

# Organisation et fonctionnement trophiques de l'assemblage ichtyque d'un écosystème lagunaire à mangrove antillais au moyen de l'indice trophique de contribution

Sylvain CABERTY<sup>1</sup>, Jean-Luc BOUCHEREAU\*<sup>1</sup> et Paulo de Tarso CHAVES<sup>2</sup>

(1) Laboratoire de Biologie Marine, EA 926 DYNECAR, Université des Antilles - Guyane, Campus Fouillole, BP 592, F-97159 Pointe-à-Pitre cedex, France; Fax: 05 90 90 77 61;

\* corresponding author : E-mail: jean-luc.bouchereau@univ-ag.fr

(2) Depto de Zoologia, Universidade Federal do Paraná. C.P. 19020, 81531-990, Curitiba, Brésil;  
Fax: (5541)2662042; E-mail: ptchaves@ufpr.br

**Résumé:** L'ichtyofaune de la Manche-à-Eau a été régulièrement échantillonnée en 2002 avec un filet fixe dans sept stations, sous différentes influences hydrologiques. Les résultats obtenus et les données puisées dans la littérature sur les guildes trophiques et d'occupation sont utilisés pour caractériser l'organisation et le fonctionnement trophiques de l'ichtyofaune. L'indice trophique de Chaves & Bouchereau (2004), mesurant l'influence respective des apports en détritus et production primaire comme ressources énergétiques exploitées par un assemblage, est évalué dans la lagune et comparé avec celui déjà obtenu dans un autre estuaire à mangrove: la Baie de Guaratuba. Toutes les guildes trophiques et d'occupation sont représentées dans la lagune. Les poissons de l'assemblage (39 espèces, 25 familles) consomment préférentiellement des invertébrés associés ou non à des végétaux ou des poissons, comme à Guaratuba. Le nombre réduit de piscivores étant un trait commun à beaucoup d'écosystèmes à mangrove. Les guildes d'occupation sont représentées différemment en biomasse: dans la lagune, les espèces migrantes et occasionnelles dominent en proportions différentes; à Guaratuba, résidentes et migrantes dominent en proportions équivalentes. Les résidentes des deux écosystèmes exploitent pareillement les ressources disponibles, démontrant leur forte adaptabilité. Résidentes, essentiellement détritivores, et migrantes exploitent alternativement détritus et production primaire sans compétition trophique. Les guildes trophiques des migrantes sont équitablement représentées.

**Abstract:** *Trophic organisation and functioning of ichthyic populations in a West Indies mangrove ecosystem using the trophic contribution index.* The ichthyofauna of the Manche-à-Eau lagoon was regularly sampled in 2002 with a fixed net in seven stations, under various hydrological influences. The results obtained and the data drawn from the literature on the trophic and occupancy guilds are used to characterize the trophic organization and functioning of the ichthyofauna. The trophic contribution index of Chaves & Bouchereau (2004), measuring the respective influences of the input in detritus and primary production energy resources exploited by a fish assemblage, is evaluated in the lagoon and compared with that already obtained in another mangrove estuary, the Bay of Guaratuba. All the trophic and occupancy guilds are represented in the lagoon. In this assemblage of 39 species and 25 families, the fishes feed preferentially on invertebrates associated or not with plants or fish, like that of Guaratuba. The small number of piscivorous species is a common trait to many mangrove ecosystems. The occupancy guilds are represented differently in biomass: in the lagoon, migrant and occasional species dominate in different proportions; in Guaratuba, resident and migrant dominate in equivalent proportions. The residents of the two ecosystems exploit similarly the available resources, showing their strong adaptiveness. Residents, primarily detritivorous, and migrants, exploit alternatively detritus and primary production without trophic competition. The trophic guilds of migrants are equitably represented.

**Keywords:** Trophic index, Guilds, Fishes, Ecosystems, Mangrove, French West Indies.

---

Reçu le 21 janvier 2004 ; accepté après révision le 20 août 2004.

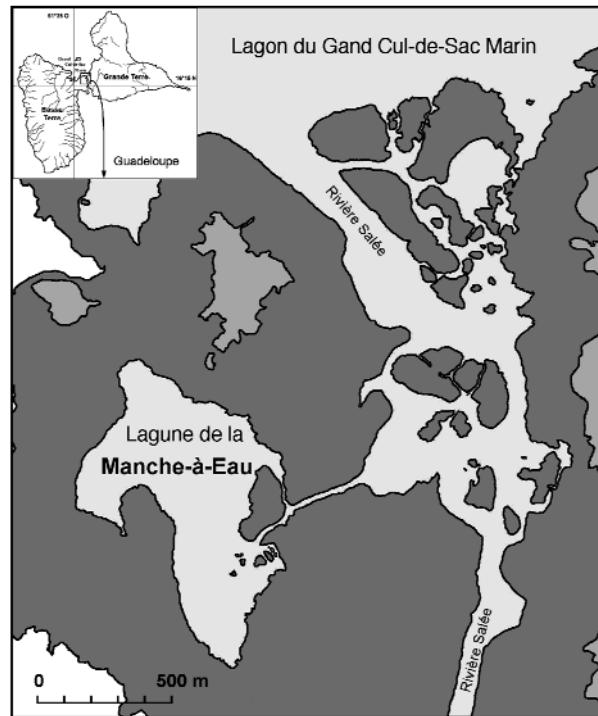
Received 21 January 2004; accepted in revised form 20 August 2004.

## Introduction

Les études scientifiques relatives aux écosystèmes particuliers que sont les lagunes à mangrove, milieux côtiers inondables, ne se sont développées qu'à partir des années 70, car longtemps considérés comme des zones insalubres. Ainsi, parmi les nombreuses études effectuées, nous citerons celles aux Philippines (Rabanal, 1977), Madagascar (Kiener, 1966 ; Mac Nae, 1974), Inde (Blasco, 1975), Brésil (Chao et al., 1982), Floride (Odum & Heald, 1972, 1975), et Porto-Rico (Herbert & Austin, 1971). Toutes ont montré le rôle important de la mangrove, en tant qu'habitat trophique, zone de pépinière ou de reproduction, site favorable à l'aquaculture. En effet, la mangrove sert de site de croissance à une multitude de larves, d'alevins, de jeunes poissons et de crustacés qui profitent de la richesse en plancton de ce milieu, où abondent les éléments nutritifs apportés par les eaux de ruissellement. Par la suite, de nombreux travaux portant sur le recrutement (Louis et al., 1985), la pollution (Martinet et al., 1982), le confinement (Guélorget et al., 1990), la biologie (Louis, 1981), le peuplement (Lasserre & Toffart, 1977) et l'organisation végétale (Imbert, 1985) dans ce type d'écosystème à mangrove ont été réalisés dans différents secteurs de l'archipel guadeloupéen.

La Guadeloupe (Fig.1) est un archipel constitué principalement de deux îles séparées par un bras de mer de 25 à 100 mètres de large appelé la Rivière-salée: la Basse-Terre à l'ouest, montagneuse culminant au volcan de la Soufrière (1467 m) et la Grande-Terre à l'est, plateau calcaire de 120 m d'altitude moyenne. La mangrove couvre 90 km<sup>2</sup> de marécages qui entourent la Rivière-Salée et s'étendent le long des côtes du Petit et du Grand Cul-de-Sac Marin.

Pour quantifier les apports en détritus et en production primaire en tant que ressources énergétiques originaires de la mangrove et utilisées par les différentes guildes trophiques d'un assemblage de poissons, Chaves & Bouchereau (2004) ont récemment mis au point un indice trophique de contribution validé avec l'ichtyocénose présente dans la Baie de Guaratuba (Brésil). Il permet de mesurer l'influence respective de ces apports, et d'observer les évolutions spatiale et temporelle des ressources énergétiques dans le réseau trophique de ce compartiment biologique. Dans cette étude, nous chercherons à évaluer l'évolution de cet indice dans la Manche-à-Eau et à le comparer aux seules valeurs proposées par Chaves & Bouchereau (2004) dans la baie de Guaratuba (Brésil), en tentant de répondre aux questions suivantes: existe-t-il des différences trophiques entre les guildes écologiques? Quelle est l'importance relative des invertébrés détritivores vis-à-vis du plancton et des végétaux dans le régime alimentaire des poissons de cette lagune? Enfin, quel est le degré de ressemblance fonctionnelle entre les assemblages



**Figure 1.** Localisation de la Guadeloupe (Antilles françaises), et du lieu d'étude, la Manche-à-Eau, communiquant avec le lagon du Grand Cul-de-Sac Marin.

