

**Biologie et écologie des Mugilidae  
en lagune Ébrié (Côte d'Ivoire)  
Intérêt potentiel  
pour l'aquaculture lagunaire**

Jean-Jacques ALBARET (1) et Marc LEGENDRE (1)

RÉSUMÉ

Cinq espèces de mulets ont été identifiées en lagune Ébrié. Une clef de diagnose en est proposée. *Mugil cephalus* (MGE) et *Liza dumerili* (LDU) y sont rares et se cantonnent dans les régions sous influence directe de l'océan. *Liza falcipinnis* (LFA) présente une répartition quasi-uniforme sur l'ensemble lagunaire alors que *Liza grandisquamis* (LGR) et *Mugil curema* (MCU) montrent une affinité très marquée pour le secteur marilime (sect. 3). Elles y sont présentes toute l'année, mais ne révèlent pas de variations d'abondance liées au cycle saisonnier.

Ces trois espèces sont très eurghalines et capturées dans toute la gamme des salinités mesurées en Ébrié, à l'exception de MCU qui semble éviter les eaux totalement douces. Cette espèce, comme LGR présente une abondance croissante avec la salinité du milieu, contrairement à LFA dont la répartition n'apparaît aucunement liée aux gradients halins. L'influence d'autres facteurs (oxygène, turbidité...) sur la répartition est discutée.

Certaines caractéristiques des populations sont précisées : structures en tailles, relations L/P, sex-ratio. Les mâles sont numériquement dominants chez les trois espèces les plus abondantes, 72 % chez LGR qui, de plus, montre une évolution remarquable du sex-ratio en fonction de la taille.

Fondés principalement sur l'ingestion de diatomées, de débris organiques, et de grains de sable, les régimes alimentaires des cinq espèces sont similaires et laissent supposer une certaine compétition trophique. Celle-ci serait réduite notablement par la mise en œuvre de diverses stratégies d'alimentation et par la capacité de certaines espèces, LFA en particulier, d'inclure à leur régime d'autres composants tels certains éléments du zooplancton ou même des macro-invertébrés. De plus les cyanophycées et les bactéries peuvent également entrer pour une part importante dans leur alimentation. D'une manière générale, les Mugilidae occupent une position intéressante dans le réseau trophique où ils figurent parmi les principaux utilisateurs de la production primaire au sein de l'ichtyofaune lagunaire qui en compte fort peu.

La maturation sexuelle (de MCU) et la reproduction (de LGR et de LFA) s'effectuent en milieu lagunaire. La maturation gonadique de MCU s'accomplit uniquement en secteur 3 à des salinités supérieures à 12 ‰. La reproduction de LGR est également limitée à ce secteur, elle se produit toute l'année dans l'ensemble de la gamme des salinités observées. On constate cependant que la proportion de femelles matures augmente notablement avec la teneur en sel. La zone de reproduction de LFA paraît, en revanche, être étendue à l'ensemble de la lagune et la salinité du milieu n'influe pas sur la proportion d'individus sexuellement actifs. La taille de première maturation est déterminée pour les mâles et les femelles des trois espèces dominantes.

Enfin, une large place est laissée à la discussion de l'intérêt aquacole des mulets en milieu lagunaire. Une première étape nous conduit à retenir, à la lumière des connaissances acquises sur leur bio-écologie, LFA et MGE comme étant, parmi les espèces locales, celles qui présentent le plus fort potentiel pour l'aquaculture lagunaire. Dans une seconde étape, des essais de grossissement de ces espèces selon deux modes sont envisagés :

(a) une association en polyculture avec *Chrysichthys nigrodigitatus* en enclos lagunaire et

(1) Centre de Recherches Océanographiques, B.P. V 18, Adibjan, Côte d'Ivoire.

(b) un élevage exploitant au mieux les particularités trophiques des mullets en favorisant le développement d'une nourriture naturelle adéquate et abondante par l'implantation de structures de type « acadja » dans les enclos lagunaires.

MOTS-CLÉS : Côte d'Ivoire — Lagune Ébrié — Eaux saumâtres — Mugilidae — Biologie — Écologie — Aquaculture.

#### ABSTRACT

#### BIOLOGY AND ECOLOGY OF MUGILIDAE IN ÉBRIÉ LAGOON (IVORY COAST) POTENTIAL INTEREST FOR BRACKISH WATER CULTURE

Five species of mullets have been identified in the Ébrié lagoon. Three of them belong to the *Liza* genus: *L. grandisquamis* (LGR), *L. falcipinnis* (LFA) and *L. dumerili* (LDU) and two to the *Mugil* genus: *M. curema* (MCU) and *M. cephalus* (MGE). A determination field key is proposed.

MGE and LDU are quite rare in the lagoon where they are confined within the areas under direct marine influence. LFA has a rather uniform distribution in the whole lagoon system. On the contrary LGR and MCU have a strong affinity for the maritime area (sector 3) where they are present all year long but do not show any seasonal variation of abundance. These three species are very euryhaline and captured in the whole salinity range of the Ébrié except for MCU which seems to avoid fresh water. The latter, as LGR, shows increasing abundance with higher salinity, unlike LFA the distribution of which does not seem related to any salinity gradient. Influence of some other environmental factors (oxygen, turbidity...) on species distribution is discussed. Some population characteristics are investigated: size structures, length/weight relationships, sex ratio. Males are numerically dominant, 72 % in the case of LGR which, further more, shows a noteworthy evolution of the sex ratio/size relationship.

