ 30	-	58 $\pm$ 4	56 $\pm$ 14	76 $\pm$ 22	120 $\pm$ 36	70 $\pm$ 32
Longueur des feuilles (cm)	32 $\pm$ 7	25 $\pm$ 6	21,5 $\pm$ 9	16 $\pm$ 6	30 $\pm$ 5	-	17 $\pm$ 3,5	34 $\pm$ 4	41 $\pm$ 6	28 $\pm$ 4	32 $\pm$ 9
Température (°C)	29,3 $\pm$ 1,4	28,8 $\pm$ 1,4	29,1 $\pm$ 1,4	28,8 $\pm$ 1,6	29,0 $\pm$ 1,8	28,6 $\pm$ 1,6	28,5 $\pm$ 1,6	29,0 $\pm$ 1,3	29,4 $\pm$ 1,5	29,4 $\pm$ 1,6	29,6 $\pm$ 1,9
C.V.	4,7	4,9	4,6	5,4	6,2	5,6	5,6	4,6	5,2	5,4	6,3
min - max	27,2 - 31,4	26,6 - 30,5	26,9 - 30,8	26,1 - 30,6	26,0 - 31,2	25,6 - 30,7	26,0 - 30,4	26,6 - 31,1	26,8 - 31,3	26,7 - 31,4	26,8 - 31,9
Salinité (%)	36,0 $\pm$ 0,7	35,8 $\pm$ 0,8	34,8 $\pm$ 0,9	36,1 $\pm$ 1,0	35,9 $\pm$ 1,0	36,2 $\pm$ 0,7	36,2 $\pm$ 0,7	35,5 $\pm$ 1,8	35,0 $\pm$ 1,8	35,6 $\pm$ 0,9	35,6 $\pm$ 1,0
C.V.	2,0	2,1	2,5	2,9	3,0	2,0	1,9	5,1	5,1	2,4	2,8
min - max	34,8 - 37,2	34,7 - 37,0	33,2 - 36,5	34,1 - 37,5	33,9 - 37,6	35,0 - 37,3	35,3 - 37,5	30,0 - 36,7	32,1 - 36,7	33,6 - 36,7	33,5 - 37,0
pH	8,3 $\pm$ 0,2	8,4 $\pm$ 0,2	8,4 $\pm$ 0,2	8,4 $\pm$ 0,3	8,4 $\pm$ 0,3	8,3 $\pm$ 0,2	8,3 $\pm$ 0,2	8,2 $\pm$ 0,3	8,2 $\pm$ 0,3	8,3 $\pm$ 0,3	8,3 $\pm$ 0,3
C.V.	2,0	1,8	2,3	3,3	3,7	2,3	1,8	4,0	3,4	3,1	3,6
min - max	8,0 - 8,4	8,2 - 8,6	7,9 - 8,6	8,1 - 9	8,1 - 9,1	8,0 - 8,6	8,0 - 8,5	7,4 - 8,5	7,7 - 8,5	7,7 - 8,5	7,6 - 8,6
O₂ dissous (%saturation)	115 $\pm$ 12	121 $\pm$ 10	138 $\pm$ 19	131 $\pm$ 26	130 $\pm$ 21	93 $\pm$ 23	122 $\pm$ 15	102 $\pm$ 16	105 $\pm$ 23	137 $\pm$ 28	107 $\pm$ 31
C.V.	10	9	14	20	16	25	13	16	21	21	29
min - max	98 - 134	104 - 139	108 - 165	82 - 182	90 - 169	60 - 132	98 - 154	67 - 128	59 - 145	90 - 186	52 - 151

L'agitation est codée calme (—), peu agitée (+), agitée (++) et très agitée (+++).

C.V. : coefficient de variation.

Water movement is coded sheltered (—), semi-exposed (+), exposed (++) and very exposed (+++) to the wave action.

C.V. : coefficient of variation.

