

# Rôle des estuaires vis-à-vis de la ressource halieutique côtière en Guinée

Éric BARAN

## 1. Introduction

Les estuaires jouent sous toutes latitudes un rôle de nourricerie depuis longtemps connu. Beckley (1984), Ross et Epperly (1985), Yañez-Arancibia (1985) listent de nombreux auteurs qui ont pu observer ce phénomène. Par contre les estuaires sont un lieu de reproduction pour un nombre restreint d'espèces seulement, et de façon générale les relations entre milieu estuarien, ichtyofaune estuarienne et production halieutique côtière s'inscrivent dans un système complexe et interactif où peu de liens de causalité ont encore été démontrés (Day *et al.* 1989).

Compte tenu de l'importance de la ressource piscicole dans l'économie guinéenne et de l'emprise humaine croissante sur les milieux estuariens, qui sont des lieux d'urbanisation privilégiés (Albaret et Diouf 1994), la question du rôle des estuaires vis-à-vis de la production halieutique se pose avec acuité. Mieux comprendre le fonctionnement de ces systèmes et des ressources qui y sont liées permettra de mieux en maîtriser le devenir.

La question du rôle des estuaires est donc ici abordée essentiellement par le biais de l'étude la plus complète actuellement disponible.

\* Dans un premier temps, nous détaillons le type d'étude menée et les conclusions auxquelles elle a permis d'aboutir pour ce qui est du contexte hydroclimatique, physico-chimique et des particularités du milieu considéré.

La dynamique spatio-temporelle des espèces estuariennes est ensuite synthétisée, en intégrant également les stratégies de reproduction et d'alimentation des différentes espèces. Ces résultats conduisent à l'hypothèse d'un "estuaire côtier" le long du littoral guinéen, hypothèse aux conséquences écologiques importantes que nous détaillerons.

\* Dans un second temps une discussion d'ordre plus général sur le rôle des estuaires et de la mangrove fait le point des connaissances actuelles dans ce domaine.

\* Enfin les conséquences d'une évolution de la surface de mangrove et d'aménagements hydrauliques sur le peuplement côtier sont discutées à la lumière des résultats acquis.

## 2. Milieux estuariens en Guinée

Les milieux estuariens ont très peu été étudiés en Guinée d'un point de vue ichtyofaunistique, puisqu'on ne recense, à notre connaissance, que les études de Boltachev (1991) et Baran (1996) pour ce qui est des peuplements adultes, et les travaux de Pandaré *et al.* (1992), Pandaré et Tamoïkine (1993), Tamoïkine et Pandaré (1994) pour la composante ichtyoplanctonique. La situation est similaire du point de vue de l'hydro-morphologie puisque seul E.S. Diop (1990) en dresse un descriptif global. Son travail, complété par l'approche hydrologique de Mahé (1993) et morpho-sédimentologique de Bertrand (1993) laisse cependant apparaître une certaine homogénéité des milieux estuariens et littoraux de Guinée telle, que les résultats recueillis lors d'une étude écologique détaillée de l'un de ces systèmes puissent être considérés comme globalement valables pour les autres systèmes situés au nord de la presqu'île du Kaloum.

C'est dans ce cadre que sont détaillés ici les résultats acquis à partir de l'étude de l'estuaire du fleuve Fatała.

### 2.1. Étude réalisée

Un *estuaire* a été considéré comme "une avancée de la mer dans une vallée fluviale jusqu'à la limite supérieure de la zone d'influence des marées, dans laquelle on distingue d'ordinaire trois secteurs : a) un estuaire marin ou inférieur, ouvert sur la mer ; b) un estuaire intermédiaire où se réalise un mélange intense des eaux douces et marines ; c) un estuaire supérieur ou fluvial, caractérisé par de l'eau douce mais sujet à une alternance marégraphique quotidienne." (Fairbridge 1980).

En l'absence quasi-totale d'informations sur les milieux estuariens de Guinée, nous avons entre janvier 93 et mars 94 mené une étude sur la dynamique spatio-temporelle du milieu et des peuplements de poissons de l'estuaire du fleuve Fatała.

Cet estuaire a pour limite amont *sensu stricto* le Km 60, et pour limite inférieure la ligne de côte. Nous avons cependant prolongé l'échantillonnage par une station située à 4 km en mer en face de l'embouchure, au-delà de la ligne de côte (figure 1).

L'étude a été basée sur un protocole d'échantillonnage mensuel, en des sites équidistants. Les paramètres physico-chimiques du milieu (profondeur, turbidité, température, salinité, nature du fond, sens et force du courant, végétation rivulaire, marnage) ont été régulièrement relevés tout au long de l'année.

Plusieurs méthodes de pêche ont été retenues de manière à obtenir un échantillonnage le plus fiable possible de l'ichtyofaune estuarienne (pêches régulières de nuit et de jour, dans le chenal comme le long des berges et dans les zones annexes telles que bras de mers et zones d'inondation). Le peuplement a été caractérisé d'après les abondances et biomasses des espèces présentes. Pour chaque espèce ont été détaillées les classes de taille et de maturité sexuelle (afin de cerner les différentes écophases et les périodes de reproduction), ainsi que le régime alimentaire.

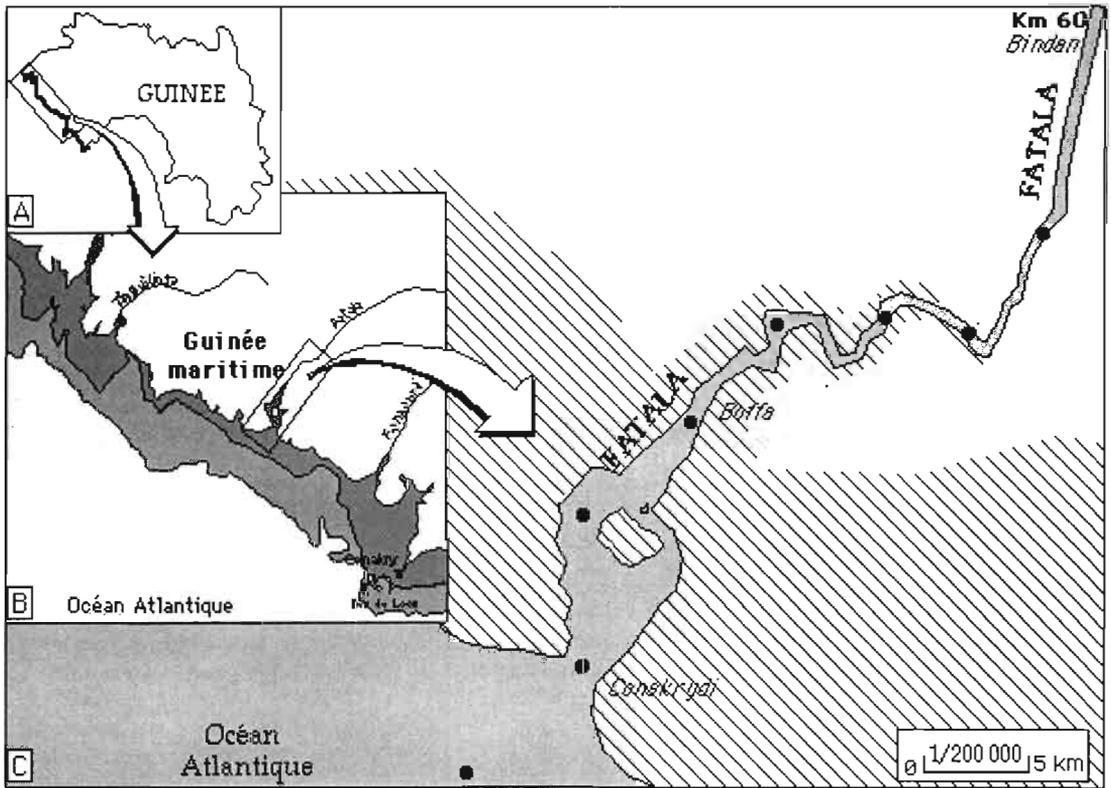


Figure 1 :  
Cartes de situation

- A : le littoral guinéen (en gras)
- B : zone côtière et gradient de turbidité littorale en saison sèche (d'après Diop 1990)
- C : site de l'étude menée dans l'estuaire du fleuve Fatała (points d'échantillonnage et zone de mangrove en grisé).

## 2.2. Milieu hydroclimatique et physico-chimique

L'étude des principaux paramètres abiotiques du milieu, qui définit le contexte dans lequel évolue le peuplement, a mis en évidence la grande variabilité du système, du moins à l'échelle où nous l'avons mesurée. Le débit fluvial varie d'un facteur 100 entre saison des pluies et saison sèche, et il s'ensuit une variation concomitante de la salinité (entre 0 et 29‰) et, à un moindre degré, de la turbidité et de la température. Le front de salinité nulle se déplace de 37 km au cours de l'année, et la salinité en mer face à l'embouchure descend jusqu'à 19‰. La partie aval de l'estuaire, très turbide en toute saison, ne dépasse pas 70 cm de visibilité au disque de Secchi. Bien que la température varie peu (25-31°C), elle est toutefois plus élevée en amont qu'en aval en saison sèche, et inversement en saison des pluies. La rupture entre ces deux principales saisons est marquée par les mois de janvier (fin du patron lié à la saison des pluies) et de juin (fin du patron de saison sèche). Du point

de vue abiotique, tout se passe comme s'il y avait un aller-et-retour saisonnier de la structure physico-chimique du milieu entre l'amont de l'estuaire et les environs de Boffa (Km 17).