**Figure 1.** Guadeloupe position in the French West Indies and the study location of the Manche-à-Eau lagoon, with its connexion with the Grand Cul-de-Sac Marin lagoon.

ichtyques de deux écosystèmes à mangrove, éloignés géographiquement. L'un, intertropical, la lagune de la Manche-à-Eau aux Antilles (16°15'N; 61°35'O). L'autre, subtropical, la baie de Guaratuba (25°52'S; 48°39'O), située en limite sud de l'aire de répartition biogéographique de cette mangrove.

## Matériel et méthodes

### Description du site d'étude

La lagune à mangrove de la Manche-à-Eau (Fig. 1) est située au nord-est de la Basse-Terre, dans le fond du Grand Cul-de-Sac Marin, et en bordure de la Rivière-Salée. Avec une petite superficie de 0,26 km<sup>2</sup>, cette lagune semi-fermée communique, par un chenal large de 12 m, avec la Rivière-Salée qui s'ouvre largement sur le lagon du Grand Cul-de-Sac Marin, distant de 1500 m. Selon la saison, elle reçoit des apports continentaux d'eau douce par un ruissellement diffus sur sa bordure, lui conférant le statut de lagune saumâtre, et d'eau marine par la marée semi diurne de faible amplitude (50 cm) en provenance de la Rivière-Salée. Sa profondeur moyenne est de 1,50 m à 2 m, sauf en

trois dépressions, de profondeurs comprises entre 2,5 et 2,8 m (Assor, 1987). Les mouvements des masses d'eau de cette lagune sont lents et complexes, sauf dans le chenal d'accès, et sont de trois types: les courants de marées alternatifs, les courants de surface orientés Sud-Sud Est/Nord-Nord Ouest, les cellules tourbillonnaires.

Les effets de la marée (semi-diurne en Guadeloupe) dans la lagune sont complexes, à cause du décalage horaire de cette marée entre les deux Cul-de-Sac Marins qui peut atteindre 1h30. Le marnage est faible (50 à 60 cm). Cette lagune est composée d'une succession de groupements végétaux obéissant au gradient décroissant de salinité du sol, de la bordure vers l'intérieur des terres, où l'on trouve: une végétation dense constituée essentiellement par des palétuviers rouges (*Rhizophora mangle*), une ceinture arbustive de palétuviers noirs (*Avicennia germinans*), un peuplement de palétuviers blancs (*Laguncularia racemosa*) adaptés à de faibles salinités du sol.

D'après Bleuse & Mandar (1996), il existe deux saisons principales en Guadeloupe. La saison sèche ou carême (février-mars) et la saison humide ou hivernage (juillet-octobre), ainsi que deux saisons de transition intercalées. Les vents dominants sont de secteur Est. En hivernage, les vents sont essentiellement d'Est à Est Sud-Est et d'intensité faible. Durant le carême, les vents surtout du Nord-Est sont modérés (supérieurs à 18 km.h<sup>-1</sup>).

La Baie de Guaratuba semi-fermée occupe une superficie de 45 km<sup>2</sup> sur la côte sud-brésilienne (25°51'S ; 48°39'W) de 15 km d'ouest en est par 2,5 km de large et 6 m de profondeur maximale. Ouverte à l'est sur l'Atlantique par une embouchure large de 500 m, elle reçoit à l'ouest de nombreux apports d'eau douce issus du bassin versant, dont deux fleuves de taille moyenne et un fleuve de taille réduite, le reste étant constitué de chenaux de marée (Chaves et al., 1998 ; Chaves & Bouchereau, 1999, 2000, 2004 ; Bouchereau & Chaves, 2003). Elle est largement bordée de *marismas* (graminée *Spartina alterniflora*) et de mangrove, principalement constituée par *Laguncularia racemosa*. La marée de faible amplitude moyenne (50 cm) est semi diurne.

#### Récolte des données

Pour cette étude, nous disposons d'une base de données obtenues en 2002 au cours de six campagnes d'échantillonnages espacées chacune d'environ deux mois dans la lagune de la Manche-à-Eau (5-8/02, 8-11/04, 28-30/05, 2-4/07, 10-12/10, et 9-12/12). À chaque campagne, sept zones sous différentes influences hydrologiques: marines, intermédiaires, subcontinentales ont été explorées au moyen d'un engin de pêche passif, la capéchade (Quignard & Farrugio, 1981 ; Bouchereau et al., 1989). Son dispositif fixé par des piquets comprend un filet de barrage (la paradière) de 45 m de long et 2 m de hauteur (maille étirée:

13,8 mm) muni de flotteurs placé perpendiculairement à la rive et un tour, filet placé à l'extrémité reliant trois nasses (verveux munis d'arceaux formant entonnoirs à mailles de taille décroissantes de 8 à 6mm) orientées chacune à 120° relativement aux deux autres.

#### Traitement des données

Les espèces dont la biomasse est supérieure à 1% de la biomasse totale des poissons échantillonés, constituant l'inventaire de 2002, ont été retenues dans un groupe représentatif en termes de biomasse. L'assemblage de poissons a été caractérisé en fonction des statuts comportementaux trophiques et d'occupation respectifs des espèces le composant.

Les espèces ont été classées dans les guildes trophiques d'après leur régime alimentaire décrit par la littérature. L'échelle utilisée a été celle proposée par Bouchon-Navarro et al. (1992) pour les poissons d'herbiers des Antilles:

I - herbivores consommant des algues et des végétaux supérieurs,

II - planctonophages,

III - omnivores consommant des invertébrés ainsi que des végétaux,

IV - carnivores de premier ordre consommant surtout des petits invertébrés benthiques,

V - carnivores de deuxième ordre utilisant principalement des invertébrés de toute taille, plus des poissons,

VI - carnivores essentiellement piscivores pour plus de 80% du spectre trophique.

Les espèces ont aussi été classées dans les guildes d'occupation modifiées des guildes écologiques de Elliot & Dewailly (1995), à partir des ensembles suivants adaptés de Quignard (1984):

- les résidants R dont l'accomplissement de la totalité du cycle vital en lagune est vérifié;

- les migrants cycliques ou réguliers M regroupent ceux qui viennent passer une (ou plusieurs) écophase(s) trophique(s) MT ou génératrice(s) MG de leur cycle de vie dans la lagune;

- les occasionnels O regroupent les espèces qui, soit entrent ponctuellement par opportunisme trophique, soit sont égarées et piégées provenant de la mer à cause d'un courant ou d'un vent contraire, ou des eaux continentales en raison d'inondation (la lagune devient alors un écosystème mouroir pour ces espèces), soit transitent en milieu saumâtre (cata ou anadromes).

Le niveau d'exploitation direct des détritus (d) et de la production primaire (pp) en tant que sources primaires (s) d'énergie par les différentes guildes trophiques (c) de l'assemblage de poissons a été quantifié au moyen d'un indice trophique mis au point par Chaves & Bouchereau (2004). C'est l'indice trophique de contribution directe ITCs de la ressource en détritus (s = d) ou de la production

primaire ( $s = pp$ ), qui prend en compte l'abondance en poissons que représente chaque guilde trophique, et un facteur d'exploitation  $F$  de la ressource initiale d'énergie ( $d$  ou  $pp$ ), attribué à chaque guilde trophique. Cet indice peut être calculé pour des études comparatives, spatiales et temporelles, d'assemblages de poissons dans différents écosystèmes parallèles, et suivant les différentes guildes d'occupation.

$$ITC_s_i = 100 \cdot \frac{\sum_{cI \rightarrow cVI} (A_{i,c} \cdot F_c)}{\sum_{i1 \rightarrow in} \sum_{cI \rightarrow cVI} (A_{i,c} \cdot F_c)}$$

avec:

**i** : variable campagne-date et/ou variable guilde d'occupation.  
**n** : nombre de la variable étudiée, (ici: six campagnes-date, et trois guildes écologiques R, M, O).

**A** : abondance (en nombre d'individus ou en biomasse) ou richesse spécifique dans chacune des six guildes trophiques "c" considérées. La biomasse est utilisée ici afin de mieux apprécier les transferts d'énergie.