ANNEXE 2

Distribution spatiale des 78 espèces exprimées en pourcentage d'occurrence (12 prélèvements)
Spatial distribution of the 78 species as described by percentages of occurrence (12 samples) →

Espèces	Stations	A	B	C	I	J	L	M	N	P	Q	R
<i>Albula vulpes</i>		8							8			
<i>Harengula humeralis</i>							83	8				
<i>Harengula jaguana</i>		8	8	17		17	92		8	33	8	
<i>Anchoa lyolepis</i>		25	50	58	42	33	17	25	42	75	17	17
<i>Synodus intermedius</i>		8			8	17	8					
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>			17	8							8	17
<i>Aulostomus maculatus</i>						17		25				
<i>Cosmocampus elucens</i>		25	25	8	17		8	8	8	33	8	
<i>Hippocampus reidi</i>		8	8						8			
<i>Holocentrus ascensionis</i>			8							17		
<i>Holocentrus rufus</i>		17			17	25						8
<i>Atherinomorus stipes</i>					58	17	8	33			17	17
<i>Sphyaena barracuda</i>		92	8	58	50	92	50	8	42	83	25	50
<i>Alphestes afer</i>											8	
<i>Epinephelus guttatus</i>						8				8	8	
<i>Epinephelus striatus</i>										8	17	
<i>Hypoplectrus puella</i>		92	33	17					83	100	50	17
<i>Serranus flaviventris</i>		92	50						100	100	75	
<i>Rypticus randalli</i>		25								8		
<i>Caranx bartholomaei</i>					8							
<i>Caranx latus</i>		17				8	50		25	8	8	
<i>Oligoplites saurus</i>					8	8	8					
<i>Selar crumenophthalmus</i>							17					
<i>Lutjanus analis</i>		42	8	8	8				25	50		17
<i>Lutjanus apodus</i>		50	58	50		33	8		8	50	50	25
<i>Lutjanus griseus</i>		25	8	8		17	42		8	25	33	25
<i>Lutjanus mahogoni</i>				8								
<i>Lutjanus synagris</i>		8							42	8		
<i>Ocyurus chrysurus</i>		100	100	100	100	100	50	100	100	100	100	100
<i>Haemulon aurolineatum</i>			8		8					8	8	
<i>Haemulon bonariense</i>		58	8	42		8			33	83	17	75
<i>Haemulon chrysargyreum</i>			17	17		17			8	8	33	42
<i>Haemulon flavolineatum</i>		8	8	25	33	83		42	17	42	50	17
<i>Haemulon plumieri</i>		58	50	83	75	100		92	100	100	100	92
<i>Haemulon sciurus</i>		67	42	33	17	83		25	25	58	33	58
<i>Archosargus rhomboidalis</i>		100	42	8		50	83		83	83	92	92
<i>Calamus bajonado</i>		8	33		8	33		8	17			
<i>Bairdiella ronchus</i>				42						17		
<i>Odontoscion dentex</i>				50		8						
<i>Pseudupeneus maculatus</i>		25	17	25	50	25		50	8	25	17	8
<i>Diapterus rhombeus</i>		8					17		17	25		
<i>Eucinostomus argenteus</i>		50	42	42	17	33	100		33	92	58	17
<i>Eucinostomus gula</i>		100	100	100	8	92	92	8	100	100	100	100
<i>Gerres cinereus</i>							42					
<i>Citharichthys sp.</i>									17			
<i>Achirus sp</i>		17							8			
<i>Scorpaena grandicornis</i>		17							8			
<i>Chaetodon capistratus</i>		58	58	50	17	33		8	58	67	92	100
<i>Chaetodon ocellatus</i>										8		
<i>Chaetodon striatus</i>			8							8	8	
<i>Abudefduf saxatilis</i>								17				
<i>Stegastes leucostictus</i>		25	17		83	100		17		8	8	8
<i>Halichoeres bivittatus</i>					33	17	8	75				
<i>Halichoeres radiatus</i>						8						
<i>Lachnolaimus maximus</i>		8	17	8					17	42		8
<i>Cryptotomus roseus</i>					8			42				
<i>Scarus iserti</i>		8	8	25	92	100		100		17	33	58
<i>Sparisoma chrysopteron</i>		8	25	17	50	58	42	25	8	67	25	42
<i>Sparisoma radians</i>		8			83	67		83				
<i>Sparisoma viride</i>					50	83		25				17
<i>Labrisomus nuchipinnis</i>						8						
<i>Malacoctenus sp1</i>								17				
<i>Malacoctenus sp2</i>					17						8	
<i>Bathygobius soporator</i>							8					
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>	33						33		17	42		
<i>Gobionellus oceanicus</i>							8	8		8		
<i>Acanthurus bahianus</i>	33	42	25	17	25				50	33	17	
<i>Acanthurus chirurgus</i>	42	42	8						50	58	17	
<i>Aluterus scriptus</i>	25			8	8							
<i>Monacanthus ciliatus</i>	8	50		100	100			92	8	25	8	
<i>Lactophrys trigonus</i>				8								
<i>Sphaeroides greeleyi</i>	58	8					83		50	33	8	
<i>Sphaeroides nephelus</i>	8								8		8	
<i>Sphaeroides spengleri</i>	50	42	8	42	42	92	50	33	75	75	17	
<i>Sphaeroides testudineus</i>	58				17	42		42	92	17	17	
<i>Canthigaster rostrata</i>				8	8							
<i>Chilomycterus antennatus</i>					8			8	8	8		
<i>Diodon holacanthus</i>	92	25	83	58	58			58	83	75	67	83