En mer, dans la zone côtière située face à l'embouchure de la Fatała, on observe que la température qui est sensiblement de 29° toute l'année dans cette zone, décroît rapidement jusqu'à une valeur d'environ 26° au mois de janvier. Ce changement est de courte durée et ne semble pas excéder un mois (BARAN, 1995). Ceci suggère une influence possible de l'upwelling sénégalais qui atteint à cette époque de l'année son extension la plus méridionale et s'étend alors sur toute la partie nord ouest du plateau continental guinéen sensiblement jusqu'à la latitude du cap Verga. Le refroidissement des eaux dans la zone côtière serait alors favorisé par les paleo vallées (DOMAIN, 1997) qui entaillent profondément le plateau continental au droit de la Guinée. On note qu'à cette période correspond une grande richesse de l'ichtyofaune et particulièrement des espèces pélagiques côtières.

### 2.3. Les différentes communautés de poissons estuariens

Une première approche du peuplement estuarien a mis en évidence la forte dominance numérique des Clupeidae, qui représentent 66 à 72 % des captures selon l'engin. Juste après viennent les Sciaenidae, surtout avec *Pseudotolithus elongatus*. Ceci reproduit une situation fréquente dans les estuaires de l'Atlantique tropical (Longhurst et Pauly 1987 ; Day *et al.* 1989)

La distribution des espèces dans l'estuaire suit un gradient d'abondance décroissante de l'aval vers l'amont, qui est surtout lié à la raréfaction des espèces de petits pélagiques côtiers. La richesse spécifique ne varie pas avec la distance à la mer, du fait d'un processus de compensation, les espèces d'origine continentale remplaçant vers l'amont celles à affinité marine. Le mois du maximum d'abondance, défini d'après des captures standardisées à la senne tournante coulissante, est clairement celui de janvier, au moment du minimum de température de la mer ; il est lié à la dominance de certaines espèces à affinité marine, surtout planctonophages, qui font preuve apparemment d'une grande variabilité interannuelle (*Sardinella maderensis*, *Chloroscombrus chrysurus*, *Brachydeuterus auritus*,...)

Une synthèse des stratégies d'occupation de l'estuaire, des stratégies reproductives et trophiques permet de considérer trois composantes majeures dans le peuplement estuarien de la Fatała (figure 2) :

1) une composante estuarienne et côtière, dans laquelle on peut distinguer deux groupes :

les espèces qui occupent surtout le domaine côtier et uniquement l'aval de l'estuaire, en y réalisant toutefois l'intégralité de leur cycle vital. Il s'agit essentiellement là de petits pélagiques planctonophages, abondants et grégaires, tels *Chloroscombrus chrysurus* ou *Sardinella maderensis*. Leur abondance varie beaucoup selon la saison et connaît un pic marqué au mois de janvier lorsque se fait sentir l'influence de l'upwelling du large.

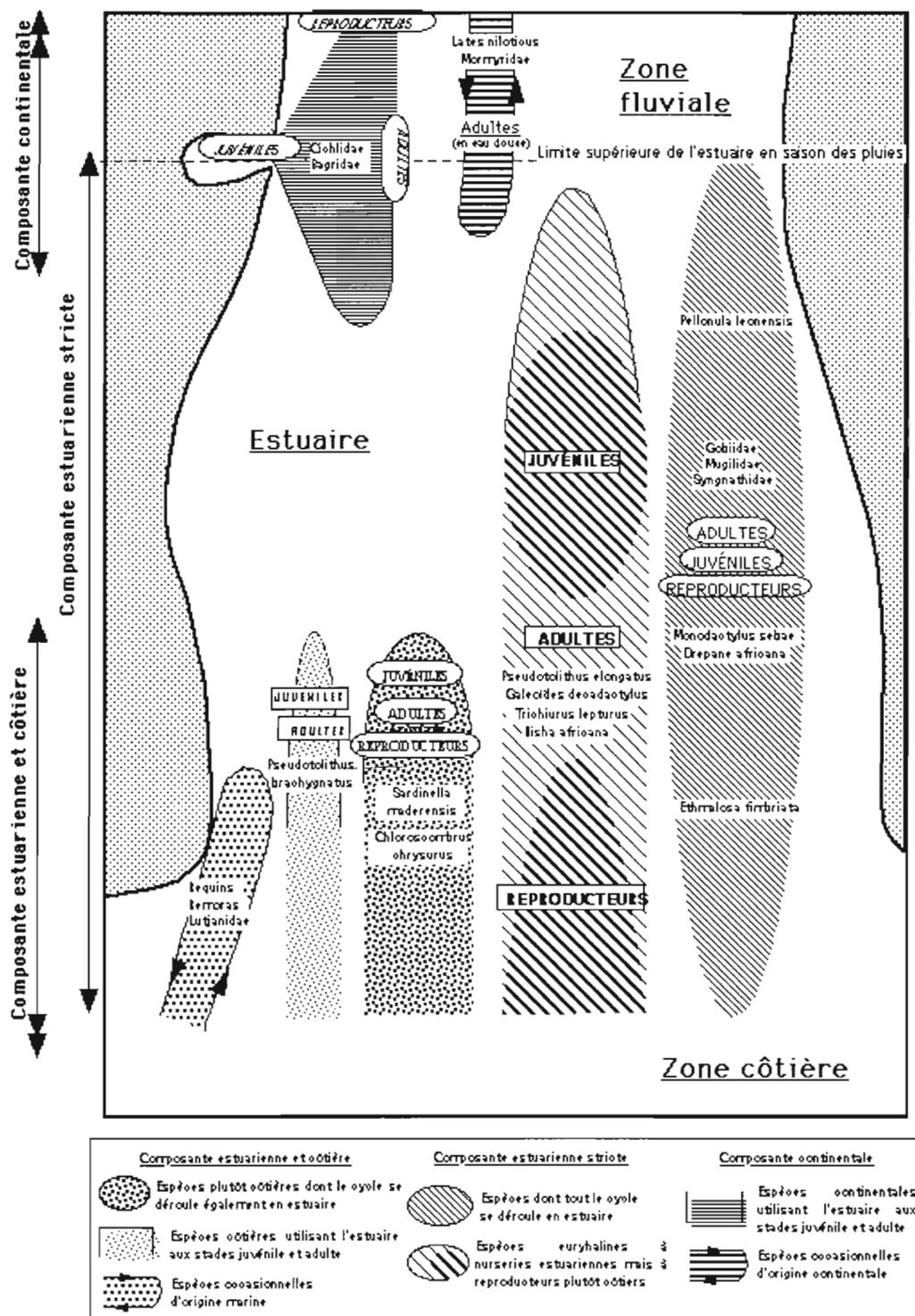


Figure 2 :

Schéma de synthèse des différentes stratégies vitales du peuplement estuarien

- les espèces qui n'occupent l'estuaire qu'à un moment de leur cycle, mais sans s'y reproduire. Les écophases sont alors juvéniles et adultes (cas de certains Sciaenidés côtiers tel *Pseudotolithus brachygnatus*) ou uniquement adultes (visiteurs occasionnels marins, prédateurs epibenthophages et/ou ichtyophages ; ainsi du rémora, des Lutjanidés).

Les espèces de cette composante estuarienne et côtière connaissent une distribution variable en fonction de la saison ; elles remontent jusqu'à mi-estuaire avec la saison sèche et la marinisation du milieu, pour redescendre en domaine côtier au moment de la crue. Elles présentent des périodes de reproduction diverses, asynchrones, mais souvent très longues (six à huit mois).

La part de cette composante dans le peuplement estuarien global est très variable dans la mesure où elle est très influencée par l'abondance des petits pélagiques.

Lors de notre échantillonnage, les captures de la station marine (distante de 4 km des côtes) ont en outre permis de mettre en évidence certaines espèces (*Pentanemus quinquarius*, *Brachydeuterus auritus*,...) abondantes en milieu côtier mais qui ne pénétraient pratiquement pas à l'intérieur des limites rivulaires, la ligne de côte constituant pour elles une frontière écologique.

2) une composante estuarienne fondamentale, dans laquelle on peut également distinguer deux groupes :

- les espèces strictement estuariennes, dont le cycle vital se réalise à l'intérieur des limites rivulaires. Les Gobiidae sont, comme dans la plupart des milieux estuariens du monde, les plus abondants représentants de ce groupe (Dando 1984 ; Day *et al.* 1989), qui comprend également des Mugilidae (*Liza falcipinnis*, *Liza grandisquamis*), et au total une quinzaine d'espèces parmi lesquelles *Pellonula leonensis*, *Drepane africana* ou *Monodactylus sebae*. Ces espèces sont surtout omnivores ou dépositivores ;
- des espèces à large distribution, que l'on rencontre à tous les stades dans l'estuaire (juvénile, adulte, reproducteur), mais pour lesquelles se manifeste une certaine ségrégation spatiale, les juvéniles étant concentrés dans les stations médianes et les reproducteurs vers l'embouchure et la côte (*Ilisha africana*, *Pseudotolithus elongatus*, *Trichiurus lepturus*, *Galeoides decadactylus*, *Ethmalosa fimbriata*,...). Ce groupe est composé en majorité de prédateurs pour lesquels les crevettes et dans une moindre mesure les crabes constituent une ressource trophique essentielle.

Cette composante estuarienne fondamentale est extrêmement tolérante aux conditions de milieu ; la plupart de ses espèces sont ubiquistes et permanentes, et forment donc un contingent assez stable dans le temps et l'espace. Elle est numériquement la plus abondante dans nos captures, du fait de la dominance d'*Ilisha africana* et de *Pseudotolithus elongatus*. Ses espèces présentent dans la majorité des cas une stratégie de reproduction permanente.