**F** : valeur du facteur d'exploitation dans chacune des six guildes trophiques "c" considérées, selon la ressource "s" étudiée: détritus ou production primaire. On a attribué arbitrairement les valeurs 0, 1 ou 2 comme étant le degré de contribution directe de la ressource initiale d'énergie pour une guilde trophique. Quand les composants d'une guilde ont un lien trophique très étroit avec les détritus ou la production primaire, la valeur attribuée à  $F$  est 2; inversement, quand les composants n'exploitent pas directement ces ressources, la valeur de  $F$  est nulle, et  $F$  égale 1 quand la contribution existe mais ne demeure que partielle.

La valeur de cet indice ITC varie entre 0 et 100.

## Résultats

### Biodiversité

La richesse spécifique de l'ichtyofaune de la Manche-à-Eau en 2002 (Tableau 1) est de 39 espèces réparties en 25 familles dont les mieux représentées sont les Gerreidés (5 espèces), les Carangidés (5 espèces) et les Clupéidés (3 espèces). Si l'on considère les abondances numériques (ou densité: 56850 individus) et pondérale (ou biomasse: 481,4 kg), 13 espèces (représentant 464,1 kg pour 55238 individus) réparties dans 10 familles, représentent 97,2% de la densité totale, soit 96,4% de la biomasse totale, avec *Diapterus rhombeus*, 27,4%; *Harengula clupeola* 12,9%; *Eucinostomus gula*, 12,5%; *Dasyatis americana*, 11,9%; *Archosargus rhomboidalis* 10,7%; et 97,2% de l'effectif total avec principalement *H. clupeola* (44,4%) et *D. rhombeus* (26,2%).

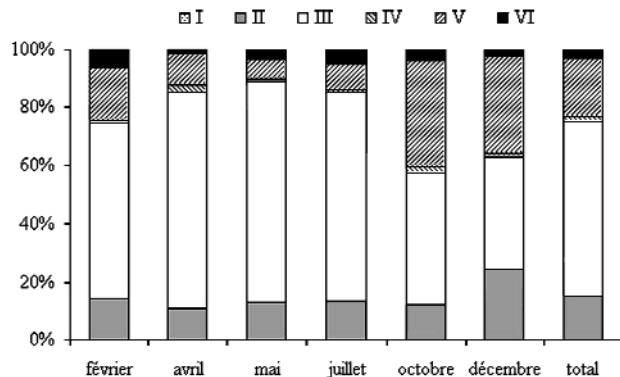
### Guildes trophiques

Le régime alimentaire des 39 espèces de la lagune (Tableau 1) est fondé principalement sur des invertébrés conjointe-

ment à des végétaux (III: 60% des espèces) et à des poissons (V: 20,1%), puis suit la guilde II des planctonophages (15,1%). Les piscivores (VI), les carnivores de premier ordre (IV) et les herbivores (I) représentent moins de 5%, dont 0,05% seulement pour les herbivores. La méiofaune benthique, qui est consommée associée ou non, représente plus des 3/4 des aliments ingérés par les poissons.

Numériquement, les guildes II avec *H. clupeola* et *Anchoa lyolepis*, (respectivement 25259 et 2352 individus), et III avec *D. rhombeus* et *E. gula*, respectivement 14913 et 8344 individus, représentent 89,5% de l'effectif total pêché, tandis que les guildes IV, V, et VI ne représentent que 3,6%.

En 2002, les principales variations de la biomasse alternent entre les guildes III et V, qui se partagent selon les mois, entre 72 et 85% de la biomasse des espèces de la lagune (Fig. 2). La guilde III des omnivores domine très nettement pendant les mois de février, avril, mai et juillet (minimum en décembre: 38,5%, maximum en mai: 76%), ensuite, la guilde V des carnivores de deuxième ordre menant le reste de l'année avec un minimum en mai (6,6%) et un maximum en octobre (36,6%). La guilde II des planctonophages, avec une valeur moyenne de 15%, est relativement importante en décembre avec 24,5%.



**Figure 2.** Evolutions de la biomasse des 39 espèces de la Manche-à-Eau selon leurs guildes trophiques.

**Figure 2.** Biomass of the 39 species in the Manche-à-Eau versus their occupancy trophic guilds.

### Guildes d'occupation

Les espèces migrantes (Tableau 1, Fig. 3) représentent 77,3% en biomasse, les occasionnelles 14,8%, et les résidentes 7,9%. Les variations de la biomasse totale au cours de l'année, montrent trois grandes phases : une augmentation de février à avril, une diminution jusqu'à juillet, puis une nouvelle hausse jusqu'à décembre.

En terme de pourcentage relatif de la biomasse (Fig. 3), les résidents diminuent au cours de l'année (20,1% en fé-

**Tableau 1.** Inventaire des poissons pêchés en 2002 dans la lagune de la Manche-à-Eau, avec leurs guildes trophiques (I à VI) et d'occupation (R: résidents; M: migrants; O: occasionnels). Les 13 premières espèces constituent le groupe des plus abondantes en termes de biomasse. C & V: Cuvier & Valenciennes.

**Table 1.** Inventory of the fishes caught during 2002 in the Manche-à-Eau lagoon with their trophic (I to VI) and occupancy (R: residents; M: migrants; O: occasionnals) guilds. The 13 first species make up the most abundant in biomass. C & V: Cuvier & Valenciennes.

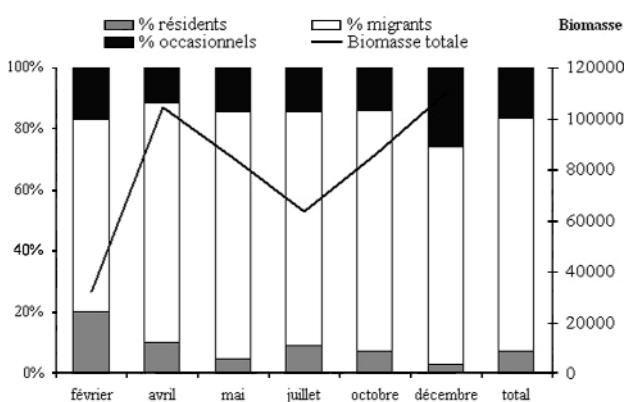
Espèces	Familles	Références sur l'alimentation	Guildes trophiques	Guildes d'occupation
<i>Caranx latus</i> Agassiz, 1829	Carangidae	Menezes & Figueiredo, 1980	IV	MT
<i>Harengula clupeola</i> (Cuvier, 1829)	Clupeidae	Figueiredo & Menezes, 1978	II	O
<i>Dasyatis americana</i> Hi1debrand & Schroeder, 1928	Dasyatidae	Randall, 1968	V	MT
<i>Anchoa lyolepis</i> (Evermann & Marsh, 1902)	Engraulidae	Whitehead & al, 1988	II	O
<i>Diapterus rhombeus</i> (Cuvier, 1829)	Gerreidae	Menezes & Figueiredo, 1980	III	MT
<i>Eucinostomus argenteus</i> Baird & Girard, 1854	Gerreidae	Menezes & Figueiredo, 1980	III	MT
<i>Eucinostomus gula</i> (C & V, 1830)	Gerreidae	Menezes & Figueiredo, 1980	III	MT
<i>Eugerres brasiliensis</i> (C & V, 1830)	Gerreidae	Sierra et al, 1994	III	MT
<i>Lutjanus griseus</i> (Linne, 1758)	Lutjanidae	Heck & Weinstein, 1989	V	MT
<i>Bairdiella ronchus</i> (Cuvier, 1830)	Sciænidæ	Vendel & Chaves, 1998	V	R
<i>Archosargus rhomboidalis</i> (Linne, 1758)	Sparidae	Menezes & Figueiredo, 1980	III	MT
<i>Sphyraena barracuda</i> (Walbaum, 1792)	Sphyraenidae	Menezes & Figueiredo, 1985	VI	MT
<i>Sphaeroides testudineus</i> (Linne, 1758)	Tetraodontidae	Pau1y, 1991	III	R
<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	Acanthuridae	Randall, 1968	I	O
<i>Albula vulpes</i> (Linne, 1758)	Albulidae	Randall, 1968	IV	MT
<i>Apogon conklini</i> (Sy1vester, 1915)	Apogonidae	néant	II	O
<i>Atherinomorus stipes</i> (Miller & Trosche1, 1848)	Atherinidae	Sierra et al., 1994	II	O
<i>Tylosurus acus acus</i> (Lacépède, 1803)	Belonidae	Sierra et al., 1994	V	O
<i>Trachinotus falcatus</i> (Linne, 1758)	Carangidae	Randall, 1968	IV	O
<i>Chloroscombrus chrysurus</i> (Linne, 1776)	Carangidae	Menezes & Figueiredo, 1980	II	O
<i>Oligoplites saurus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Carangidae	Menezes & Figueiredo, 1980	V	MT
<i>Se/ene vomer</i> (Linne, 1758)	Carangidae	Menezes & Figueiredo, 1980	V	O
<i>Centropomus parallelus</i> Poey, 1860	Centropomidae	Figueiredo & Menezes, 1980	V	O
<i>Centropomus undecimalis</i> (Bloch, 1792)	Centropomidae	Figueiredo & Menezes, 1980	V	O
<i>Harengula humeralis</i> (Cuvier, 1829)	Clupeidae	Sierra et al., 1994	II	O
<i>Opisthonema oglinum</i> (Lesueur, 1818)	Clupeidae	Figueiredo & Menezes, 1978	V	O
<i>Elops saurus</i> (Linne, 1766)	Elopidae	Figueiredo & Menezes, 1978	V	O
<i>Chætodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	Ephippidae	Menezes & Figueiredo, 1985	IV	O
<i>Gerres cinereus</i> (Walbaum, 1792)	Gerreidae	Austin & Austin, 1971	III	MT
<i>Gobionellus oceanicus</i> (Pallas, 1770)	Gobiidae	observation personnelle	III	MG
<i>Lophogobius cyprinoides</i> (Pallas, 1770)	Gobiidae	observation personnelle	III	R
<i>Hæmulon aurolineatum</i> Cuvier, 1829	Hæmulidae	Menezes & Figueiredo, 1980	III	O
<i>Hæmulon bonariense</i> Cuvier, 1829	Hæmulidae	néant	III	O
<i>Hyporhamphus unifasciatus</i> (Ranzani, 1842)	Hemiramphidae	Figueiredo & Menezes, 1978	III	O
<i>Adioryx coruscus</i> (Poey, 1860)	Holocentridae	Sierra et al., 1994	IV	O
<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	Lutjanidae	Menezes & Figueiredo, 1980	II	O
<i>Megalops atlanticus</i> (C & V, 1830)	Megalopidae	Randall, 1968	V	O
<i>Mugil curema</i> Cuvier & Valenciennes, 1836	Mugilidae	Albarete & Legendre, 1985	I	MT
<i>Achirus lineatus</i> (Linne, 1758)	Achiridae	Chaves & Serenato, 1998	IV	O