Mostly based on diatoms, organic detritus and sand grains the diets of the five species are quite similar. This allows to assume some degree of trophic competition. That one would be reduced, to some extent, by bringing several feeding strategies into use and by the ability of some species, LFA in particular, to include other components such as zooplankton elements or even macro-invertebrates into their feeding. Moreover, blue green algae and bacteria can also be an important part of the diet.

Generally speaking, Mugilidae fill an interesting position in the trophic system where they stand among the main consumers of the primary production within the lagoon ichthyofauna which numbers very few of them.

Sexual maturation (of MCU) and reproduction (of LGR and LFA) take place in the lagoon. MCU achieves gonad maturation only in sector 3, in water salinity over 12 ‰. Reproduction of LGR is restricted to that same sector, but occurs all year long in the whole salinity range though it can be noticed that the ratio of sexually mature females notably increases with water salt content. On the contrary the reproductive area of LFA seems to cover the entire lagoon and salinity does not affect the ratio for sexually active individuals. Size at first maturation has been determined for males and females of LFA, LGR and MCU.

Rearing of mullets in brackish water aquaculture is discussed in the conclusion. In a first step, and on the basis of the acquired knowledge concerning species bio-ecology, we select LFA and MGE as being those which, among local mullets, show the highest potential for fish culture. In a second step, two types of growing experiments of these species are taken under consideration:

- (a) polyculture association with *Chrysichthys nigrodigitatus* in lagoon enclosures and
- (b) a rearing method using at their best the mullets particular trophic characteristics in promoting the production of an abundant natural food by setting up "acadja" type structures in the enclosures.

KEY WORDS : Ivory Coast — Ébrié lagoon — Brackishwater — Mugilidae — Biology — Ecology — Aquaculture.

#### INTRODUCTION

Les mullets sont des éléments permanents et souvent abondants des écosystèmes côtiers, estuariens ou lagunaires. Leur aire de répartition est très vaste et couvre aussi bien les régions tropico-équatoriales que tempérées. En Afrique de l'ouest, particulièrement bien pourvue en milieux saumâtres, les Mugilidae sont représentés par deux genres : *Liza* et *Mugil*. Localement très prisés, leur importance économique est grande et ils font souvent

l'objet de pêcheries spécialisées. En Côte d'Ivoire, où on les trouve inégalement répartis dans les trois systèmes lagunaires (Aby, Ébrié et Grand-Lahou), ils constituent avec les Cichlidae et les Clupeidae l'une des familles de poissons les mieux représentées en nombre d'espèces après les Carangidae.

Toutefois, les connaissances acquises sur les mullets de cette région restent fragmentaires et il a paru utile de les compléter. Les résultats exposés dans cet article, issus d'une étude plus globale des peuplements ichthyologiques de la lagune Ébrié,

ont permis d'en préciser la systématique et les grands traits de la biologie et de l'écologie.

Sur ces bases, leur intérêt pour la pisciculture dans les milieux lagunaires ivoiriens a été évalué.

## 1. PRÉSENTATION DU MILIEU

Les informations relatives aux lagunes ivoiriennes, et à la lagune Ébrié en particulier, ont fait l'objet d'une synthèse par DURAND et SKUBICH (1982). Parmi les publications antérieures on pourra se reporter aux études détaillées de TASTET (1974) et VARLET (1978). Plus récemment, deux aspects ont été approfondis : d'une part l'environnement climatique (DURAND et CHANTRAINE, 1982), d'autre part la production végétale (DURAND et DUFOUR, 1982). Cet ensemble de travaux a permis de définir les grandes lignes de l'hydro-bioclimat lagunaire qui se caractérise par une extrême variabilité tant au plan spatial que temporel. Sur la base des données recueillies (hydrologie, physico-chimie, production primaire...), la lagune Ébrié a été divisée en six secteurs (fig. 1) de caractéristiques bioclimatiques différentes. Sans reprendre la description détaillée de ces secteurs présentée par ailleurs (DURAND et SKUBICH, 1982), nous en effectuerons néanmoins un très rapide rappel de manière à faciliter la compréhension des résultats exposés ci-après.

Le secteur I, composé des lagunes Aghien et Potou, est la zone la plus continentale du système lagunaire Ébrié (fig. 1). Il s'agit d'un milieu relativement stable, où l'influence marine n'est que très peu sensible.

Le secteur II, situé à l'est d'Abidjan, est au contraire très instable puisque soumis à la fois à une importante influence marine et aux crues du fleuve Comoé dont il est le lieu de passage obligé.

Le secteur III, en communication avec l'océan par l'intermédiaire du canal de Vridi, est soumis directement à l'influence marine. Les conditions de milieu y sont très fluctuantes, résultant à la fois des rythmes océaniques et de l'importance de l'apport en eau continentale qui y transite (crues saisonnières).