Espèces	Stations	A	B	C	I	J	L	M	N	P	Q	R	% (>1%)
<i>Albula vulpes</i>		3							17				
<i>Harengula humeralis</i>							46554	477					19,0
<i>Harengula jaguana</i>		43	3	505		47	1174		8	309	11		
<i>Anchoa lyolepis</i>		550	317	341	83	460	334	167	2856	3259	662	80	3,7
<i>Synodus intermedius</i>		85			19	282	283						
<i>Hemiramphus brasiliensis</i>			117	3474							167	873	1,9
<i>Aulostomus maculatus</i>						4		13					
<i>Cosmocampus elucens</i>		5	10	5	4		1	3	7	5	3		
<i>Hippocampus reidi</i>		3	2						1				
<i>Holocentrus ascensionis</i>			11							44			
<i>Holocentrus rufus</i>		44			331	94						54	
<i>Atherinomorus stipes</i>					907	5	440	33			214	147	
<i>Sphyræna barracuda</i>		2151	310	1405	594	940	1343	66	400	995	340	280	3,6
<i>Alphesites afer</i>											63		
<i>Epinephelus guttatus</i>						142				6	7		
<i>Epinephelus striatus</i>										49	98		
<i>Hypoplectrus puella</i>		328	92	29					449	590	153	20	
<i>Serranus flaviventris</i>		409	53						210	695	107		
<i>Rypticus randalli</i>		92								40			
<i>Caranx bartholomaei</i>					2								
<i>Caranx latus</i>		9				7	148		21	3	3		
<i>Oligoplites saurus</i>					1	1	4						
<i>Selar crumenophthalmus</i>							116						
<i>Lutjanus analis</i>		157	6	23	1				64	102		8	
<i>Lutjanus apodus</i>		107	673	195		63	1		30	123	207	15	
<i>Lutjanus griseus</i>		34	100	38		30	487		48	73	34	11	
<i>Lutjanus mahogoni</i>				15									
<i>Lutjanus synagris</i>		26							58	4			
<i>Ocyurus chrysurus</i>		5005	9272	2626	2131	867	467	950	6734	5250	15060	6351	22,1
<i>Haemulon aurolineatum</i>			1		15					17	21		
<i>Haemulon bonariense</i>		442	6	61		1			240	377	21	189	
<i>Haemulon chrysargyreum</i>			22	3		6			22	95	36	201	
<i>Haemulon flavolineatum</i>		7	3	45	203	983		896	82	70	246	82	1,1
<i>Haemulon plumieri</i>		228	200	285	211	661		172	927	1093	695	593	2,1
<i>Haemulon sciurus</i>		364	149	39	24	348		27	40	162	19	88	
<i>Archosargus rhomboidalis</i>		1249	271	1		166	2837		433	589	563	727	2,8
<i>Calamus bajonado</i>		11	245		1	29		24	89				
<i>Bairdiella ronchus</i>				179						2147			