vrier; 3,1% en décembre), tandis que les migrants augmentent (63,2% en février; 71,0% en décembre), en restant largement majoritaires (74,8%). Les espèces occasionnelles sont supérieures en février (16,7%) et décembre (25,9%) aux quatre autres campagnes (moyenne de 13,5%).

#### *Guildes trophiques et d'occupation confondues*

Les résidents et les migrants (Tableau 1, Fig. 4) consomment essentiellement des invertébrés avec des végétaux, guilde III (respectivement 67% et 50%) ou des poissons,

guilde V (respectivement 33% et 21%). Les migrants s'alimentent également, mais dans une moindre mesure, d'algues et de végétaux supérieurs (7%), d'invertébrés seuls (15%) et de poissons seuls (7%), guildes I, IV et VI. La distribution du régime alimentaire chez les occasionnels est différente. En effet, ils sont principalement planctonophages et carnivores de deuxième ordre, guildes II et V (32% chacune), puis carnivores de premier ordre (18%), omnivores (14%) et enfin, herbivores (4%), guildes IV, III et I, respectivement.



**Figure 3.** Variations bimestrielles et abondances relatives de la biomasse (g) des 39 espèces de la Manche-à-Eau, selon leurs guildes d'occupation.

**Figure 3.** Bimonthly variation and relative biomass abundance (g) of the 39 species in the Manche-à-Eau lagoon, according to their occupancy guilds.

#### Indice trophique de contribution.

Chez les résidents (Fig. 5a), les maxima sont observés pour l'ITCd en avril (26,9) et l'ITC<sub>pp</sub> en décembre (25,9), les minima en mai (ITCd = 10,03; ITC<sub>pp</sub> = 3,8). Les migrants (Fig. 5b) suivent le même rythme que l'ensemble des espèces; minima en février (ITCd = 5,60; ITC<sub>pp</sub> = 6,11), maxima en avril (ITCd = 25,14; ITC<sub>pp</sub> = 25,49). Chez les occasionnels (Fig. 5c), les maxima de l'ITC des détritus et de la production primaire sont atteints respectivement en octo-

bre (31,13) et en décembre (36,51), les minimums respectivement en juillet (6,43) et en février (6,53).

Concernant les proportions relatives des détritus et de la production primaire, on aperçoit des variations caractéristiques ( $\chi^2$ ;  $p < 0,05$ ) chez les espèces résidentes (Fig. 5a) qui utilisent préférentiellement les détritus après février jusqu'à septembre, puis la production primaire d'octobre à février. Inversement, la production primaire est plus importante dans l'alimentation des migrants (Fig. 5b) de février à juillet, et les détritus jusqu'à décembre, même si les différences ne sont pas significatives ( $\chi^2$ ;  $p < 0,05$ ). Les espèces occasionnelles (Fig. 5c) alternent à chaque campagne avec des écarts importants mais non significatifs ( $\chi^2$ ;  $p < 0,05$ ) entre détritus et production primaire. Pour les résidents (Fig. 5d), l'ITC des détritus est plus important que celui de la production primaire (6,4 contre 2), de même que pour les migrants (92,3 contre 77,6). Les occasionnels orientent leur consommation en exploitant de préférence la production primaire puisque l'ITCd = 1,4 et que l'ITC<sub>pp</sub> = 20,4.

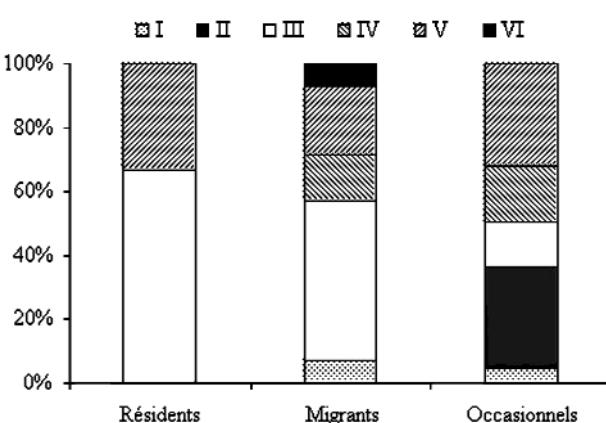
## Discussion

#### Biais d'échantillonnage

La présente étude compare des résultats obtenus à des périodes et avec des engins de pêche différents (Tableau 2), ce qui peut sous-estimer les inventaires qualitatif et quantitatif dans le cas de Guaratuba. Pourtant, dans la Manche-à-Eau, les données échantillonnées couvrent les quatre saisons d'une année, quelle qu'elle soit. De plus, les deux engins ne peuvent récolter correctement les espèces crypto benthiques et le chalut a probablement échantillonné une abondance supérieure à celle qui aurait pu être obtenue avec la capéchade. Or le plus important est de travailler sur l'abondance relative des espèces de poisson dans chaque guilde de chaque lieu quelle que soit l'unité d'effort, mais dans la même unité de temps, si possible en respectant la même date. De ce fait, la comparaison autorise à avancer les interprétations sur les modalités d'utilisation des bases détritivore et de production primaire en fonction des guildes d'occupation avec l'indice trophique de contribution.