En comparaison, les secteurs lagunaires situés à l'ouest d'Abidjan apparaissent beaucoup plus stables. Les apports d'eau douce y sont beaucoup plus réduits et l'influence marine encore sensible en secteur IV est considérablement amortie dans les secteurs V et VI constamment oligohalins.

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 2.1. Techniques et plan d'échantillonnage

Le présent travail ne constitue qu'un volet particulier d'une étude plus globale des peuplements ichtyologiques de la lagune Ébrié basée sur la réalisation de pêches expérimentales. Celles-ci ont été effectuées au moyen d'une senne tournante, engin peu sélectif par sa conception (300 m de long, 18 m de chute, mailles de 14 mm de côté) et la manière dont nous l'avons utilisée dans le cadre de cette étude (pas de recherche des bancs de poissons mais encerclement « à l'aveuglette » d'une portion

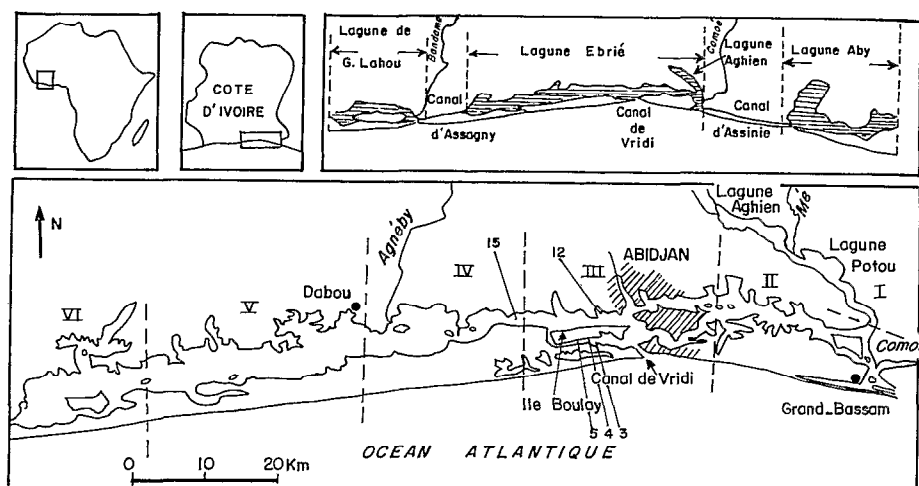


FIG. 1. — Situation de la lagune Ébrié et délimitation des différents secteurs (chiffres romains) (3, 4, 5, 12, 15 : stations d'échantillonnage, explications dans le texte)

de la lagune correspondant à une station déterminée au préalable). La profondeur de la lagune Ébrié excède rarement 10 m (profondeur moyenne de 4,8 m), aussi toute la colonne d'eau est elle échantillonnée à chaque station et un abondant matériel biologique — comprenant aussi bien des espèces pélagiques que démersales — a été récolté sur l'ensemble de la lagune.

Les pêches expérimentales ont été effectuées suivant une périodicité relativement courte, généralement tous les 2 mois, dans les secteurs réputés instables (sect. II, III et IV). Les secteurs I, V et VI beaucoup plus stables n'ont été échantillonnés qu'aux périodes caractéristiques (saison sèche et saison des pluies). Au sein de chaque secteur, l'hétérogénéité du milieu a conduit à l'échantillonnage d'un nombre variable de stations fixes (12 à 15 suivant le secteur).

Afin d'apporter des compléments d'informations sur la biologie d'un certain nombre d'espèces, une série mensuelle de traits de chalut (ouverture verticale : 1,5 m, corde à dos : 10 m, maille : 20 mm) a été réalisée en secteur III, essentiellement dans la partie située au sud de l'île Boulay (fig. 1).

## 2.2. Récolte des données

Lors de chaque pêche, les caractéristiques physico-chimiques du milieu (température, oxygène, pH, salinité, transparence, profondeur et nature du fond) ont été systématiquement relevées.

La faune récoltée a été triée à l'espèce puis l'ensemble, ou un échantillon important des individus de chaque espèce, a été pesé (au gramme) et mesuré (longueur à la fourche au millimètre).

Le sexe et le stade sexuel ont été déterminés ainsi que la nature des contenus stomacaux sur un certain nombre d'individus. L'échelle de maturation utilisée pour la détermination des stades sexuels par examen macroscopique des gonades est inspirée de celle donnée par DURAND et LOUBENS (1970).

Sept stades sont définis :

- Stade 0 : individu immature.
- Stade 1 : individu au repos sexuel (après la première maturation).
- Stade 2 : individu en début de maturation.
- Stade 3 : individu en maturation.
- Stade 4 : individu en maturation avancée.
- Stade 5 : individu mature, les produits génitaux sont émis lorsqu'une légère pression est appliquée sur l'abdomen.
- Stade 6 : individu ayant émis ses produits génitaux.