3) une composante continentale ; celle-ci ne se reproduit pas dans l'estuaire mais l'occupe au moment de la crue. Là encore on peut distinguer deux groupes, constitués de peu d'espèces et de peu d'individus :

- quelques espèces tolérantes qui descendent en saison des pluies s'alimenter jusqu'en zone saumâtre (notamment *Chrysichthys johnelsi* ou *Papycrocranus afer*) ;
- une communauté dulçaquicole, composée de Cichlidae, de Characidae ou de Mormyridae qui se structure lentement en amont de l'estuaire lorsque celui-ci est en eau douce et disparaît dès le retour du front salin.

Ces deux groupes ne semblent pas se reproduire en eau saumâtre mais les zones humides annexes, soumises à l'alternance marégraphique, jouent un rôle important de nourricerie.

L'analyse des stratégies temporelles de reproduction a donc mis en évidence une diversité de tactiques, avec comme point commun une longue période génésique chez la plupart des espèces estuariennes et côtières, qui a pu être interprétée comme une assurance de recrutement suffisant quels que soient les aléas du milieu (Wallace 1975). Par contre plusieurs indices, notamment ichtyoplanctonologiques, semblent indiquer que l'activité de reproduction est relativement faible dans l'estuaire de la Fataha, mais qu'il existe sur ce point une continuité entre l'intérieur de la zone estuarienne et le littoral. Ceci conduit à l'hypothèse de zones de ponte localisées en domaine côtier pour de multiples espèces estuariennes (Pandaré et Tamoïkine 1993).

Si l'estuaire ne semble pas être une frayère, il joue néanmoins un rôle important de nourricerie, comme en témoignent la migration au stade ichtyoplanctonique de plusieurs espèces dominantes depuis la côte vers les stations intra-estuariennes, ainsi que l'abondance des stades juvéniles dans ces mêmes stations (Tamoïkine et Pandaré 1994).

Les causes et les mécanismes de ce processus n'étant pas connus en Guinée, l'étude de l'ichtyoplancton (déterminisme de la migration estuarienne, sources trophiques, limites de tolérance,...) se révèle nécessaire à la compréhension et à la gestion pérenne de la ressource (Tamoïkine et Baran 1993).

Enfin l'analyse des relations entre espèces et paramètres abiotiques du milieu souligne la corrélation positive entre l'abondance de la faune et, par ordre d'importance, la nature du substrat, la turbidité, la salinité et la marée.

## 2.4. Hypothèse de l'estuaire côtier

Le faisceau d'indices, tant physico-chimiques que biologiques, recueillis au cours de ce travail et accréditant l'idée d'une continuité à grande échelle entre l'estuaire étudié et le domaine littoral guinéen nous conduit à proposer l'idée d'un "estuaire côtier" qui existerait en Guinée au moins pendant la saison des pluies.

La notion d'estuaire côtier, depuis longtemps esquissée (Caspers 1954 ; Ketchum 1967 *in* Mann 1982 ; Rodriguez 1975) a été évoquée en particulier dans le cas de l'Asie du sud-est

(Blaber 1981, Chong *et al.* 1990) du fait de la totale continuité hydrochimique et écologique entre mer et mangrove.

En Guinée, où elle a été évoquée pour la première fois par Albaret (*in litt.*), l'hypothèse d'un estuaire côtier repose sur les faits suivants :

- la similitude des conditions de milieu (dessalure, turbidité, nature du fond,...) entre zone littorale et domaine estuarien au sens strict ;
- l'observation d'une activité de reproduction importante en zone littorale, notamment à proximité des îles de Loos (Pandare et Tamoïkine 1993), chez des taxons considérés comme estuariens (Sciaenidae, Mugilidae) ;
- la présence d'une communauté ("estuarienne *et* côtière") dont le cycle vital semble s'accomplir à la fois en secteur estuarien et littoral ;
- le fait que l'activité reproductrice d'espèces connues pour frayer en zone saumâtre comme *Pseudolithus elongatus* (Sciaenidae ; Le Guen 1971) soit faible en Fatala mais apparemment plus intense en secteur côtier guinéen ;
- les captures réalisées le long du littoral par Domain (1989), qui confirme la typologie de Longhurst (1963) et mentionne la présence d'une "communauté à Sciaenidae d'estuaire que l'on trouve en abondance de la côte aux fonds de 8 m, soit jusqu'à environ 12 km au large".

Notre échantillonnage ne s'étant pas prolongé au delà de 4 km en mer, nous manquons évidemment d'éléments déterminants pour valider ce qui est posé comme une hypothèse. Il faut toutefois noter qu'une hypothèse similaire de "nurserie littorale" a été émise par Vendeville en 1993 à propos de crevettes Penneïdes le long de la côte guyanaise, où prévalent des conditions hydrochimiques comparables à celles de Guinée. Nous n'avons pas retenu ici ce terme de "nurserie littorale" car aucune donnée ne nous permet de dire si la zone littorale guinéenne joue, comme les estuaires, un rôle de nourricerie vis-à-vis de l'ichtyofaune.

Enfin la question des limites marines de cet "estuaire côtier" reste posée ; le suivi du stock halieutique côtier par Domain (1989) fournit des éléments de réponse basés sur la distribution saisonnière des communautés démersales, mais une étude écologique du fonctionnement de ce système littoral guinéen reste à faire.

La figure 3 permet de positionner approximativement l'estuaire côtier à l'échelle du littoral guinéen.

Enfin on notera qu'en l'absence d'informations préalables sur le système saumâtre abordé, notre étude a été menée dans un domaine estuarien défini au sens strict ; or les résultats acquis mettent en évidence le fait que dans le contexte guinéen, l'estuaire doit être envisagé au sens large.

Ceci peut avoir pour conséquence une surestimation de la variabilité spatio-temporelle du peuplement ; en effet on peut s'attendre à ce que la fraction côtière de ce peuplement, vi-

vant dans un milieu plus tamponné, à moindre variabilité environnementale que la zone intra-rivulaine, présente une distribution plus homogène dans le temps et l'espace que la fraction ici étudiée.

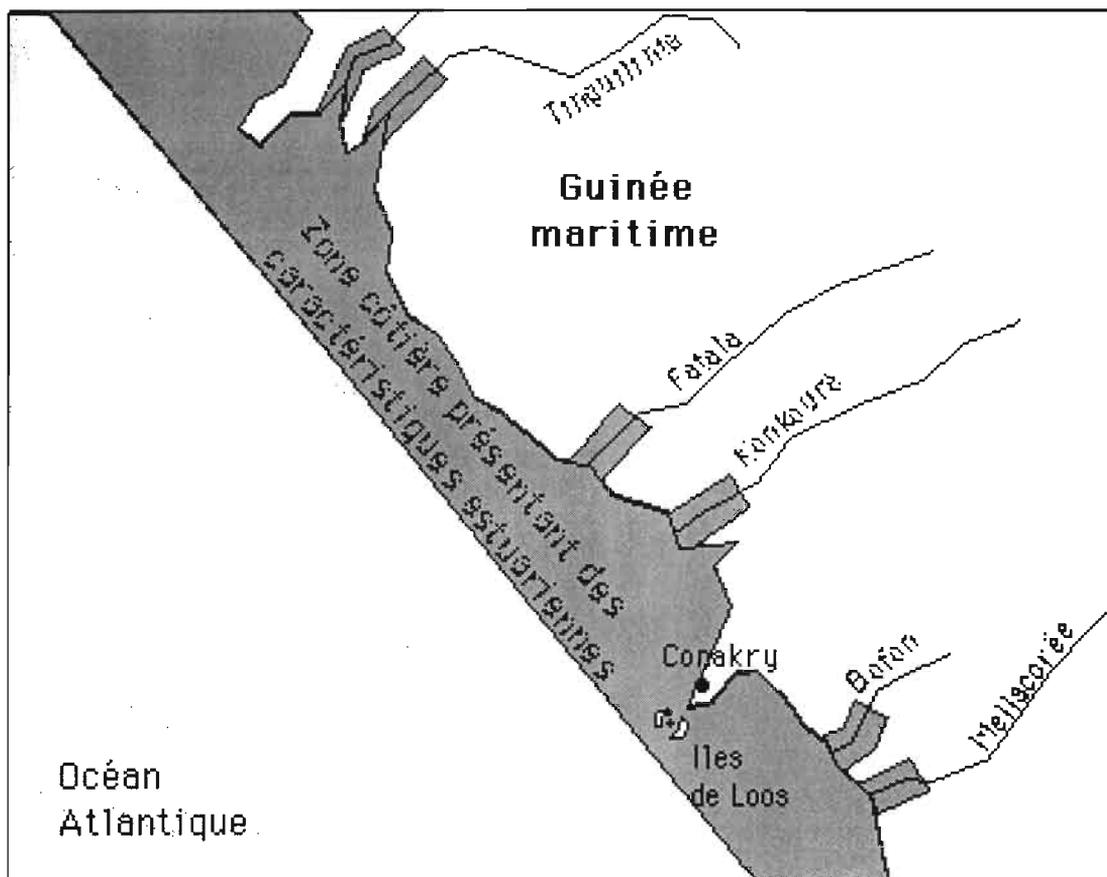


Figure 3 :  
Hypothèse de l'estuaire côtier le long des côtes guinéennes

### 3. Rôles des estuaires et de la mangrove vis-à-vis de la production halieutique côtière

Nous avons déterminé que l'estuaire de la Fatala, situé en zone de mangrove, jouait un rôle de nurserie pour de nombreuses espèces de poissons dont certaines de valeur économique importante (Sciaenidae, Polynemidae,.... d'après Domain 1989). Il est probable que la zone littorale joue le même rôle, mais les études réalisées jusqu'à présent ne permettent pas d'apporter de réponse définitive sur ce point.