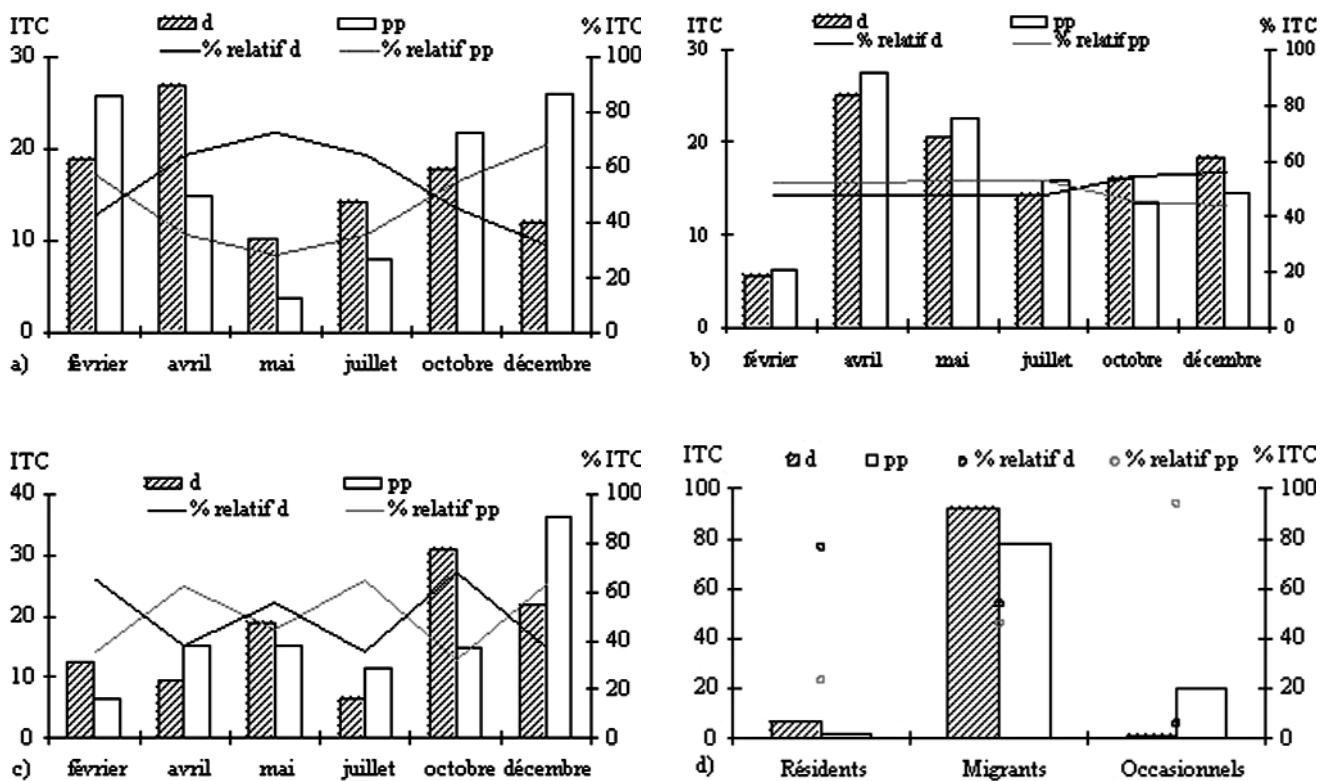
#### Biodiversité

Même si les engins d'échantillonnage utilisés ne sont pas identiques (capéchade plus sélective que le chalut benthique), l'effort peut être considéré comme voisin (42 visites dans la Manche-à-Eau contre 105 à Guaratuba). Les richesses absolues spécifiques et familiales inférieures dans la Manche-à-Eau (39; 25) à Guaratuba (61; 28) s'expliquent plus par des caractéristiques morphologiques différentes de ces deux écosystèmes paralliques au point de



**Figure 4.** Biomass data of the 39 species in the Manche-à-Eau lagoon according to their occupancy and trophic guilds.

**Figure 4.** Biomass data of the 39 species in the Manche-à-Eau lagoon according to their occupancy and trophic guilds.



**Figure 5.** Variations bimestrielles de l'ITC des détritus "d" et de la production primaire "pp" chez les 39 espèces de la Manche-à-Eau, et de leur pourcentage relatif (% ITC), des résidents (a), des migrants (b), des occasionnels (c), et en fonction des guildes d'occupation (d) tous mois confondus.

**Figure 5.** ITC bimonthly variation of detritus "d" and primary production "pp" for the 39 species in the Manche-à-Eau lagoon, and their relative percentage (% ITC), for the residents (a), migrants (b), occasinals (c), and according to the occupancy guilds (d) all month mixed.

vue de leur dimension et de la nature de leur communication avec le domaine marin que par l'éloignement biogéographique de la mangrove. Les possibilités d'un habitat diversifié et riche sont supérieures dans la grande Baie à celles de la petite lagune. Cinq espèces dans la Manche-à-Eau représentent 75% de la biomasse totale pour 14 dans Guaratuba. Ceci réduit le nombre de guildes trophiques étudiées à trois (II, III, VI) sur six, et deux guildes écologiques (M et O) sur trois. De ce fait, pour permettre à toutes les guildes trophiques et d'occupation d'être représentées dans cette étude nous avons préféré retenir la richesse spécifique comme critère de comparaison entre les groupes des 13 espèces de la Manche-à-Eau et des 14 espèces de Guaratuba.

La présence de quelques espèces très abondantes numériquement comme *H. clupeola*, *D. rhombeus*, *E. gula* dans la Manche-à-Eau est le signe d'un milieu contraintant. Cela ne se retrouve pas à Guaratuba où les espèces disposent dans la Baie d'un choix très large de valeurs de

salinité pour s'adapter quelle que soit la saison. De plus, en cas de contraintes, elles peuvent se réfugier dans toute la profondeur de la colonne d'eau, ce qui n'est pas possible dans la Manche-à-Eau du fait de sa faible profondeur. Les espèces très abondantes ne sont pas représentées de manière uniforme toute l'année, en termes de densité et de biomasse. Les stratégies de déplacement (des espèces non sédentaires), et d'autorégulation de l'abondance des stocks, sont des mécanismes nécessaires à ces peuplements pour qu'ils réussissent à coexister dans l'occupation de la mangrove (Chaves & Bouchereau, 1999). De plus, l'examen de la structure des peuplements lagunaires à travers le monde, montre que généralement quelques espèces constituent l'essentiel de la biomasse (Chao et al., 1985 ; Yáñez-Arancibia et al., 1985 ; Albaret, 1987 ; Kennish, 1990; Diouf et al., 1991 ; Kromer et al., 1994). C'est le cas dans les deux écosystèmes laguno-estuariens étudiés, chacun représenté par un groupe caractéristique (13 et 14 espèces) en terme de biomasse.

**Tableau 2.** Synthèse des résultats de la comparaison entre la lagune de la Manche-à-Eau et la Baie de Guaratuba.**Table 2.** Results synthesis of the comparison between the Manche-à-Eau lagoon and the Bay of Guaratuba.

	<b>Manche-à-Eau</b>	<b>Guaratuba</b>
<b>méthodologie</b>		
échantillonnage: fréquence	6 campagnes sur 1 an	35 campagnes sur 3 ans
échantillonnage: lieu	bordure de la lagune	canaux de mangrove
engin de pêche	<i>capéchade</i> , maille étirée 13,8mm	<i>chalut benthique</i> , maille étirée 20mm
stade de développement	alevins, juvéniles, adultes	juvéniles, adultes
<b>Résultats</b>		
guilde dominante	Omnivores	Carnivores I, II, piscivores
biomasse la plus importante	Migrantes	Résidantes
Résidentes R	base d la majeure partie de l'année, et pp à la fin de la période des pluies invertébrés + végétaux + poissons	base d la majeure partie de l'année, et pp à la fin de la période des pluies invertébrés + poissons
Migrantes M	base pp ou d selon la saison toutes les guildes trophiques alternent l'utilisation de d et pp Planctoniques ou Carnivores II	base pp toutes les guildes sauf les herbivores alternent l'utilisation de d et pp Piscivores principalement
Occasionnelles O		

Cet écosystème à mangrove réparti autour de la lagune constitue pourtant aussi un milieu à forte capacité d'accueil puisque toutes les guildes trophiques et écologiques y sont présentes. Le milieu de Guaratuba est aussi très riche trophiquement (Chaves & Bouchereau, 2004) même si les espèces ne peuvent actuellement pas toutes être classées dans les guildes.