## 2.3. Traitement et présentation des résultats

La reproductibilité de l'échantillonnage à la senne tournante (utilisée comme nous l'avons fait) a permis de considérer chaque coup de senne comme une unité d'effort stable et les abondances de chaque espèce, aussi bien en effectifs qu'en biomasses, ont donc été estimées par les prises par unité d'effort (PUE). Pour les traitements informatiques et la présentation des résultats, des regroupements par classe ont été effectués dans les mesures des différents paramètres physico-chimiques. En ce qui concerne la salinité, la dilution relative de l'eau de mer et de l'eau douce a conduit à une partition en 7 classes (0-1 ‰, 1-3,5 ‰, 3,5-7 ‰, 7-12 ‰, 12-17,5 ‰, 17,5-25 ‰ et 25-35 ‰). Pour la turbidité, mesurée de façon indirecte par la profondeur de disparition du disque de Secchi, les classes ont été établies en tenant compte d'observations antérieures basées notamment sur l'origine de l'eau (eaux marines de transparence élevée, eaux très turbides de crues). Les taux d'oxygène ont été répartis en classes de 2 mg/l.

## 3. DIAGNOSE

En raison de leur similitude morphologique interspécifique, les différentes catégories de mulets sont rarement distinguées dans les statistiques de pêche. C'était en particulier le cas dans les programmes d'études des pêcheries artisanales lagunaires du Centre de Recherches Océanographiques d'Abidjan. DAGET et ILTIS (1965) ne signalent pour leur part que deux espèces appartenant au genre *Liza* dans les lagunes de Côte d'Ivoire (*Liza grandisquamis* et *L. falcipinnis*). Au terme du programme d'étude des peuplements ichthyologiques de la lagune Ébrié, c'est en définitive cinq espèces de Mugilidae qui ont été identifiées. Nous présentons ci-après une clef de terrain simplifiée en permettant la diagnose. Il convient de préciser que cette clef est le fruit d'observations personnelles mais aussi de la compilation de travaux antérieurs (DAGET et ILTIS, 1965; BLACHE *et al.*, 1970; FOWLER, 1936 et surtout THOMSON, 1981) que l'on pourra consulter pour la description fine et la position systématique, la synonymie notamment, des espèces concernées.

- (1) - Paupière adipeuse présente..... genre *Mugil* (2)
- Pas de paupière adipeuse..... genre *Liza* (3)
- (2) - 8 rayons mous à l'anale. Dorsale et anale molles peu ou pas couvertes d'écaillés. Pectorale très courte, n'atteint pas (ou tout juste) l'œil (66,5 à 74 % de la longueur de la tête), 14 ou 15 rangées transversales d'écaillés entre l'origine de la première dorsale et celle des pelviques. Coloration jaune des ventrales, de l'anale et du lobe inférieur de la caudale..... *Mugil cephalus*

- 9 rayons mous à l'anale. Dorsale et anale molles densément couvertes d'écaillés (petites). Pectorale courte mais atteint, pliée vers l'avant, le niveau de la pupille (77 à 84 % de la longueur de la tête). 11 ou 12 rangées transversales d'écaillés entre l'origine de la première dorsale et celle des pelviennes. .... *Mugil curema*
- (3) - 10-11 rayons mous à l'anale, 12 à 15 rangées d'écaillés en ligne transversale oblique. Coloration des nageoires blanc grisâtre; seconde dorsale, pectorales et surtout anale nettement falciformes. .... *Liza falcipinnis*
- 8-9 rayons mous à l'anale. .... (4)
- (4) - Anale et lobe inférieur de la caudale jaunâtre, écaillés grandes et peu nombreuses (25 à 29 en ligne longitudinale, 9 en ligne transversale oblique). .... *Liza grandisquamis*
- Anale et lobe inférieur de la caudale blanchâtres ou gris; écaillés nettement plus nombreuses (34 à 39 en ligne longitudinale, 11-13 en ligne transversale oblique, 5 à 8 canaux muqueux sur les écaillés dorsales en avant de la première dorsale (seulement 1 ou moins souvent, 2 ou 3 chez les autres *Liza*). .... *Liza dumerili*

Bien qu'il ne s'agisse nullement d'un critère de distinction générique, on pourra toutefois noter que parmi les Mugilidae de la lagune Ébrié, les deux *Mugil* possèdent un processus axillaire nettement développé à la base de la nageoire pectorale, ce qui n'est pas le cas des trois *Liza*.

La coloration jaune des nageoires et le nombre d'écaillés en ligne longitudinale permettent en outre de différencier le *Mugil cephalus* ouest africain de celui présent sur les côtes américaines, sud-africaines ou méditerranéennes. Sur ces seuls critères, CADENAT (1954) propose soit de considérer le *Mugil* à nageoires jaunes des côtes ouest-africaines « ... comme appartenant à une espèce particulière qui prendrait le nom de *M. ashanteensis* Bleeker, soit au minimum comme une sous-espèce (*M. cephalus ashanteensis*) qui occuperait toute la côte occidentale d'Afrique... ».

#### 4. ÉLÉMENTS D'ÉCOLOGIE

Contrairement à ce que l'on peut observer dans d'autres lagunes ou estuaires tropicaux, en lagune Ébrié les mulets sont rarement très abondants dans les captures commerciales où ils figurent cependant régulièrement. De même, dans les pêches expérimentales, qu'elles soient effectuées à la senne tournante ou au chalut de fond, les effectifs en mulets sont toujours relativement peu importants. Ceci est sans doute le reflet d'une biomasse faible (0,4 % des captures, DURAND *et al.*, 1978) — comparée par exemple à la lagune voisine de Grand-Lahou où ils figurent parmi les groupes dominants (8 % des captures, LAE, comm. pers.) — mais est également partiellement imputable à la grande capacité d'échappement de ces poissons (1).