Le souci de maintenir la ressource conduit néanmoins à s'interroger sur le pourquoi du rôle de nourricerie joué par l'estuaire, et donc sur les facteurs environnementaux qui conditionnent la présence des juvéniles.

Parmi ces différents facteurs environnementaux, la surface couverte par la mangrove, qui tend à diminuer rapidement en Guinée suite à une forte pression anthropique (CCE-SECA 1990) est-elle un facteur déterminant ?

Nous essaierons dans cette section d'apporter des éléments de réponse à ces questions. Ceux-ci, dépassant le cadre de nos résultats, se basent essentiellement sur les acquis d'autres études en des milieux comparables.

### 3.1. Rôle de nourricerie de l'estuaire *sensu stricto*

Plusieurs facteurs se combinent, de façon complexe, pour expliquer l'abondance des post-larves et juvéniles dans les estuaires et le rôle de nourricerie joué par ceux-ci.

Les deux facteurs le plus souvent avancés sont la concentration en ressource trophique et la turbidité.

En effet les courants fluviaux, côtiers et tidaux ont généralement pour conséquence d'accumuler la matière organique détritique ou minérale en aval de l'estuaire (Whitfield 1983 ; Wolanski *et al.* 1990). L'accumulation, dont l'importance est modulée selon la saison (Day 1981 a, b ; Wattayakorn *et al.* 1990), constitue un "volume oscillant turbide" révélé par un panache de turbidité. Cette concentration de nutriments permet d'une part une croissance phytoplanctonique dans la limite de la couche d'eau euphotique (Cloern 1987), d'autre part le développement d'une importante production végétale (algues, herbiers ou mangrove en estuaires tropicaux), unicellulaire ou microbienne (Day *et al.* 1989). Nous détaillerons plus loin le cas particulier de la mangrove. La production autotrophe, passant par une phase détritique dans le cas des végétaux, alimente ainsi un réseau hétérotrophe à la base duquel on trouve en abondance copépodes, mysidacés et crevettes (ainsi en lagune Ebrié, Côte d'Ivoire -Arfi *et al.* 1987- ou en estuaire de Sierra Leone -Bainbridge 1960-).

Les post-larves et juvéniles de poissons trouvent donc en estuaire une ressource trophique abondante (notamment phyto- et zooplanctonique), variée et adaptée à leur capacité de capture (May 1974 ; Miller et Dunn 1980 ; Mann 1982 ; Leggett 1986). Le zooplancton présente en outre l'avantage d'être plus énergétique, du fait de sa forte teneur en lipides, que les invertébrés benthiques (Whitfield 1985).

Après que les adultes géniteurs aient pondu, dans la majorité des cas en zone littorale (Yañez-Arancibia 1985 ; Whitfield 1990), les larves arrivent en estuaire par nage active et transport passif (migrations verticales actives des larves dans la colonne d'eau, qui suivent la distribution du plancton et sont déplacées par le mouvement de la couche d'eau dans laquelle elles se positionnent ; Fortier et Leggett 1982, 1983 ; Tzeng et Wang 1992).

La turbidité est considérée comme un autre facteur explicatif essentiel dans la mesure où elle limite considérablement la prédation des juvéniles par les ichthyophages chassant à

vue ; la réduction de la distance de perception augmente la probabilité d'échappement de la proie et donc le taux de survie global de la population, comme l'ont mis expérimentalement en évidence Viniyard et O'Brien (1976) ; Cyrus et Blaber (1987 a, b, c) ou Gregory (1993).

Plusieurs autres facteurs ayant pour effet de diminuer pression de prédation exercée sur les juvéniles contribuent également à expliquer le rôle de nourricerie joué par les estuaires. Ainsi la faible profondeur propre aux zones intra-rivulaires et intertidales, qui limite l'accès des grands prédateurs ichtyophages (Blaber 1980 ; Blaber et Blaber 1980 ; Kneib 1987), et la diversité d'habitats, dont Fraser et Cerri (1982) Crowder et Cooper (1982), Nelson et Bonsdorff (1990) ont pu clairement quantifier l'effet en milieu dulçaquicole.

Ces divers facteurs supposent chez les juvéniles une importante plasticité vis-à-vis des conditions du milieu, ce qui a été démontré dans le cas de la salinité et de la température (Holliday 1965 ; Blaber et Blaber 1980 ; Davis 1988) ainsi que vis-à-vis de la ressource trophique (Miller et Dunn 1980 ; Hecht et van der Lingen 1992). Enfin le coût énergétique de la nage active pour sortir des estuaires lorsque des œufs et larves de poissons côtiers y sont entraînés passivement par les courants est estimé deux à trois fois supérieur au coût de la régulation thermique et saline à l'intérieur de la zone saumâtre (Miller *et al.* 1985).

### 3.2. Rôle de la mangrove

L'estuaire de la Fatała étant situé en zone de mangrove, se pose la question du rôle de la mangrove dans le maintien du stock halieutique. Si le protocole réalisé au cours de cette étude ne permet pas de répondre à cette question, différents travaux ont, en d'autres zones estuariennes de mangrove, tenté d'approcher ce problème.

Les mangroves font partie des écosystèmes estuariens et participent de ce fait au rôle de nourricerie joué par ceux-ci en général. Au schéma décrit ci-dessus s'ajoute toutefois la productivité exceptionnelle des zones de mangrove, observée tout d'abord au niveau de la production foliaire des palétuviers (Odum et Heald 1975 ; Woodroffe 1982) mais aussi au niveau du floc benthique (cyanobactéries, diatomées, algues : Dor et Levy 1984 ; Rodelli *et al.* 1984). La production arborée est décomposée par un réseau microbien complexe mais n'est presque pas consommée directement par les poissons (Guiral 1994). La biomasse microbienne et fongique très diversifiée associée à ces détritiques (Alongi 1988) et l'importante production algale épiphytique liée aux palétuviers (Rodriguez et Stoner 1990) sont consommées par les communautés zooplanctoniques, puis micro-, meio- et macrobenthiques (Alongi 1989). Celles-ci constituent des niches alimentaires variées exploitées séquentiellement par les différentes espèces et écophases de l'ichtyofaune (Robertson et Duke 1987).

La mangrove joue également un important rôle de protection face à la prédation ; ainsi les racines-échasses des palétuviers constituent un réseau d'abris accessibles aux seuls juvéniles (Krishnamurthy et Prince Jeyaseelan 1981 ; Thayer *et al.* 1987 ; Robertson et Duke

1987), et l'ombre créée par le feuillage réduit les contrastes, diminuant la distance à laquelle les prédateurs peuvent percevoir leurs proies (Helfman 1981).

Il faut cependant noter que le rôle de la formation végétale vis-à-vis de la production halieutique est peu clair. De nombreux auteurs confirment la fonction de nourricerie de la mangrove (Prince Jeyaseelan et Krishnamurthy -1980- en Inde ; Louis *et al.* -1985- en Guadeloupe ; Tzeng et Wang -1992- à Taïwan) et l'expliquent par l'abondance de la ressource trophique ou par la protection offerte (Bell *et al.* -1984- en Australie ; Thayer *et al.* -1987- en Floride). D'autres auteurs, tels Little *et al.* (1988) ne l'ont pas constatée, mais dans tous les cas il s'agit d'études qui n'ont pas été prolongées au-delà de la zone de mangrove et qui ne permettent donc pas de comparaison avec les milieux environnants.

Les réelles études comparatives mettent, elles, en évidence des résultats contradictoires.

Blaber *et al.* (1985, Australie), Robertson et Duke (1987, Australie) concluent que la mangrove qu'ils ont étudiée ne joue pas de rôle de nourricerie significatif pour les espèces à haute valeur commerciale ; en d'autres études les mêmes auteurs arrivent à des conclusions différentes (Blaber *et al.* 1989) voire opposées (Robertson et Duke 1990). Blaber et Milton (1990) ou Thollot (1992) concluent à des relations limitées entre ichtyofaunes de mangrove et milieu récifal, alors que dans le cas étudié par Lal *et al.* (1984) elles seraient plus étroites.

A notre connaissance une seule étude comparative à grande échelle traite de l'influence du couvert végétal mangrovien sur l'ichtyofaune : selon De Sylva (1975), qui compare deux estuaires du Viêt-nam dont l'un a été défolié pendant la guerre (la litière ayant été évacuée en mer par les courants), le réseau trophique est beaucoup plus simple et instable lorsque la mangrove a été détruite.

Enfin plusieurs études ont montré une corrélation positive entre la surface de mangrove ou la longueur de côte à mangrove et la production halieutique en zone côtière (Macnae 1974, Turner 1977 et Staples *et al.* 1985 pour les crevettes ; Yañez-Arancibia *et al.* 1985 pour les poissons) ; ces derniers auteurs ont également mis en évidence la corrélation positive entre production halieutique dans le Golf du Mexique et débits fluviaux annuels. A une échelle temporelle plus petite, les variations de l'abondance de la ressource ichtyque ont également pu être reliées aux variations hydrologiques saisonnières (Flores-Verdugo *et al.* 1990).