#### *Guildes trophiques*

Le régime alimentaire de l'assemblage des poissons de la Manche-à-Eau est essentiellement fondé sur les invertébrés (guildes III, IV et V: plus de 80 % de la biomasse totale). Seule la proportion des invertébrés consommés avec des végétaux ou des poissons varie au cours de l'année. La prédominance d'espèces carnivores dans les écosystèmes laguno-estuariens avait déjà été constatée par Kennish (1990). Dans la Manche-à-Eau, les omnivores dominent nettement au détriment des carnivores de deuxième ordre et des planctonophages, tandis qu'à Guaratuba, il existe une forte proportion de carnivores de deuxième et de premier ordre, d'omnivores, ainsi que quelques piscivores (Chaves & Bouchereau, 2004). Les bas niveaux de la chaîne alimentaire sont mal représentés en biomasse. Plus un animal est placé au bas de la chaîne alimentaire, plus il est abondant numériquement, et moins pondéralement. C'est le cas de *H. clupeola*, *D. rhombeus*, *E. gula* et *A. lyolepis*, représentant numériquement 90% de la population, et considérés comme des planctonophages et des omnivores, donc à la base de la chaîne alimentaire. Cette contradiction apparente s'explique par la petite taille liée à la forte densité de ces espèces souvent opposée à la grande taille et au faible nom-

bre des prédatrices. Inversement, les piscivores, en haut de la chaîne, ne représentent que 3,6%. À Guaratuba, la préation est plus forte (Chaves & Bouchereau, 2004), ce qui dénote le pouvoir d'attraction de l'estuaire pour les espèces marines, phénomène déjà observé ailleurs par Thollot (1996). L'évolution temporelle trophique est axée fortement sur les omnivores et les carnivores de deuxième ordre dans la Manche-à-Eau, mais est plus complexe à Guaratuba, avec l'apparition des carnivores de premier ordre (Chaves & Bouchereau, 2004).

#### *Guildes trophiques et guildes d'occupation*

Le comportement alimentaire de piscivore, plus commun chez les occasionnels et les migrants d'après Thollot (1996), n'est observé, dans cette étude, que chez les migrants. Les espèces de poissons juvéniles qui abondent dans les mangroves constituent des proies potentielles pour les migrants M puisqu'ils se nourrissent surtout d'individus de taille inférieure à 100 mm (Blaber, 1986 ; Blaber et al., 1990 ; Salini et al., 1990 ; Thollot, 1996). Le nombre réduit de piscivores de grande taille est une caractéristique commune à la plupart des peuplements de poissons de mangrove (Sierra et al., 1989 ; Salini et al., 1990). Cela indique un faible pouvoir attractif de la lagune par rapport à la ressource alimentaire qu'elle propose et une capacité d'accueil réduite vis-à-vis des grands individus à cause de la faible profondeur limitant leurs déplacements.

Les espèces résidentes des deux sites (8% de la biomasse des 39 espèces dans la Manche-à-Eau, et 50% de celle du groupe des 14 espèces de Guaratuba) ont un régime fondé sur les invertébrés associés avec des poissons (guilde V) ainsi

qu'avec des végétaux (guilde III) dans la Manche-à-Eau, tandis qu'à Guaratuba (Chaves & Bouchereau, 2004), les invertébrés sont aussi consommés, mais seuls (guilde IV).

En terme de biomasse, par rapport aux espèces résidentes, les espèces migrantes majoritaires dans la Manche-à-Eau (groupe des 39 espèces) et à Guaratuba (groupe des 14 espèces) présentent un niveau trophique très voisin dans les deux sites. Majoritairement composée d'espèces omnivores et étant la seule guilde à être représentée parmi les piscivores, les migrantes ne se démarquent que par l'absence d'herbivores au Brésil (Chaves & Bouchereau, 2004). Les deux groupes représentatifs de la biomasse (13 et 14 espèces) sont identiques.

Les espèces occasionnelles, absentes du groupe des 14 à Guaratuba, sont les seules à être représentées dans les planctonophages (guilde II). Elles sont principalement représentées par cette guilde trophique mais aussi par les carnivores de deuxième ordre (guilde V) dans la Manche-à-Eau, et par les piscivores (guilde VI) à Guaratuba (Chaves & Bouchereau, 2004).

#### *Abondances, climatologie, et paramètres hydrologiques*

Certaines périodes semblent plus favorables que d'autres pour l'accueil d'une grande quantité de poissons. Les apports d'eau douce augmentent avec les pluies abondantes en avril et en octobre au cours de l'année 2002. Il existe une étroite relation entre le régime des pluies et les peuplements phytoplanctoniques et végétaux (mécanisme expliqué pour Guaratuba par Chaves & Bouchereau, 2004), même si l'afflux éventuel de sels minéraux, par l'eau de ruissellement, ne semble pas avoir d'effet immédiat sur la productivité en secteur de mangrove, malgré la richesse nutritive bien connue des apports continentaux (Dufour et al., 1994 ; Yáñez-Arancibia et al., 1993). En effet, l'élévation de la turbidité de l'eau empêche l'augmentation de la productivité jusqu'au moment de l'éclaircissement des eaux, après la fin des pluies. Il existe donc un décalage entre la période d'enrichissement de la mangrove, et celle durant laquelle la productivité augmente réellement (Chaves & Bouchereau, 1999). On devrait observer surtout ce phénomène avec les planctonophages de la guilde II, mais ils ne représentent qu'environ 15 % de la biomasse totale des espèces échantillonnées. Cette augmentation de la production végétale devrait aussi affecter les omnivores consommant aussi des végétaux, ainsi que les herbivores. Les planctonophages utilisant beaucoup d'énergie pour s'alimenter, vont attendre que la nourriture soit concentrée. Le maximum de poissons de la guilde II s'observe en décembre. Période propice car elle fait suite aux pluies importantes d'octobre qui par limitation de la pénétration de l'énergie lumineuse dans l'eau, ont fait chuter la production primaire et la biomasse phytoplanctonique, malgré les apports en nutriments. Il se produit généralement une augmentation significative du

phytoplancton à la fin de la saison humide (Yáñez-Arancibia et al., 1993 ; Dufour et al., 1994). Le début de l'augmentation correspond à fin octobre en 2002 dans la Manche-à-Eau, et explique que les planctonophages soient les plus abondants vers décembre au moment où la nourriture est la plus concentrée.

En saison sèche, les mêmes mécanismes se produisent avec un fonctionnement légèrement différent: la faiblesse des précipitations entraîne une certaine stabilité des conditions du milieu, mais limite l'enrichissement des eaux en sels nutritifs. Cependant, à cette saison, les pluies mêmes réduites sont étaillées sur plus de dix jours par mois en moyenne, et les apports de sels nutritifs, bien que limités, sont relativement continus. Les productions phytoplanctoniques, plus faibles que pendant les saisons de transition, restent importantes.

#### *Indice trophique de contribution*

Les espèces résidentes exploitent principalement le compartiment des détritus durant l'année dans les deux écosystèmes laguno-estuariens étudiés (avril à juillet dans la Manche-à-Eau; toute l'année sauf l'automne à Guaratuba), comme l'ont montré Diouf (1996) et Thollot (1996), respectivement en Afrique de l'ouest et en Nouvelle-Calédonie. Dans les deux sites, cette guilde écologique préfère consommer à certaines périodes, la production primaire au moment où la biomasse végétale semble être la plus abondante, à la fin de la période des pluies. En effet, les omnivores de la Manche-à-Eau (plus rares en octobre et décembre) puisent dans cette ressource très abondante à ce moment de l'année. À Guaratuba (Chaves & Bouchereau, 2004), le maximum des valeurs de l'indice est atteint en automne avec la forte poussée de la production primaire (les carnivores de premier ordre sont très abondants en automne, et la valeur du facteur d'exploitation pour la production primaire de la guilde IV est égale à 1; ces poissons puisent donc dans cette ressource à ce moment), le minimum en hiver. Dans ce dernier cas, comme la production primaire diminue les espèces résidentes exploitent alors les détritus en fort développement et les poissons qui sont plus nombreux avec l'arrivée importante de migrants. Au printemps et en été, les valeurs des ressources énergétiques sont très proches les unes des autres. Ces espèces très éloignées géographiquement, opposées par rapport à l'équateur, utilisent de la même manière les ressources énergétiques proposées par le milieu, ce qui montre leur adaptation à celui-ci.