<i>Odontoscion dentex</i>				504		26							
<i>Pseudupeneus maculatus</i>		72	31	64	128	37		457	18	60	31	9	
<i>Diapterus rhombeus</i>		23					17		4	165			
<i>Eucinostomus argenteus</i>		42	94	46	27	51	15622		92	192	57	8	6,6
<i>Eucinostomus gula</i>		4576	2161	1712	27	695	1087	1	8231	7513	3055	2928	12,9
<i>Gerres cinereus</i>							95						
<i>Citharichthys sp.</i>									5				
<i>Achirus sp</i>		3							1				
<i>Scorpaena grandicornis</i>		108							10				
<i>Chaetodon capistratus</i>		132	242	197	15	124		4	138	189	479	612	
<i>Chaetodon ocellatus</i>										1			
<i>Chaetodon striatus</i>			13							3	3		
<i>Abudefduf saxatilis</i>								14					
<i>Stegastes leucostictus</i>		71	29		582	676		21		10	25	5	
<i>Halichoeres bivittatus</i>					28	10	1	61					
<i>Halichoeres radiatus</i>						1							
<i>Lachnolaimus maximus</i>		1	11	47					56	48		1	
<i>Cryptotomus roseus</i>					4			20					
<i>Scarus iserti</i>		2	10	5	704	1355		1282		7	39	108	1,4
<i>Sparisoma chrysoternum</i>		87	144	89	83	370	242	39	30	256	46	67	
<i>Sparisoma radians</i>		2			171	135		64					
<i>Sparisoma viride</i>					12	262		4				34	
<i>Labrisomus nuchipinnis</i>						28							
<i>Malacoctenus sp1</i>								2					
<i>Malacoctenus sp2</i>					5						1		
<i>Bathygobius soporator</i>							1						
<i>Coryphopterus glaucofraenum</i>		10					7		2	18			
<i>Gobionellus oceanicus</i>							1	1		9			
<i>Acanthurus bahianus</i>		65	227	88	25	63			153	36	9		
<i>Acanthurus chirurgus</i>		54	99	45					86	118	6		
<i>Aluterus scriptus</i>		13			3	6							
<i>Monacanthus ciliatus</i>		1	34		204	295		230	1	3	3		
<i>Lactophrys trigonus</i>					250								
<i>Sphaeroides greeleyi</i>		66	4				85		50	97	40		
<i>Sphaeroides nephelus</i>		7							1		1		
<i>Sphaeroides spengleri</i>		249	82	14	62	102	192	148	64	336	155	48	
<i>Sphaeroides testudineus</i>		118				70	81		57	982	117	104	
<i>Canthigaster rostrata</i>					8	34							
<i>Chilomycterus antennatus</i>						348			15	44	79		
<i>Diodon holacanthus</i>		3831	3654	1688	1234	1120		1052	3046	4689	1680	3079	10,1