##### 4.1. Répartition en lagune

###### *Liza grandisquamis*

C'est l'espèce la plus abondante dans notre échantillon de mulets, tant en effectifs qu'en poids (tabl. I). Sa PUE est quatre fois supérieure à celle de *Liza falcipinnis* et *Mugil curema* (1,6 contre 0,36 et 0,38). Ce résultat mérite d'être souligné car les effectifs de *L. grandisquamis* figurent souvent parmi les plus faibles au sein des communautés de Mugilidae ouest africains (GRAS, 1961; PAYNE, 1976). On peut en outre remarquer que DAGET et ILTIS (1965) présentent *L. grandisquamis* comme une forme beaucoup moins fréquemment rencontrée que *L. falcipinnis* dans les lagunes de Côte d'Ivoire, où ils n'ont, par ailleurs, pas rencontré d'autres Mugilidae. *Liza grandisquamis* a été capturé partout en lagune Ébrié à l'exception du secteur I (lagunes

TABLEAU I

Abondances de *L. grandisquamis*, *L. falcipinnis* et *M. curema* dans les pêches expérimentales en lagune Ébrié

ESPECE	L. GRANDISQUAMIS	L. FALCIPINNIS	M. CUREMA	TOTAL
Effectifs	751	132	156	1.039
%	72,3	12,7	15,0	100
Poids (g.)	57.182	16.014	17.528	90.724
%	63,0	17,7	19,3	100

(1) On a pu estimer lors de pêches expérimentales à la senne tournante à la station de plus forte abondance de mulets qu'on observait 41 échappements par saut pour 100 poissons effectivement capturés.

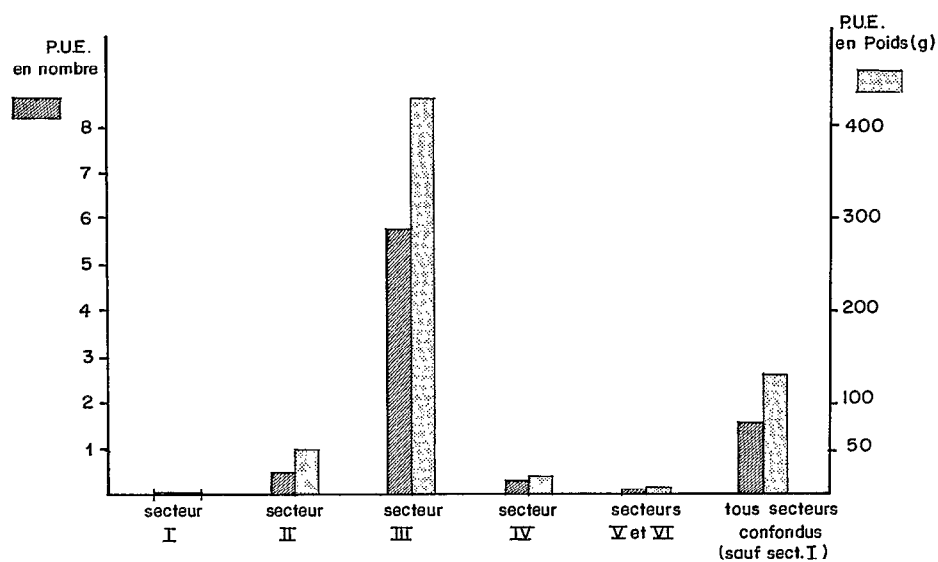


FIG. 2. — PUE globales observées pour *L. grandisquamis* dans les différents secteurs de la lagune Ébrié

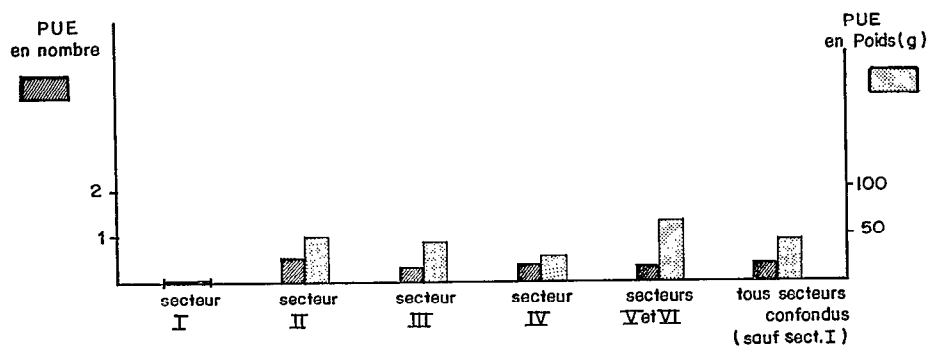


FIG. 3. — PUE globales observées pour *L. falcipinnis* dans les différents secteurs de la lagune Ébrié