Les espèces migrantes de la Manche-à-Eau utilisent préférentiellement des algues et des végétaux de février à juillet, et des détritus en octobre et décembre, tout en maintenant un régime orienté plutôt vers les détritus sur l'ensemble de l'année. En effet, les carnivores de premier et surtout, ceux de deuxième ordre, consommant principale-

ment des invertébrés, sont le plus représentés en octobre et décembre (Fig. 2), toutes guildes confondues, ce qui est mis en évidence par la domination de l'ITC des détritus au cours de ces mois. À Guaratuba, toutes guildes confondues (Chaves & Bouchereau, 2004), les périodes où les migrants sont très abondants, coïncident avec le maximum de production primaire (hiver et printemps), phénomène mis en évidence par l'indice trophique. Inversement, lorsque cette guilde est moins importante (été et automne), avec une prépondérance de la biomasse due aux résidents, les détritus dominent. Néanmoins, les migrants n'ont pas d'influence dans le temps au niveau de l'exploitation des ressources énergétiques, car ce sont surtout des omnivores (les valeurs du facteur d'exploitation F pour les détritus et la production primaire sont égales chacune à 2), et des piscivores (F est égal à 0 pour les deux). Ces deux guildes trophiques ne sont en faveur ni des détritus, ni de la production primaire. Ce ne sont donc pas les migrants qui font varier l'ITC, mais la plus ou moins forte présence pondérale des résidents. On considère qu'il se produit une alternance de l'exploitation du spectre trophique entre ces deux guildes écologiques, qui se partagent les ressources présentes dans le milieu sans, *a priori*, d'interactions trophiques entre celles-ci (compétition, ...).

L'indice trophique de contribution est un outil efficace car il permet de dire que les espèces occasionnelles alternent l'utilisation des détritus avec celle de la production primaire au cours de l'année, sans qu'il soit possible actuellement de relier ce phénomène à une quelconque interprétation. Néanmoins, elles exploitent surtout la production primaire (Chaves & Bouchereau, 2004).

Dans le calcul de l'indice trophique de contribution (Chaves & Bouchereau, 2004), l'attribution de valeurs du facteur d'exploitation pour les carnivores de premier ordre pourrait être affinée. En effet, cette guilde IV d'espèces se nourrissant strictement d'invertébrés détritivores, ne consommant donc pas directement de végétaux, a une valeur de 1 pour la production primaire, signifiant que ces espèces exploitent cette ressource. Or, si la meïofaune utilise des végétaux dans son alimentation, la guilde V, aussi consommatrice indirecte de végétaux, devrait aussi avoir une valeur de 1 pour la production primaire du facteur F. Cette valeur du facteur d'exploitation, étant élevée, il serait plus convenable qu'elle soit égale à 0,75 pour la production primaire de la guilde IV et à 0,25 pour la V.

Cette étude sur la comparaison de l'organisation fonctionnelle trophique de l'ichtyocoenose de deux lagunes à mangrove est originale parce qu'elle utilise un nouvel indice: l'indice trophique de contribution direct (ITC). Elle permet de valider et d'affiner l'outil de comparaison mis au point pour l'étude de la Baie de Guaratuba en vue de déterminer l'influence d'un écosystème, la mangrove, par rapport aux bases de productions primaires et détritivores.

Lorsque des valeurs d'ITC relatives à d'autres écosystèmes à mangrove seront disponibles dans la littérature, une interprétation scientifique plus large sur leur écologie trophique pourra alors avoir lieu. En effet, le présent travail représente une proposition pour diverses applications de l'ITC dans le cadre de la comparaison des écosystèmes Laguno-Estuariens (ELE) en rapport avec une caractéristique commune. Il peut s'agir, comme ici, de la mangrove, à l'échelle de sa répartition biogéographique en vue de l'établissement de typologies d'ELE ou d'ichtyocoénoses pour une meilleure connaissance de leur organisation. Ceci implique la création de bases de données avec la connaissance préalable des localités, des inventaires, des dates, natures et efforts d'échantillonnages, des abondances relatives des espèces, de leur régime alimentaire et de leur phénologie pour le bon classement des espèces dans les guildes dans le but du calcul de l'ITC.

### Remerciements

Cette étude a été financée par le projet de coopération franco-brésilienne CAPES-COFECUB n° 376/02: "Comparaison de l'ichtyofaune résidante dans deux écosystèmes à mangrove: la lagune de la Manche-à-Eau (Guadeloupe, France) et la Baie de Guaratuba (Paraná, Brésil)" entre l'UAG et l'UFPR (Université Fédérale du Paraná, Curitiba). Elle s'intègre dans les programmes scientifiques actuels du Laboratoire de Biologie Marine de l'équipe d'accueil EA 926 DYNECAR, sur l'organisation et le fonctionnement trophiques de l'assemblage ichtyque de la Manche-à-Eau, inscrits au plan quadriennal 2002-2005.

### Références

- Albarete J.-J.** 1987. Les peuplements de poissons de la Casamance (Sénégal) en période de sécheresse. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, **20**: 291-310.
- Albarete J.-J. & Legendre M.** 1985. Biologie et écologie des Mugilidae en lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). Intérêt potentiel pour l'aquaculture lagunaire. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, **18**: 281-303.
- Assor R.** 1987. La lagune de la Manche-à-Eau (Mangrove de Guadeloupe). Implications sédimentologiques de l'action de la marée et du vent. *Bulletin de l'Institut Géologique du Bassin d'Aquitaine*, **42**: 53-66.
- Austin H.M. & Austin S.E.** 1971. Juvenile fish in two Puerto Rican mangroves. *Underwater Naturalist*, **7**: 26-36.
- Blaber S.J.M.** 1986. Feeding selectivity of a guild of piscivorous fishes in mangrove areas of north-west Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, **37**: 329-337.
- Blaber S.J.M., Milton D.A., Rawlinson N.J.F., Tiroba G. & Nichols P.V.** 1990. Diets of lagoon fishes in the Salomon Islands: predators of luna baitfish and trophic effects of baitfish-