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADAMS (S. M.), 1976. — The ecology of eelgrass, *Zostera marina* (L.) fish communities — II. Functional analysis. *J. exp. Mar. Biol. Ecol.*, vol. 22 : 293-311.
- BARLEDE (P.), 1986. — La faune ichtyologique du Lagon du Grand Cul-de-Sac Marin en Guadeloupe. Structure des peuplements et contribution à l'étude de la biologie d'*Archosargus rhomboidalis* (Sparidae) et d'*Ocyurus chrysurus* (Lutjanidae). Thèse de doctorat à l'univ. d'Aix-Marseille II, 225 pp.
- FERRARIS (J.), 1983. — Choix d'une mesure de proximité et d'une méthode de classification dans la description des communautés plurispécifiques par analyse multidimensionnelle. Application à la macrofaune benthique d'un étang saumâtre méditerranéen (étang du Prévost, Palavas, France) et à la microflore de diatomées benthiques du fleuve de Saint-Laurent en amont de Montréal (Québec). Thèse 3^e cycle, USTL Montpellier, 280 pp.
- FIELD (J. G.), CLARKE (K. R.) and WARWICK (R. M.), 1982. — A practical strategy for analysing multispecies distribution patterns. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 8 : 37-52.
- GALZIN (R.), TOFFART (J. L.), LOUIS (M.) et GUYARD (A.), 1982. — Contribution à la connaissance de la faune ichtyologique du Grand Cul-de-Sac Marin en Guadeloupe. *Cybium*, 6 (1) : 85-99.
- HARMELIN-VIVIEN (M.), 1983. — Étude comparative de l'ichtyofaune des herbiers de phanérogames marines en milieu tropical et tempéré. *Rev. Ecol. (Terre et vie)*, 38 : 179-210.
- HAY (M. E.), 1981. — Spatial patterns of grazing intensity on a Caribbean barrier reef : herbivory and algal distribution. *Aquatic Botany*, 11 : 97-109.
- HAY (M. E.), COLBURN (T.) and DOWNING (D.), 1983. — Spatial and temporal patterns in herbivory on a Caribbean fringing reef : the effects on plant distribution. *Oecologia*, 58 : 299-308.
- HECK JR. (K. L.), 1979. — Some determinants of the composition and abundance of motile macroinvertebrate species in tropical and temperate turtlegrass (*Thalassia testudinum*) meadows. *J. Biogeogr.*, 6 : 183-200.
- HECK JR. (K. L.) and WETSTONE (G. S.), 1977. — Habitat complexity in invertebrate species richness and abundance in tropical seagrass meadows. *J. Biogeogr.*, 4 : 135-142.
- HOOKE (T. A.), HECK JR. (K. L.) and LIVINGSTON (R. J.), 1976. — An inshore marine invertebrate community structure and habitat associations in the northeastern Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.*, 26 : 99-109.
- JACCARD (P.), 1900. — Contribution au problème de l'immigration post-glaciaire de la flore alpine. *Bull. Soc. vaudoise Sci. nat.*, 36 : 87-130.
- JACCARD (P.), 1908. — Nouvelles recherches sur la distribution florale. *Bull. Soc. vaudoise Sci. nat.*, 44 : 223-270.
- LASSERRE (G.), 1961. — La Guadeloupe. Étude géographique. Thèse de doctorat. Lettre, Faculté des lettres et sciences humaines, Bordeaux, tomes I et II, 1135 pp.
- LASSERRE (G.) et TOFFART (J. L.), 1976. — Échantillonnage et structure des populations ichtyologiques des mangroves de Guadeloupe en septembre 1975. *Cybium 3^e série*, 2 : 115-127.
- LEGENDRE (L.) et LEGENDRE (P.), 1984. — Écologie numérique. 2^e édition. Coll. d'Écologie, 13. Masson Paris et Presses de l'univ. du Québec, VIII + 335 p.
- LOUIS (M.), 1983. — Biologie, écologie et dynamique des populations de poissons dans les mangroves de Guadeloupe (Antilles Françaises). Thèse de doctorat d'État, Univ. sci. tech. Languedoc, Montpellier II, 275 pp.
- MARTIN (F. D.) and COOPER (M.), 1981. — A comparison of fish faunas found in pure stands of two tropical Atlantic seagrass, *Thalassia testudinum* and *Syringodium filiforme*. *Northeast Gulf Science*, vol. 5, n° 1 : 31-37.
- MOTYCA (J.), 1947. — O zadaniach i metodach badan geobotanicznych. Sur les buts et les méthodes des recherches géobotaniques. *Ann. Univ. Mariae Curie-Sklodowska Sect. C*, suppl. I, VIII + 168 pp.