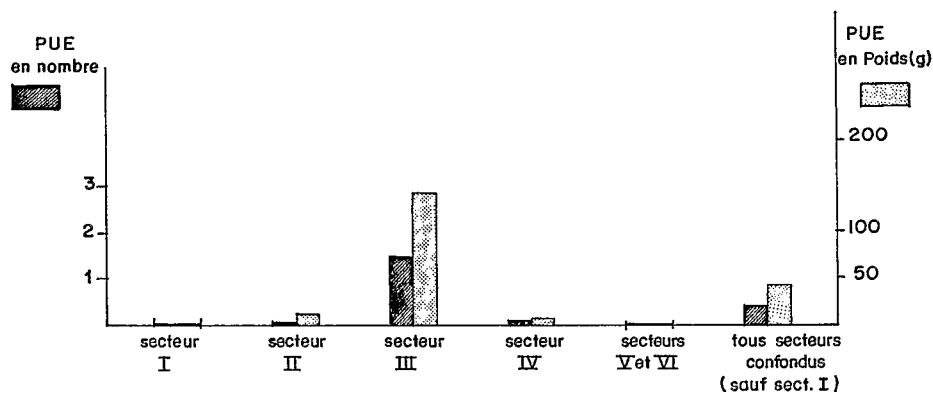


Fig. 4 — PUE globales observées dans *M. curema* dans les différents secteur de la lagune Ébrié

Aghien et Potou). Toutefois, son abondance est largement maximale en secteur III, où l'influence maritime est très prononcée et où la PUE est plus de 10 fois supérieure à celle des secteurs adjacents (fig. 2). Partout ailleurs *L. grandisquamis* se trouve en quantités inférieures ou au plus égales à *L. falcipinnis* (fig. 3). Son abondance décroît au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la communication avec l'océan pour semble-t-il devenir nulle dans les secteurs extrêmes (I et VI) de la lagune.

#### *Liza falcipinnis*

Contrairement à *L. grandisquamis*, *L. falcipinnis* ne présente d'abondance maximum dans aucun des secteurs lagunaires. Il est partout présent en quantités sensiblement égales (fig. 3) à l'exception toutefois du secteur I où il n'a pas été capturé, mais d'où il est signalé par DAGET et ILTIS (1965). Cette répartition quasi uniforme paraît indiquer l'absence de zonation longitudinale le long d'un gradient océan-continent.

#### *Mugil curema*

*M. curema* est partout moins abondant que les deux *Liza* à l'exception du secteur III où il présente un pic d'abondance qui le situe à une position intermédiaire (fig. 4). Il n'a pas été capturé dans les secteurs éloignés du canal de Vridi (sect. I, V et VI) et sa répartition, comme celle de *L. grandisquamis*, semble fortement soumise à l'influence marine.

#### *Mugil cephalus* et *Liza dumerili*

Au cours des pêches expérimentales, seuls quelques individus de ces deux espèces ont été capturés en secteur III à proximité immédiate du canal de Vridi. On doit en outre signaler des captures épisodiques de *M. cephalus* par les pêcheries artisanales situées dans ce même secteur, mais également au niveau du canal d'Assagny (extrémité ouest du secteur VI) qui, proche de l'embouchure du Bandama à Grand-Lahou, est également sous influence marine.

#### 4.2. Variations saisonnières de l'abondance

*L. grandisquamis* et *M. curema* ne sont capturés qu'occasionnellement en dehors du secteur III et il est illusoire de chercher à y mettre en évidence une quelconque périodicité de l'abondance. En secteur III où les effectifs de ces deux espèces sont les plus importants *L. grandisquamis* et *M. curema* sont présents toute l'année avec des abondances variables mais apparemment non cycliques. Chez *L. falcipinnis*, également présent toute l'année

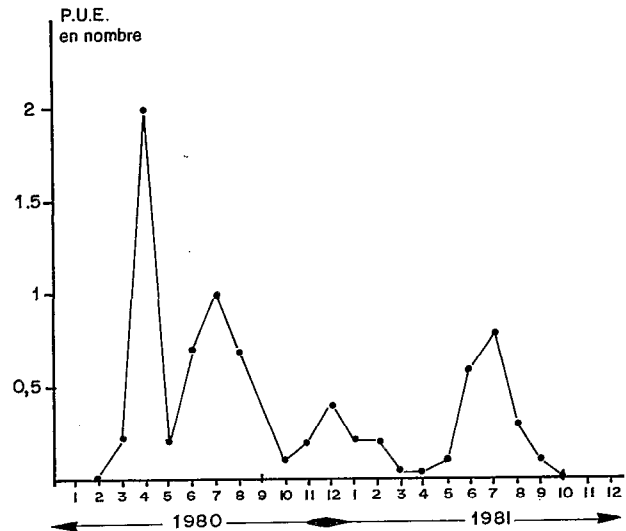


FIG. 5. — Évolution saisonnière des PUE de *L. falcipinnis* en lagune Ébrié

en lagune, on peut remarquer (fig. 5) que le léger pic d'abondance centré en juillet est répétitif en 1980 et 1981. Alors que cette espèce paraît présente en permanence mais avec des abondances variables dans les secteurs mesohalins intermédiaires II et IV, elle semble éviter le secteur III plus « marin » en saison sèche (décembre à avril).