Sur une trame commune qui est un rôle positif de la mangrove vis-à-vis du développement des juvéniles, les différences constatées entre les études citées ci-dessus peuvent être en partie explicitées par des différences de régimes fluviaux (exportation ou rétention des nutriments à l'intérieur de la mangrove), de turbidité (dont le rôle protecteur est restreint ou non à la mangrove) et de présence éventuelle d'habitats de substitution en domaine côtier pour les juvéniles. Les interactions entre ces trois seuls facteurs créent un large éventail de relations ichtyofaune-mangrove possibles.

Parmi ces habitats de substitution, les zones de déferlement littorales semblent constituer des nourriceries importantes complémentaires à celles des estuaires (Ross *et al.* 1987 ; Whitfield 1989), certaines écophases spécifiques pouvant y être inféodées (Bennett 1989). Les criques littorales constituent un autre type de nourriceries alternatives (Beckley 1985).

Si, sur la base de ces observations, on revient au milieu guinéen, la forte productivité halieutique de la zone côtière peut s'expliquer par l'importance des apports fluviaux et de ruissellement pluvial à la mer (Mahé 1993), après qu'ils aient été enrichis par la production phytobenthique et de régénération liée à la mangrove. En saison sèche cette production a tendance à être retenue au niveau du volume oscillant turbide et des communautés hétérotrophes intertidales qui la minéralisent (Guiral 1994), mais la crue de saison des pluies, associé au fort marnage propre à ce littoral (Marchal 1960, Camara *et al.* 1988) permet par effet de chasse une exportation de cette production vers la mer. Enfin l'étendue des vasières de front de mer découvertes à marée basse du fait du marnage et de la faible pente du plateau continental (Bertrand 1993) favorise la production phytobenthique et donc l'enrichissement de la zone côtière.

Dans ce contexte le rôle de la mangrove, en tant que formation végétale, vis-à-vis de l'ichtyofaune n'est pas clairement établi. Elle contribue de façon importante à la productivité du milieu, mais ses caractéristiques favorables au développement des poissons (richesse trophique, abris,...) se retrouvent dans les milieux estuariens en général. De plus l'abondante ressource nutritive a des origines multiples, difficilement étudiables, et la complexité des réseaux trophiques et énergétiques, où l'épibenthos semble jouer un rôle-charnière, ne permet pas, à l'heure actuelle, d'expliquer simplement les relations ichtyofaune-mangrove.

La productivité halieutique de la zone côtière guinéenne semble donc, par des processus complexes qu'il sera difficile de mettre en évidence, liée à la fois au *développement de la mangrove littorale*, aux *arrivées d'eau douce à la mer* et au *phénomène de crue saisonnière*.

La difficulté actuelle à identifier et individualiser les différentes composantes et voies de transfert énergétiques liées à la mangrove ne doit cependant pas faire conclure à leur inexistence. En outre la vaste étendue de zone côtière qui semble présenter des caractéristiques estuariennes (Longhurst et Pauly -1987- parlent de "l'estuarisation du plateau continental sous les tropiques en général") pourrait inciter à minimiser l'influence de la mangrove littorale, alors qu'elle risque au contraire d'en être partiellement la conséquence.

Dans tous les cas les aménagements qui auraient pour conséquences de modifier les trois facteurs cités ci-dessus devront être envisagés en connaissance de cause, et le fait que les processus d'enrichissement semblent se dérouler à l'échelle du littoral guinéen dans son ensemble ne peut qu'inciter à une grande prudence.

## 4. Évolution du milieu estuarien et conséquences sur les communautés estuariennes et côtières

En milieu estuarien ouvert la stabilité d'un peuplement (comprise ici comme la permanence de sa composition et de sa structure au cours du temps) est soumise à deux processus antagonistes : d'une part la mobilité de certaines espèces en cas de perturbation du milieu tend à réduire cette stabilité ; d'autre part la tolérance et la plasticité d'autres espèces plutôt résidentes tend à la favoriser.

A l'échelle saisonnière la résultante va nettement dans le sens d'une instabilité du peuplement (Day *et al.* 1989 ; Albaret et Diouf 1994).

A l'échelle de la décennie, il semble que la composition des peuplements estuariens soit stable (Livingston 1976 ; Day *et al.* 1981 ; Day et Yanez-Arancibia 1985 ; Whitfield 1994).

Cette stabilité à long terme peut être envisagée comme la conséquence :

- d'une "redondance fonctionnelle" au sein du peuplement (multiplicité des espèces développant une même stratégie vitale vis-à-vis du milieu, une espèce donnée étant dominante sur les autres dans un contexte donné), les variations du milieu n'entraînant qu'une variation des abondances relatives des différentes espèces ;
- d'un processus de "compensation spécifique" conduisant à un renouvellement des espèces par migrations séquentielles sans que ne varient la richesse spécifique et l'abondance.

Dans les deux cas les espèces sont à même "de revenir à leur état initial après s'en être notablement écarté, signe de stabilité au sens de Connell et Sousa (1983)" (Vidy 1993).

Cette stabilité à long terme constatée chez les peuplements d'estuaire caractérise également l'ensemble de l'écosystème de mangrove d'Afrique de l'Ouest (Guiral, sous presse) et semble propre aux communautés de milieux fluctuants et erratiques (Emery 1978 ; Bruton 1989).

Cependant les limites de cette stabilité sont mises en évidence par le suivi de diverses modifications profondes d'un milieu saumâtre -hypersalinisation (Albaret 1987) ; isolement de la mer (Amanieu et Lasserre 1982) ; marinisation (Albaret et Ecoutin 1989)- qui montrent que les peuplements connaissent alors une variation importante de leur richesse spécifique et de leur structure.

Il est par ailleurs important de noter que si la tolérance et l'adaptabilité sont inscrites dans le patrimoine génétique des espèces estuariennes (Schachter 1969 ; Battaglia et Fava 1982), elles sont relatives aux variations de milieu "naturelles", rencontrées au cours de l'évolution de l'espèce.

L'exemple montre malheureusement qu'elles ne permettent pas aux espèces de s'adapter à des perturbations d'origine anthropique lorsque celles-ci sont d'amplitude, de vélocité

(vitesse mise pour atteindre le maximum d'amplitude), de durée ou de nature inhabituelle (Livingston 1984 et 1985 ; Vidy 1993 ; Albaret et Diouf 1994). Les perturbations par pollution ou par aménagement hydraulique rentrant dans ce dernier cadre doivent être envisagées sans que l'on puisse tabler sur la stabilité des peuplements estuariens évoquée ci-dessus.

Dans le cas des estuaires de Guinée les trois composantes du peuplement estuarien définies ci-dessus peuvent servir de base à une estimation plus fine de la réponse des différentes espèces à une perturbation d'origine anthropique. Ainsi dans l'hypothèse d'une diminution à terme de la surface de mangrove par exploitation et d'une régulation du débit fluvial par barrage plusieurs cas sont à détailler :

- les espèces de la composante continentale, dont le cycle vital s'accomplit essentiellement en milieu fluvial en amont de la mangrove seraient peu sensibles à une variation de la surface de celle-ci. Leur période de reproduction semblant par contre liée à la crue, il conviendrait de mieux cerner le déterminisme de celle-ci avant d'envisager les conséquences d'une régulation hydraulique ; les conséquences les plus importantes de cette régulation seraient certainement celles relatives à l'inaccessibilité des zones humides annexes dont le rôle de nourricerie apparaît majeur ;
- la composante estuarienne fondamentale semble relativement tolérante vis-à-vis des conditions physico-chimiques du milieu ; une régulation du flux hydrique verrait certainement sa remontée dans l'estuaire, au début et à la fin de la saison des pluies, plus en amont qu'actuellement. La stratégie de reproduction permanente des espèces de ce groupe milite également pour leur plasticité génésique face à une perturbation du régime fluvial, mais le déterminisme du recrutement et les conséquences d'une modification du milieu sur celui-ci restent à caractériser. Par ailleurs beaucoup de ces espèces ont, au stade adulte, une alimentation dans laquelle domine l'épibenthos ; il apparaît donc nécessaire de préciser les conséquences des modifications envisagées, et particulièrement d'une réduction de la mangrove, sur cette faune épibenthique. Si le régime alimentaire des stades adultes semble assez plastique, on ignore ce qu'il en est des stades larvaires et juvéniles. Globalement la dépendance de cette composante envers la mangrove n'est pas connue.
- la composante estuarienne et côtière est celle pour laquelle les conséquences de perturbations anthropiques sont les plus difficiles à envisager. En effet elle est constituée de pélagiques planctonophages susceptibles de compensation spécifique, dont le déterminisme de l'abondance est "naturellement" mal identifiable (Marchal 1993), et de nombreuses espèces relativement occasionnelles dans l'estuaire, pour lesquelles notre étude n'apporte que peu de données. Par ailleurs la dépendance de ces espèces envers les conditions propres au milieu estuarien est délicate à apprécier, dans la mesure où manquent les informations sur leur distribution côté océanique. Il est néanmoins très probable qu'une réduction significative des arrivées d'eau douce à la mer, de la surface de mangrove ou plus simplement qu'un écrêtage sévère des crues

réduisant l'effet de chasse limitent l'enrichissement organique et donc la productivité halieutique de la zone côtière. Cependant le fait que la zone côtière guinéenne soit soumise à l'influence combinée de plusieurs grands fleuves peut contribuer à limiter la portée des aménagements effectués sur un seul d'entre eux.