ANNEXE 3

Répartition des biomasses spécifiques cumulées sur l'année (esprimées en g)
Distribution of cumulative biomass over the year (g)

- OGDEN (J. A.) and EHRLICH (P. R.), 1977. — The behaviour of heterotypic resting schools of juvenile grunts (Pomadouridae). *Mar. Biol.*, 42 : 273-280.
- ORTH (R. J.), 1977. — The importance of sediment stability in seagrass communities. 281-300, *In* : B. C. Coull Ed. Ecology of marine benthos. Univ. of South Carolina Press, Columbia.
- ORTH (R. J.), HECK Jr. (K. L.) and Van MONTFRANS (J.), 1984. — Faunal communities in seagrass beds : a review of the influence of plant culture and prey characteristics on predator-prey relationships. *Estuaries*, vol. 7, n° 4A : 339-350.
- PIELOU (E. C.), 1966. — The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. theor. Biol.*, 13 : 131-144.
- SCHERRER (B.), 1984. — Biostatistique. Gaëtan Morin ed. 850 pp.
- SHANNON (E. C.) and WEAVER (W.), 1963. — The mathematical theory of communication. University of Illinois Press. Urbana, 117 pp.
- SHULMAN (M. J.), 1985. — Recruitment of coral reef fishes : effects of distribution of predators and shelter. *Ecology*, 66 (3) : 1056-1066.
- SNEATH (P. H. A.) and SOKAL (R. R.), 1973. — Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification. W. H. Freeman, San Francisco, xv + 373 pp.
- SUMMERSON (H. C.) and PETERSON (C. H.), 1984. — Role of predation in organizing benthic communities of a temperate-zone seagrass beds. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 15 : 63-77.
- STARK (W. A.), 1971. — Biology of the gray snapper, *Lutjanus griseus*, in the Florida Keys. *Stud. Trop. Oceanogr.*, 10 : 110-150.
- STONER (A. W.), 1983. — Distribution of fishes in seagrass meadows : role of macrophyte biomass and species composition. *Fish. Bull.*, vol. 81, n° 4 : 847-846.
- STONER (A. W.), 1986. — Community structure of the demersal fish species of Laguna Joyuda, Puerto Rico. *Estuaries*, 9 (2) : 142-152.
- STONER (A. W.) and LOPEZ (J. M.), 1985. — Cycling and transport processes in a tropical estuarine lagoon. Proceedings of a workshop on the Joyuda Lagoon ecosystem. Report of the Center for Energy and Environment Research, University of Puerto Rico, Mayaguez. 86 pp.
- THAYER (G. W.), HETTLER Jr. (W. F.), CHESTER (A. J.), COLBY (D. R.) and Mac ELHANEY (P. J.), 1987. — Distribution and abundance of fish communities among selected estuarine and marine habitats in Everglades National Park. rapport interne : US Department of Commerce-National Marine Fisheries Services, NOAA-Southeast Fisheries Center-Beaufort Laboratory-Beaufort, NC 28516. 166 pp.
- WEINSTEIN (M. P.) and HECK Jr. (K. L.), 1979. — Ichthyofauna of seagrass meadows along the Caribbean coast of Panama and the Gulf of Mexico : composition, structure and community ecology. *Mar. Biol.*, 50 : 97-107.
- WILHM (J. L.), 1968. — Use of biomass units in Shannon's formula. *Ecology*, 49 : 153-156.
- YANEZ-ARANCIBIA (A.), AMEZCUA LINARES (F.) and DAY Jr. (J. W.), 1980. — Fish community structure and function in Terminos lagoon, a tropical estuary in the southern Gulf of Mexico. *Academic Press, Inc.* : 465-482.
- YANEZ-ARANCIBIA (A.) and LARA-DOMINGUEZ (A. L.), 1983. — Environmental dynamics of the Pargo Inlet and its fish community structure during seasonal changes and 24 hour cycles (Laguna de Terminos, Southern part of the Gulf of Mexico). *An. Inst. Cienc. Mar. Limnol. Univ. Nac. Auton. Mex. (Zool.)*, vol. 10, n° 1 : 85-116.
- ZIEMAN (J. C.), 1982. — The ecology of the seagrasses of South Florida : a community profile. US Fish and Wildlife Services, Office of Biological Services, Wash., DC FWS/OBS-82/25. 158 pp.