#### 4.3. Influence de certains facteurs de milieu sur la répartition

##### 4.3.1. SALINITÉ

On attribue classiquement à la salinité un rôle prépondérant sur la répartition des organismes dans les écosystèmes saumâtres côtiers généralement fortement poikilohalins. En lagune Ébrié le taux de salinité varie considérablement dans une gamme de 0 à 35 ‰ dans l'espace (horizontalement et verticalement) et dans le temps (variations semi-diurne, demi-synodique, annuelles, interannuelles) et c'est tout naturellement à ce paramètre que l'on cherchera à lier prioritairement les fluctuations d'abondance des espèces voire les successions de structures dans les peuplements.

En fait ce n'est pas tant le rôle physiologique de la concentration en sel sur la répartition des Mugilidae en tant que tel qui nous intéresse ici, que le traceur, l'indicateur synthétique de l'influence marine qu'il représente.

La figure 6 montre que *L. grandisquamis* et *L. falcipinnis* sont, en ce qui concerne leurs limites

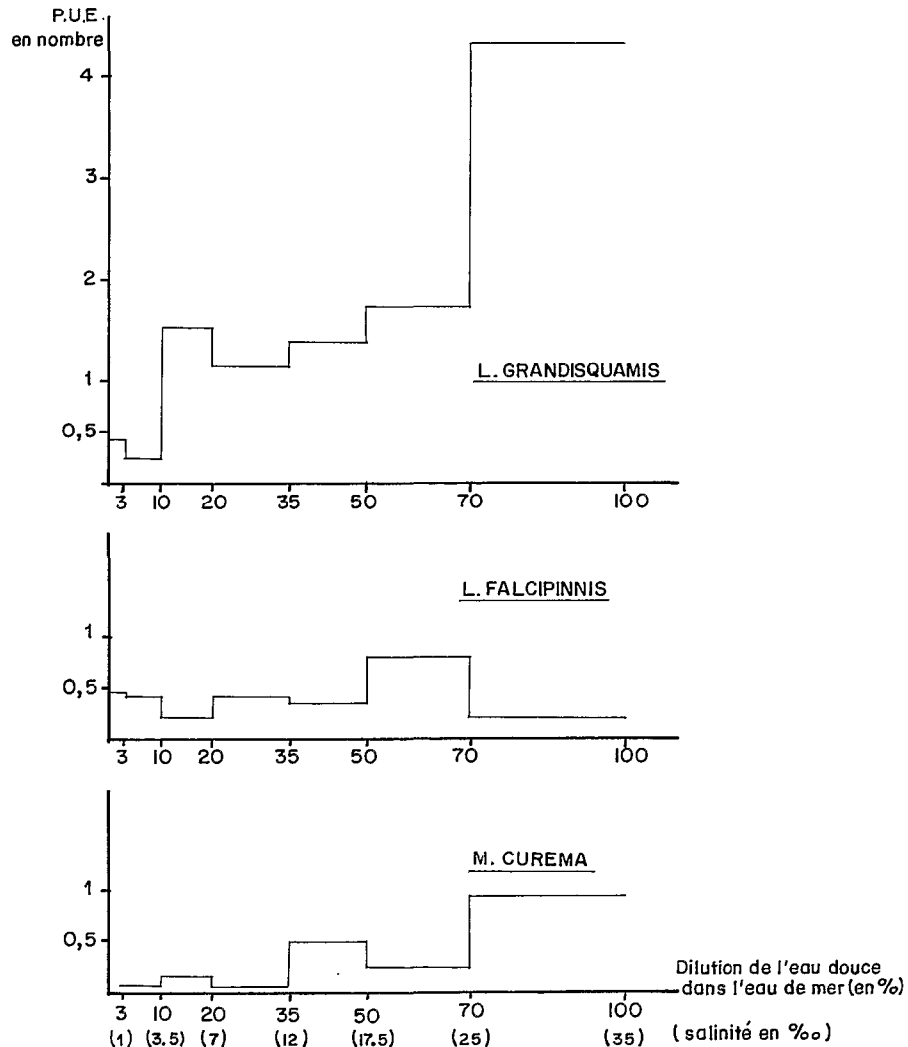


FIG. 6. — Évolution des PUE de *L. grandisquamis*, de *L. falcipinnis* et de *M. curema* en fonction de la salinité (établies en secteur III pour LGR et MCU et pour l'ensemble de la lagune chez LFA)

de tolérance, totalement euryhalins puisqu'ils sont présents de 0 à 35 ‰ alors que *M. curema* semble éviter les eaux douces.

*L. grandisquamis* montre clairement une abondance croissante avec le taux de salinité. Les PUE sont faibles dans les deux premières classes de 0 à 3,5 ‰, elles prennent des valeurs moyennes entre 3,5 et 25 ‰ et deviennent plus de deux fois supérieures dans les eaux polyhalines à plus de 25 ‰.

*M. curema* montre *grosso modo* le même schéma de distribution, ne se trouvant en quantité notable que dans la classe de salinité la plus élevée.

En revanche, *L. falcipinnis* semble parfaitement euryhalin et son abondance ne paraît aucunement liée aux conditions halines du milieu.