## 5. Conclusion

Les travaux réalisés sur l'ichtyofaune estuarienne de Guinée font apparaître, au-delà de la description des communautés de poissons estuariens et de leurs stratégies spatio-temporelles, reproductives et trophiques respectives, le rôle de nourricerie joué par les estuaires le long du littoral guinéen.

Compte tenu de ce rôle, le souci de mieux maîtriser le devenir de la ressource halieutique doit conduire à axer les futures recherches sur les phases ichtyoplanctoniques, sur le déterminisme de leur recrutement et sur leur localisation. Le corollaire de cette approche est de mettre également en évidence les facteurs qui conditionnent la ressource trophique accessible aux différents stades de développement ontogénique des poissons.

Par ailleurs les travaux menés ont fait apparaître l'extrusion probable des caractéristiques estuariennes en dehors des limites rivulaires et la vaste échelle littorale à laquelle semblent se dérouler les processus de production primaire et secondaire. Cette notion d'estuaire côtier est certainement à intégrer dans les futurs protocoles d'étude de la ressource halieutique côtière et fait apparaître le milieu estuarien ici étudié comme très ouvert, aux dimensions d'un écosystème.

Bien que le détail du processus soit difficile à mettre en évidence, il apparaît enfin que la productivité halieutique de la zone côtière guinéenne dépend de l'importance des apports fluviaux et de la présence d'une mangrove littorale à l'origine d'une importante production primaire, mais aussi de l'existence d'une crue saisonnière permettant une exportation de la matière et de l'énergie accumulées au niveau des estuaires. Un aménagement d'envergure tendant à modifier significativement un de ces trois facteurs aura un impact sur les communautés de poissons, cet impact étant toutefois à moduler selon la communauté considérée.

Ces questions conduisent à préconiser un approfondissement de l'étude de la plasticité et de la stabilité des peuplements estuariens ou côtiers. Sachant qu'il sera impossible de cerner l'impact des modifications du milieu au niveau de chaque élément du réseau biocœnotique dont dépend le poisson, l'intérêt d'un tel type d'approche intégrative (explorant par exemple le concept de redondance fonctionnelle ou les modèles régionaux hiérarchiques) est de permettre de prévoir *globalement* l'évolution de la nature et de la structure d'un peuplement soumis à des modifications environnementales.



## Bibliographie

- ◆ ALBARET (J.J.) 1987 : Les peuplements de poissons de la Casamance (Sénégal) en période de sécheresse ; *Rev. Hydrobiol. trop.* ; 20 (3-4) ; 291-310.
- ◆ ALBARET (J.J.), DIOUF (P.S.) 1994 : Diversité des poissons des lagunes et des estuaires ouest-africains ; p 165-177 in Teugels, Guegan et Albaret (Eds.) : Diversité biologique des poissons des eaux douces et saumâtres d'Afrique ; synthèses géographiques ; Symposium PARADI ; Dakar ; *Ann. Mus. r. Afr. Centr., Zool.* ; Tervuren (Belgique) ; vol. 275
- ◆ ALBARET (J.J.), ECOUTIN (J.M.) 1989 : Communication mer-lagune : impact d'une réouverture sur l'ichtyofaune de la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) ; *Rev. Hydrobiol. trop.* ; 22 (1) ; 71-81.
- ◆ ALONGI (D.M.) 1988 : Bacteria productivity and microbial biomass in tropical mangrove sediments ; *Microb. Ecol.* ; 15 ; 59-79
- ◆ ALONGI (D.M.) 1989 : The role of soft-bottom benthic communities in tropical mangrove and coral reef ecosystem ; *Critical Reviews in Aquatic Sciences* ; 1 ; (2) ; 243-280
- ◆ AMANIEU (M.), LASSERRE (G.) 1982 : Organisation et évolution des peuplements lagunaires ; Actes du Symposium sur les lagunes côtières, SCOR/IABO/UNESCO, Bordeaux 8-14 septembre 1981 ; *Oceanologica acta* ; N° sp. ; 201-213
- ◆ ARFI (R.), PAGANO (M.), SAINT-JEAN (L.) 1987 : Communautés zooplanctoniques dans une lagune tropicale (la lagune Ebrié, Côte d'Ivoire) ; *Rev. Hydrobiol. trop.* ; 20 ; 1 ; 21-35
- ◆ BAINBRIDGE (V.) 1960 : The plankton of inshore waters of Freetown, Sierra Leone ; *Colonial Office, Fishery Publication* ; 13 ; 43 pp.
- ◆ BARAN (E.) 1995 : Dynamique spatio-temporelle des peuplements de poissons estuariens en Guinée - relations avec le milieu abiotique. *Thèse de Doctorat, Université de Bretagne Occidentale.* 242 pp.
- ◆ BATTAGLIA (B.), FAVA (G.) 1982 : Genetic adaptation to brackish-water environments ; Actes du Symposium International sur les lagunes côtières ; SCOR/IABO/UNESCO ; Bordeaux, 8-14 sept. 1981 ; *Oceanologica Acta* ; N° sp ; 221-224
- ◆ BECKLEY (L.E.) 1984 : The ichthyofauna of the Sundays estuary, South Africa, with particular reference to the juvenile marine component ; *Estuaries* ; 7 ; 248-258
- ◆ BECKLEY (L.E.) 1985 : The fish community of East Cape tidal pools and an assesment of the nursery function of this habitat ; *S. Afr. J. Zool.* ; 20 ; 21-27
- ◆ BELL (J.D.), POLLAR (D.A.), BURCHMORE (J.J.), PEASE (B.C.), MIDDLE 1984 : Structure of a fish community in a temperate tidal mangrove creek in Botany bay, New South Wales ; *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* ; 35 ; 33-46
- ◆ BENNETT (B.A.) 1989 : The fish community of a moderately exposed beach on the southwestern Cape coast of South Africa and an assesment of this habitat as a nursery for juvenile fish ; *Est. Coast. Shelf Sci.* ; 28 ; 293-305
- ◆ BERTRAND (F.) 1993 : Contribution à l'étude de l'environnement et de la dynamique des mangroves de Guinée - Données de terrain et apport de la télédétection ; *Collection Etudes et Thèses de l'ORSTOM* ; 201 pp
- ◆ BLABER (S.J.M.) 1980 : Fish of the Trinity inlet system of north Queensland with notes on the ecology of fish faunas of tropical Indo-Pacific estuaries ; *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* ; 31 ; 137-146.
- ◆ BLABER (S.J.M.) 1981 : The zoological affinities of estuarine fishes in South-East Africa ; *South African Journal of Science* ; 77 ; 305-307.
- ◆ BLABER (S.J.M.), BLABER (T.G.) 1980 : Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish ; *J. Fish Biol.* ; 17 ; 143-162.
- ◆ BLABER (S.J.M.), BREWER (D.T.), SALINI (J.P.) 1989 : Species composition and biomasses of fishes in different habitats of tropical northern Australian estuary : their occurrence in the adjoining sea and estuarine dependance ; *Est. Coast. Shelf Sci.* ; 29 ; 509-531
- ◆ BLABER (S.J.M.), MILTON (D.A.) 1990 : Species composition, community structure and zoogeography of fishes of mangrove estuaries in the Solomon islands ; *Mar. Biol.* ; 105 ; 259-267
- ◆ BLABER (S.J.M.), YOUNG (J.W.), DUNNING (M.C.) 1985 : Community structure and zoogeographic affinities of the coastal fishes of the Dampier region of north-western Australia ; *Aust. J. Mar. Freshw. Res.* ; 36 ; 247-266.
- ◆ BRUTON (M.N.) 1989 : The ecological significance of alternative life-history styles ; pp 503-553 in Bruton (Ed.) *Alternative life-history styles of animals ; Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.*