- ing on the subsistence fishery, *Fisheries Research*, **8**: 263-286.
- Blasco F.** 1975. The mangroves of India. *Institut Français de Pondichéry, Travaux de la Section Scientifique et Technique*, **14**.
- Bleuse N. & Mandar C.** 1996. Le régime pluviométrique de la Guadeloupe. Service central de la Communication et de la Commercialisation, 9, 32 pp.
- Bouchereau J.-L. & Chaves P.T.C.** 2003. Ichthyofauna in the ecological organisation of a south-west Atlantic ecosystem: the Bay of Guaratuba, Brazil (25°52'S; 4°8'39"W). *Vie et Milieu*, **52**: 103-110.
- Bouchereau J.-L., Joyeux J.C. & Quignard J.P.** 1989. Structure de la population de *Pomatoschistus microps* (Krøyer, 1838) Poissons, Gobiides, lagune de Mauguio (France). *Vie & Milieu*, **39**: 19-28.
- Bouchon-Navarro Y., Bouchon C. & Louis M.** 1992. L'ichtyofaune des herbiers de phanérogames marines de la baie de Fort-de-France (Martinique, Antilles Françaises). *Cybium*, **16**: 307-330.
- Chao L.N., Pereira L.E. & Vieira J.P.** 1985. Estuarine fish community of the Dos Patos Lagoon, Brazil. A baseline study. In: *Fish community ecology in estuaries and lagoons: towards an ecosystem integration*. Mexico, (A. Yáñez-Arancibia ed): 429-450.
- Chao L.N., Pereira L.E., Vieira J.P., Bemvenuti M.A. & Cunha L.P.R.** 1982. Relação preliminar dos peixes estuarinos e marinhos da Lagos dos Patos e Região Costeira Adjacente, Rio Grande do Sul, Brasil. *Atlântica*, Rio Grande, **5**: 67-75.
- Chaves P.T.C. & Bouchereau J.L.** 1999. Biodiversité et dynamique des peuplements ichtyiques de la mangrove de Guaratuba, Brésil. *Oceanologica Acta*, **22**: 353-364.
- Chaves P.T.C. & Bouchereau J.L.** 2000. Use of mangrove habitat for reproductive activity by the fish community in the Guaratuba Bay, Brazil. *Oceanologica Acta*, **23**: 273-280.
- Chaves P.T.C. & Bouchereau J.L.** 2004. Trophic organisation and functioning of ichtyic populations in the Bay of Guararuba, Brazil, on the basis of a trophic contribution factor. *Acta Adriatica*, **45**: sous presse.
- Chaves P.T.C., Rickli A. & Bouchereau J.L.** 1998. Stratégie d'occupation de la mangrove de Guaratuba (Brésil) par le Scianidé prédateur *Isopisthus parvipinnis* (Teleostei, Pisces). *Cahiers de Biologie Marine*, **39**: 63-73.
- Chaves P.T.C. & Serenato A.** 1998. Diversidade de dietas na assembléia de linguados (Teleostei, Pleuronectiformes) do manguezal da Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista Brasileira de Oceanografia (São Paulo)*, **46**: 61-68.
- Diouf P.S.** 1996. Les peuplements de poissons des milieux estuariens de l'Afrique de l'ouest: l'exemple de l'estuaire hypersalin du Sine-Saloum. Thèse Doctorat, Université de Montpellier II, France.
- Diouf P.S., Kebe M., Le Reste L., Boussou T., Diahiou H.D. & Gaye A.B.** 1991. *Plan d'action forestier – Pêche et aquaculture continentales*. CRODT, FAO, Ministère du Développement et de l'hydraulique, 1, 268 p.
- Dufour P., Albaret J.-J., Durand J.-R. & Guiral D.** 1994. Fonctionnement de l'écosystème Ébrie. In: *Environnement et ressources aquatiques de Côte-d'Ivoire. Tome II. Les milieux lagunaires*. (J.R. Durand, D. Guiral, S.G.F. Zabi ed.). Orstom, Paris, 550p.
- Elliot M. & Dewailly F.** 1995. The structure and components of European estuarine fish assemblages. *Netherlands Journal of Aquatic Ecology*, **29**: 397-417.
- Figueiredo J.L. & Menezes N.A.** 1978. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. II. Teleostei (1)*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 110p.
- Figueiredo J.L. & Menezes N.A.** 1980. *Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. II. Teleostei (3)*. Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 96p.
- Guelorget O., Gaujous D., Louis M. & Perthuisot J.P.** 1990. Macrofauna of Lagoons in Guadeloupean Mangroves (Lesser Antilles): Role and Expressions of the confinement. *Journal of Coastal Research*, **6**: 611-626.
- Heck K.L. & Weinstein M.P.** 1989. Feeding habits of juvenile reef fishes associated with panamian seagrass meadows. *Bulletin of Marine Science*, **45**: 629-636.
- Herbert M. & Austin S.E.** 1971. Juvenile Fish in two Puerto-Rican Mangroves. *Underwater Naturalist*, **7**: 26-30.
- Imbert D.** 1985. Organisation spatio-temporelle des communautés végétales dans la mangrove du Grand Cul-de-Sac Marin (Guadeloupe). Thèse de Doctorat de Spécialité de l'Université des Sciences et Techniques du Languedoc. Montpellier, 132p.
- Kennish M.J.** 1990. *Ecology of Estuaries. Vol. II. Biological Aspects*. CRC Press, Boca Raton, Florida. 391pp.
- Kiener A.** 1966. Contributions à l'étude écologique et biologique des eaux saumâtres malgaches. Les poissons euryhalins et leur rôle dans le développement des pêches. *Vie & Milieu*, **16**: 1013-1149.
- Kromer J.L., Insali P. & Gomes M.** 1994. Rio Grande de Buba. Bio-écologie et paramètres environnementaux. Bissau, UICN/Ministère des pêches de Guinée-Bissau, 118p + annexe.
- Lasserre G. & Toffart J.L.** 1977. Echantillonnage et structure des populations ichtyologiques des mangroves de Guadeloupe en Septembre 1975. *Cybium*, **2**: 115-127.
- Louis M.** 1981. Faune ichtyologique et potentialité aquacole dans les mangroves de Guadeloupe. Journées Aquacoles de la Caraïbe, p 1-13.
- Louis M., Lam Hoai T. & Lasserre G.** 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*, **4**: 249-265.
- Mac Nae W.** 1974. Mangrove forests and fisheries. *Indian Ocean fishery commission*. IOFC/DEV/ 74.34, FAO (Rome), 35p.
- Martinet J., Bourgeois P. & Blonce C.** 1982. Concentration de certains Métaux Lourds dans les Eaux, les Huîtres et les Poissons de la Mangrove proches de Pointe-à-Pitre, Guadeloupe. Etude Préliminaire. *Revue Internationale d'Océanographie Médicale*, **62**: 33-38.
- Menezes N.A. & Figueiredo J.L.** 1980. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. IV. Teleostei (3). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 96p.
- Menezes N.A. & Figueiredo J.L.** 1985. Manual de Peixes Marinhos do Sudeste do Brasil. V. Teleostei (4). Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 105p.
- Odum W.E. & Heald E.J.** 1972. Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bulletin of Marine Science*, **22**: 671-738.
- Odum W.E. & Heald E.J.** 1975. In: *Estuarine research*, (L.E. Cronin, ed.), 1, Academic Press, 285p.

- Pauly D.** 1991. Growth of the checkered puffer *Sphoeroides testudineus*: postscript to papers by Targett and Pauly & Ingles. *Fishbyte*, **9**: 19-22.
- Quignard J.P.** 1984. The biological and environmental characteristics of lagoons as the biological basis of fisheries management In *Management of coastal lagoon fisheries* (Kapetsky & G. Lasserre eds), *Studies and reviews FAO, Rome*, **61**: 3-38.
- Quignard J.P. & Farrugio H.** 1981. Les pêcheries fixes lagunaires: caractéristiques et possibilités. *Pêches Mar.*, **1238**: 289-293.
- Rabanal H.R.** 1977. Mangroves and their utilization for aquaculture. *Philippine Journal of Fisheries*, **14**: 191-203.
- Randall J.E.** 1968. *Caribbean reef fishes*. T.F.H. Publications, Inc., 318 p.
- Salini J.P., Blaber S.J.M. & Brewer, D.T.** 1990. Diets of piscivorous fishes in a tropical australian estuary, with special reference to predation on penaeid prawns, *Marine Biology*, **105**: 363-374.
- Sierra L.M., Claro R., Garcia-Arteaga J.P. & Valdes-Munoz E.** 1989. Estructura trofica de las comunidades de peces que habitan en diferentes biotopos del Golfo de Batabano. In: *Asociaciones de peces en el Golfo de Batabano*, Editorial Academia, La Havane: 83-95.
- Sierra L.M., Claro R. & Popova O.A.** 1994. Alimentacion y relaciones tróficas. p. 263-284. In *Ecología de los Peces Marinos de Cuba. Instituto de Oceanología Academia de Ciencias de Cuba and Centro de Investigaciones de Quintana Roo, Mexico* (R. Claro ed.).
- Thollot P.** 1996. Les poissons de mangrove du lagon sud-ouest de Nouvelle-Calédonie. Orstom, Collection Études et Thèses, Paris, 321p.
- Vendel A.L. & Chaves P.T.C.** 1998. Alimentação de *Bairdiella ronchus* (Cuvier) (Teleostei, Sciaenidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. *Revista brasileira de Zoologia*, **15**: 297-305.
- Whitehead P.J.P., Nelson G.J. & Wongratana T.** 1988. FAO species catalogue. Vol. 7. *Clupeoid fishes of the world (Suborder Clupeoidei)*. An annotated and illustrated catalogue of the herrings, sardines, pilchards, sprats, shads, anchovies and wolf-herrings. Part 2 - Engraulidae. FAO Fisheries Synopsis 7 Pt. 2: 579 p.
- Yáñez-Arancibia A., Lara-Dominguez A.L. & Day Jr J.W.** 1993. Interactions between mangrove and seagrass habitats mediated by estuarine nekton assemblages: coupling of primary and secondary production. *Hydrobiologia*, **264**: 1-12.
- Yáñez-Arancibia A., Lara-Dominguez A.L., Sanchez-Gil P., Maldonado I.V., Abad M.C.G., Alvarez-Guillen H., Garcia M.T., Hernandez D.F. & Lineares F.A.** 1985. Ecology of evaluation of fish community in coastal ecosystems: estuary – shelf interrelationships in southern Gulf of Mexico. In: *Fish community ecology in estuaries and lagoons: towards an ecosystem integration*. Mexico (A. Yáñez-Arancibia ed.): 475-498.