- ◆ BOLTACHEV (A. R.) 1991 : Composition spécifique de l'ichtyofaune des estuaires mangroviens de Guinée ; *Questions d'ichtyologie*, tome 31 (en russe) ; 2 ; 195-201.
- ◆ CAMARA (M.), IVANOF (L.I.), CRAVCHENKO (B.) 1988 : Les marées de la zone côtière de la république de Guinée ; *Bulletin du Centre de Rogbané* (Conakry) ; 4 ; 48-53.
- ◆ CASPERS (H.) 1954 : Biologische untersuchungen über die lebensräume der Untereibe und des vormündungsgebiet der Nordsee. *Mitt. Geol. Staatsinst. Hamb.* ; 23 ; 76-85.
- ◆ CCE-SECA 1990 : Etude et élaboration du schéma directeur d'aménagement de la mangrove guinéenne (SDAM) ; *Rapport au ministre de l'Agriculture et des Ressources animales* ; 92 p+ ann.
- ◆ CHONG (V.C.), SASEKUMAR (A.), LEH (M.U.C.), CRUZ (R.D.) 1990 : The fish and prawn communities of a Malaysian coastal mangrove system, with comparisons to adjacent mud flats and inshore waters ; *Est. Coast. Shelf Sci.* ; 31 ; 703-722.
- ◆ CLOERN (J.E.) 1987 : Turbidity as a control on phytoplankton biomass and productivity in estuaries *Continental Shelf Research* ; 7 ; (11/12) ; 1367-1381.
- ◆ CONNELL (J.H.), SOUSA (W.P.) 1983 : On the evidence needed to judge ecological stability. *The American Naturalist* ; 121 (6) ; 789-824
- ◆ CROWDER (L.B.), COOPER (W.E.) 1982 : Habitat structural complexity and the interaction between bluegills and their prey ; *Ecology* ; 63 (6) ; 1802-1813.
- ◆ CYRUS (D.P.), BLABER (S.J.M.) 1987 a : The influence of turbidity on juvenile marine fishes in estuaries. Part 1. Field studies at Lake St. Lucia on the southeastern coast of Africa ; *Exp. Mar. Biol. Ecol.* 109 53-70.
- ◆ CYRUS (D.P.), BLABER (S.J.M.) 1987 b : The influence of turbidity on juvenile marine fishes in estuaries. Part 2. Laboratory studies, comparisons with field data and conclusions ; *Exp. Mar. Biol. Ecol.* ; 109 ; 71-91.
- ◆ CYRUS (D.P.), BLABER (S.J.M.) 1987 c : The influence of turbidity on juvenile marine fishes in the estuaries of Natal, South Africa ; *Continental Shelf Research* ; 7 ; 11/12 ; 1411-1416.
- ◆ DANDO (P.R.) 1984 : Reproduction in estuarine fish ; pp 155-170 in Potts et Wootton (Eds) : Fish reproduction ; *Academic Press* ; London ; 410 pp.
- ◆ DAVIS (T.L.O.) 1988 : Temporal changes in the fish fauna entering a tidal swamp system in tropical Australia ; *Env. Biol. Fish.* ; 21(3) ; 161-172
- ◆ DAY (J.H.) 1981 a : Estuarine sediments, turbidity and the penetration of light ; p 45-57 in Day (Ed.) : Estuarine ecology with particular reference to South Africa ; Balkema Rotterdam.
- ◆ DAY (J.H.) 1981 b : Estuarine currents, salinities and temperatures ; p 27-45 in Day (Ed.) : Estuarine ecology with particular reference to South Africa ; Balkema Rotterdam.
- ◆ DAY (J.H.), BLABER (S.J.M.), WALLACE (J.H.) 1981 : Estuarine fishes ; p 197-223 in Day (Ed.) : Estuarine ecology with particular reference to South Africa ; Balkema, Rotterdam.
- ◆ DAY (J.W.), HALL (C.A.), KEMP (W.M.), YAÑEZ-ARANCIBIA (A.) 1989 : Estuarine ecology ; Wiley et sons ; 558 pp.
- ◆ DAY (J.W.), YAÑEZ-ARANCIBIA (A.) 1985 : Coastal lagoons and estuaries as an environment for nekton ; p 17-34 in Yañez-Arancibia (Ed.) : Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons ; UNAM Press, Mexico.
- ◆ De SYLVA (D.P.) 1975 : Nektonic food webs in estuaries ; pp 420-447 in Cronin (Ed) : Estuarine research. *Academic press*, New York, 738 pp.
- ◆ DIOP (S.) 1990 : La côte ouest-africaine, du Saloum (Sénégal) à la Mellacorée (Rep. de Guinée) ; Collection Etudes et Thèses de l'ORSTOM ; 379 pp.
- ◆ DOMAIN (F.) 1989 : Rapport des campagnes de chalutage du N.O. André Nizery dans les eaux de la Guinée de 1985 à 1988 ; *Document scientifique du Centre de Rech. Halieutiques de Boussoura* ; 5 ; 81 pp.
- ◆ DOR (I.), LEVY (I.) 1984 : Primary productivity of the benthic algae in the hard-bottom mangal of Sinai ; p 179-191 in Por et Dor (Eds.) The ecosystem of mangrove forest ; La Hague ; W. Junk Publishers ; 260 pp.
- ◆ EMERY (A.R.) 1978 : The basis of fish community structure : marine and fresh water comparisons ; *Env. Biol. Fish.* ; 3 ; 1 ; 33-47.
- ◆ FAIRBRIDGE (R.) 1980 : The estuary : its definition and geodynamic cycle ; p 1-35 in Olausson et Cato (Eds.) : Chemistry and biochemistry of estuaries ; Wiley, New-York.
- ◆ FLORES-VERDUGO (F.) *et al.* 1990 : Mangrove ecology, aquatic primary productivity, and fish community dynamics in the Teacapan-Agua Brava lagoon-estuarine system (Mexican Pacific) ; *Estuaries* ; 13 ; (2) ; 219-230.

- ◆ FORTIER (L.), LEGGETT (W.C.) 1982 : Fickian transport and the dispersal of fish larvae in estuaries ; *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* ; 39 ; 1150-1163.
- ◆ FORTIER (L.), LEGGETT (W.C.) 1983 : Vertical migrations and transport of larval fish in a partially mixed estuary ; *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* ; 40 ; 154-1555.
- ◆ FRASER (D.F.), CERRI (R.D.) 1982 : Experimental evaluation of predator-prey relationships in a patchy environment : consequences for habitat use pattern in minnows ; *Ecology* ; 63 ; 307-313.
- ◆ GREGORY (R.S.) 1993 : Effect to turbidity on the predator avoidance behaviour of juvenile chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) ; *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* ; 50 ; 241-246.
- ◆ GUIRAL (D.) 1994 : Structuration fonctionnelle des écosystèmes de mangroves et spécificité des Rivières du Sud ; p 69-74 in Cormier - Salem (Ed.) : Dynamique et usage de la mangrove dans les pays des Rivières du Sud ; *collection Colloques et Séminaires* ; Paris, Editions ORSTOM, 353 pp.
- ◆ GUIRAL (D.) 1997 : La mangrove : généralités sur l'écosystème, sa structure et sa dynamique. in Cormier-Salem (Ed.) : Sociétés et mangroves des Rivières du Sud. Karthala-ORSTOM ; 300 pp.
- ◆ HECHT (T.), van der LINGEN (C.D.) 1992 : Turbidity-induced changes in feeding strategies of fish in estuaries ; *S. Afr. J. Zool.* ; 27 ; 3 ; 95-107.
- ◆ HELFMAN (G.S.) 1981 : The advantage to fishes of hovering in shade ; *Copeia* ; 2 ; 392-400.
- ◆ HOLLIDAY (F.G.T.) 1965 : Osmoregulation in marine teleosts eggs and larvae ; *Report on California cooperative Oceanic Fisheries Investigations* ; 10 ; 89-95.
- ◆ KNEIB (R.T.) 1987 : Predation risk and use of intertidal habitats by young fishes and shrimp ; *Ecology* ; 68 (2) ; 379-386.
- ◆ KRISHNAMURTHY (K.), PRINCE JEYASEELAN (M.J.) 1981 : The early life history of fishes from Pichavaram mangrove ecosystem of India ; *Rapp. P.-v. Réun. Cons. int. Explor. Mer* ; 178 ; 416-423.
- ◆ LAL (P.), SWAMY (K.), SINGH (P.) 1984 : Mangrove ecosystem fisheries associated with mangroves and their management ; p 93-108 in Productivity and processes in island marine ecosystems ; *UNESCO Reports in marine science* n° 27.
- ◆ LE GUEN (J.C.) 1971 : Dynamique des populations de *Pseudotolithus (Fonticulus) elongatus* (Bowd, 1825), Poissons-Scianidae ; *Cah. O.R.S.T.O.M., ser. Océanogr.* ; IX(1) ; 5-82.
- ◆ LEGETT (W.C.) 1986 : The dependence of fish larval survival on food and predator densities ; p 117-137 in Skreslet (Ed.) : The role of freshwater outflow in coastal marine ecosystems ; NATO ASI series ; G7 ; Springer-Verlag.
- ◆ LITTLE (M.C.), REAY (P.J.), GROVE (S.J.) 1988 : Distribution gradients of ichthyoplankton in an East African mangrove creek ; *Est. Coast. Shelf Sci.* ; 26 ; 669-677.
- ◆ LIVINGSTON (R.J.) 1976 : Diurnal and seasonal fluctuations of organisms in a north Florida estuary ; *Est. Coast. Shelf Sci.* ; 4 ; 373-400.
- ◆ LIVINGSTON (R.J.) 1984 : Trophic response of fishes to habitat variability in coastal seagrass systems ; *Ecology* ; 65(4) ; 1258-1275.
- ◆ LIVINGSTON (R.J.) 1985 : Organization of fishes in coastal seagrass system : the response to stress ; p 367-383 in Yañez-Arancibia (Ed.) : Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons ; towards an ecosystem integration. UNAM Press, Mexico, 654 pp.
- ◆ LONGHURST (A.R.) 1963 : The bionomics of the fisheries resources of the Eastern tropical Atlantic ; *Fishery Publication (Colonial Office)* ; 20 ; 146 pp/
- ◆ LONGHURST (A.R.), PAULY (D.) 1987 : Ecology of tropical oceans ; Academic Press ; Dan Diego (California) ; 407 pp
- ◆ 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 ; *Rev. Hydrobiol. trop.* ; 18 (4) ; 249-265.
- ◆ MACNAE (W.) 1974 : Mangrove forests and fisheries ; *FAO* ; Rome ; 35 pp.
- ◆ MAHÉ (G.) 1993 : Ecoulements fluviaux sur la façade atlantique de l'Afrique ; *Collection Etudes et Thèses ORSTOM* ; 379 pp.
- ◆ MANN (K.H.) 1982 : Ecology of coastal waters ; a system approach ; *Studies in Ecology* ; Blackwell scientific publications ; 8 ; 322 pp.
- ◆ MARCHAL (E.) 1960 : Premières observations sur la répartition des organismes de la zone intercotidale de la région de Konakri (Guinée) ; *Bulletin de l'I.F.A.N.* ; A.1 ; 137-141.

- ◆ MARCHAL (E.) 1993 : Biologie et écologie des poissons pélagiques côtiers du littoral ivoirien ; p 237-269 in Le Lœuff, Marchal et Amon-Kothias (Eds.) : Environnement et ressources aquatiques de la Côte d'Ivoire ; Tome I : Le milieu marin ; Editions ORSTOM Paris ; 588 pp.
- ◆ MAY (R.C.) 1974 : Larval mortality in marine fishes and the critical period concept ; p 3-19 in Blaxter (Ed.) The early life-history of fish. Springer-Verlag ; New-York.
- ◆ MILLER (J.M.), CROWDER (L.B.), MOSER (M.L.) 1985 : Migration and utilization of estuarine nurseries by juvenile fishes : an evolutionary perspective ; *Contr. Mar. Sci.* ; 27 (Supp) ; 338-352.
- ◆ MILLER (J.M.), DUNN (M.L.) 1980 : Feeding strategies and patterns of movement in juvenile estuarine fishes ; p 437-448 in Kennedy (Ed.) Estuarine perspectives ; Academic Press ; New-York ; 537 pp.
- ◆ NELSON (W.G.), BONSDORFF (E.) 1990 : Fish predation and habitat complexity : are complexity thresholds real ? ; *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* ; 141 ; 183-194
- ◆ ODUM (W.E.), HEALD (E.J.) 1975 : The detritus-based food web of an estuarine mangrove community. p 265-287 in Cronin (Ed.) : Estuarine research ; Academic Press ; New-York.
- ◆ PANDARE (D.), TAMOÏKINE (M.), KOIVOGUI (P.), NIANG (S.), BARAN (E.), BOUSSO (T.) 1992 : Observations ichthyologiques au Sénégal et en Guinée-Conakry ; Rapport final de l'E.P.E.E.C. : Etude des estuaires du Sénégal : Sénégal, Saloum, Casamance. Univ. C.A. Diop, Dakar ; 35-51.
- ◆ PANDARÉ (D), TAMOÏKINE (M.Y.) 1993 : Observations préliminaires des peuplements ichthyoplanktoniques des zones d'estuaires et de mangrove de l'Afrique de l'Ouest : cas de la Guinée et du Sénégal. *Série Documentaire COMARAF* n° 10, UNESCO, 43 pp.
- ◆ PRINCE JAYASEELAN (M.J.), KRISHNAMURTHY (K.) 1980 : Role of mangrove forests of Pichavaram as fish nurseries ; *Proc. Indian natn. Sci. Acad.* B 46 ; 1 ; 48-53.
- ◆ ROBERTSON (A.I.), DUKE (N.C.) 1987 : Mangroves as nursery sites : comparisons of the abundance and species composition of fish and crustaceans in mangroves and other nearshore habitats in tropical Australia. *Mar. Biol.* 96 ; 193-205.
- ◆ ROBERTSON (A.I.), DUKE (N.C.) 1990 : Mangrove fish-communities in tropical Queensland, Australia : spatial and temporal patterns in densities, biomass and community structure ; *Mar. Biol.* ; 104 ; 369-379.
- ◆ RODELLI (M.R.), GEARING (J.N.), MARSHALL (N.), SASEKUMAR (A.) 1984 : Stable isotope ratio as a tracer of mangrove carbon in Malaysian ecosystems ; *Oecologia* ; 61 ; 326-333.
- ◆ RODRIGUEZ (C.), STONER (A.W.) 1990 : The epiphyte community of mangrove roots in a tropical estuary : distribution and biomass ; *Aquatic Botany* ; 36 ; 117-126.
- ◆ RODRIGUEZ (G.) 1975 : Some aspects of the ecology of tropical estuaries ; p 313-333 in Golley et Medina (Eds.) : Tropical ecological systems ; Springer-Verlag ; New-York.
- ◆ ROSS (S.T.), McMICHAEL (R.H.), RUPLE (D.L.) 1987 : Seasonal and diel variation in the standing crop of fishes and macroinvertebrates from a Gulf of Mexico Surf Zone ; *Estuarine, Coastal and Shelf Science* ; 25 ; 391-412.
- ◆ ROSS (S.W.), EPPERLY (S.P.) 1985 : Utilization of shallow estuarine nursery areas by fishes in Pamlico sound and adjacent tributaries, North Carolina ; p 207-233 in Yañez-Arancibia (Ed.) : Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons ; towards an ecosystem integration. UNAM Press, Mexico, 654 pp.
- ◆ SCHACHTER (D.) 1969 : Ecologie des eaux saumâtres ; *Verh. Internat. Verein. Limnol.* ; 17 ; 1052-1068.
- ◆ STAPLES (D.J.), VANCE (D.J.), HEALES (D.S.) 1985 : Habitat requirement of juvenile penaeids prawns and their relationship to offshore fisheries. p 47-54 in : Rothlisberg, Hill & Staples (Eds.) : Second Australian National Prawn Seminar, Cleveland, Queensland, Australia.
- ◆ TAMOÏKIN (M.Y.), BARAN (E.) 1993 : "Ichthyoplanktonology in West Africa" ; *UNESCO International Marine Sciences Newsletter* n° 65 ; p7.
- ◆ TAMOÏKINE (M.Y.), PANDARÉ (D.) 1994 : Ichthyoplankton study in guinean and senegalese coastal and estuarine waters. Results of surveys 1988-1992. *UNESCO Reports in Marine Sciences*, n°65, 69 pp.
- ◆ THAYER (G.W.), COLBY (D.R.), HETTLER (W.F.) 1987 : Utilization of the red mangrove prop root habitat by fishes in south Florida ; *Mar. Ecol. Prog. Ser.* ; 35 ; 25-38.

- ◆ THOLLOT (P.) 1992 : Importance des mangroves pour la faune ichtyologique des récifs coralliens de Nouvelle-Calédonie ; *Cybium* ; 16 (4) ; 331-344.
- ◆ TURNER (R.E.) 1977 : Intertidal vegetation and commercial yields of penaeid shrimp ; *Trans. Am. Fish. Soc.* ; 106 ; 411-416.
- ◆ TZENG (W.N.), WANG (Y.T.) 1992 : Structure, composition and seasonal dynamics of the larval and juvenile fish community in the mangrove estuary of Tanshui river, Taiwan ; *Marine Biology* ; 113 ; 481-490.
- ◆ VENDEVILLE (P.) 1993 : Des nurseries estuariennes de *Penaeus subtilis* en Guyane ; mythe ou réalité ? ; *Rapport ORSTOM du Centre de Cayenne* ; sept. 93 ; 56 pp.
- ◆ VIDY (G.) 1993 : La diversité de la diversité : les peuplements d'estuaire tropicaux comme illustration ; Symposium International sur la Diversité Biologique des Poissons d'Eaux Douces et Saumâtres de l'Afrique. Dakar, 15-20 novembre 1993.
- ◆ VINIYARD (G.L.), O'BRIEN (W.J.) 1976 : Effects of light and turbidity on the reactive distance of bluegill (*Lepomis macrochirus*) ; *J. Fish. Res. Bd. Can.* ; 33 ; 2845-2849.
- ◆ WALLACE (J.H.) 1975 : The estuarine fishes of the east coast of South Africa. Part III : Reproduction. *Invest. Rep. oceanogr. Res. Inst.* ; 41 ; 1-48
- ◆ WATTAYAKORN (G.), WOLANSKI (E.), KJERFVE (B.) 1990 : Mixing, trapping and outwelling in the Klong Ngao mangrove swamp, Thailand ; *Est. Coast. Shelf Sci.* ; 31 ; 667-688.
- ◆ WHITFIELD (A.K.) 1983 : Factors influencing the utilization of southern African estuaries by fishes ; *S. Afr. J. Sci.* 79 362-365.
- ◆ WHITFIELD (A.K.) 1985 : The role of zooplankton in the feeding ecology of fish fry from some southern African estuaries ; *S. Afr. J. Zool.* ; 20 ; 166-171.
- ◆ WHITFIELD (A.K.) 1989 : Ichthyoplankton in a Southern African surf-zone : nursery area for the postlarvae of estuarine associated fish species ? ; *Estuarine, Coastal and Shelf Science* ; 29 ; 533-547.
- ◆ WHITFIELD (A.K.) 1990 : Life-history styles of fishes in South African estuaries *Env. Biol. Fish.* 28 ; 295-308.
- ◆ WHITFIELD (A.K.) 1994 : Fish species diversity in southern African estuarine systems : an evolutionary perspective ; *Environmental Biology of Fishes* ; 40 ; 37-48.
- ◆ WOLANSKY (E.), MAZDA (Y.), KING (B.), GAY (S.) 1990 : Dynamics, flushing and trapping in Hinchinbrook channel, a giant mangrove swamp, Australia ; *Est. Coast. Shelf Sci.* ; 31 ; 555-579.
- ◆ WOODROFFE (C.D.) 1982 : Litter production and decomposition in the New Zealand mangrove *Avicennia marina* ; *New Zealand Journal of marine and freshwater research* ; 16 ; 179-188.
- ◆ YAÑEZ-ARANCIBIA (A.) 1985 : Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons ; towards an ecosystem integration. *UNAM Press, Mexico*, 654 pp.
- ◆ YAÑEZ-ARANCIBIA (A.), SOBERON-CHAVEZ (G.), SANCHEZ-GIL (P.) 1985 : Ecology of control mechanisms of natural fish production in the coastal zone ; p 571-595 in Yañez-Arancibia(Ed.) : Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons ; towards an ecosystem integration. *UNAM Press, Mexico*, 654 pp.