#### 4.3.2. OXYGÈNE

En ce qui concerne la concentration en oxygène dissous, DURAND et SKUBICH (1982) précisent que : « les variations naturelles constatées sont de plusieurs ordres : cycles nyctéméraux liés à l'activité biologique; gradients verticaux plus ou moins accentués en fonction de la stratification verticale et de sa stabilité; variations saisonnières liées aux fluctuations saisonnières des apports et de la production photosynthétique. A tout ceci s'ajoutent les interventions humaines ... » et ... « la variabilité est élevée et les différences apparemment constatées ne sont pas nécessairement significatives ». Variations importantes et variabilité extrême à toutes les échelles caractérisent donc ce paramètre qui paraît difficile-



TABLEAU II

PUE par classe de transparence chez *L. grandisquamis*, *M. curema* et *L. falcipinnis* en lagune Ébrié

Transparence (en décimètres)	1 - 4	4 - 6	8 - 12	12 - 26	26 - 100
<i>L. grandisquamis</i> ...	1,0	5,8	4,2	3,7	13,1
<i>M. curema</i> .....	0	0	0	2,4	1
<i>L. falcipinnis</i> .....	0,2	0,4	0,2	0,5	0,1

ment utilisable comme facteur explicatif de la répartition de poissons aussi mobiles, tant horizontalement que verticalement, que les mulets. En effet, si ces derniers semblent étroitement dépendants du fond pour leur alimentation (cf. § 5.2.) ils n'en demeurent pas moins aptes à se déplacer en pleine eau, voire en sub-surface. Ainsi leur capture occasionnelle dans des eaux de fond très désoxygénées, peut être interprétée comme résultant d'incursions momentanées dans ces eaux pour la recherche de nourriture. En ce qui concerne *M. curema*, il est à noter que les plus fortes captures ont été effectuées dans les eaux à faible concentration d'oxygène (moins de 2 ppm). Peut-être s'agit-il là d'une adaptation particulière de cette espèce lui permettant de réduire la forte compétition alimentaire avec les espèces concurrentes (cf. § 5.2.).

#### 4.3.3. TRANSPARENCE

Deux aspects essentiels quant à la répartition des poissons sont englobés dans la mesure de ce paramètre : la richesse en phytoplancton et la charge en particules solides. Les valeurs mesurées en lagune Ébrié varient suivant le lieu et la saison de quelques (2 ou 3) décimètres à plusieurs mètres (6-8). Le tableau II montre que les mulets étudiés ont, à l'exception de *L. falcipinnis*, une abondance maximale dans les eaux lagunaires les moins turbides. *M. curema* n'a été capturé que dans des eaux présentant plus de 1,2 m de transparence au disque de Secchi. *L. grandisquamis* est présent en quantité notable à partir de 40 cm de transparence et abondant dans les zones où elle est égale ou supérieure à 2,6 m.

#### 4.4. Micro-répartition

En ce qui concerne *M. curema*, l'essentiel des poissons, soit plus de 97 % des individus capturés en secteur III, provient des stations 3 surtout, 5 et dans une moindre mesure 4 (fig. 1). De même, c'est en ces trois stations auxquelles il convient d'ajouter

les nos 12 et 15 qu'a été capturée la quasi-totalité des *L. grandisquamis* (99 % du total pêché en secteur III). C'est également à la station n° 3 que les quelques *L. dumerili* et *M. cephalus* ont été récoltés.

Toutes ces stations ont en commun d'être des milieux bien abrités : baies, doigts de gant, chenal étroit et peu profond, et de présenter un fond recouvert de vase organique et de nombreux détritux végétaux en décomposition (feuilles, bois morts...).

*L. falcipinnis* a été capturé dans un plus grand nombre de stations aux caractéristiques variées et semble donc beaucoup plus eurybiote que les espèces précédentes.

## 5. ÉLÉMENTS DE BIOLOGIE

### 5.1. Structures démographiques

#### 5.1.1. STRUCTURES EN TAILLES ET RELATIONS LONGUEUR-POIDS

Chez *L. grandisquamis*, la taille maximum observée (T.M.O.) est de 297 mm. En secteur III, où ont été réalisées environ 75 % des captures, la distribution globale en tailles montre un groupe bien individualisé présentant nettement deux pics successifs à 150-160 mm, et à 180-190 mm (fig. 7a). Ceux-ci correspondent respectivement aux valeurs modales observées dans la distribution des fréquences en tailles (D.F.T.) des mâles et des femelles (fig. 7b et 7c). Cette différence de tailles, constatée lors des différentes campagnes réparties sur l'année et observée aussi bien en saison sèche qu'en saison de crue, suggère une croissance plus rapide des femelles. QUIGNARD et FARRUGIO (1981) signalent des observations analogues chez d'autres espèces de mulets. Dans la gamme des tailles observées, aucune répartition différentielle liée à la taille n'a été mise en évidence (par secteur ou par classe de salinité).

Chez *L. falcipinnis*, la T.M.O. est de 410 mm. Les histogrammes présentés à la figure 8 n'indiquent aucune différence notable entre D.F.T. des mâles

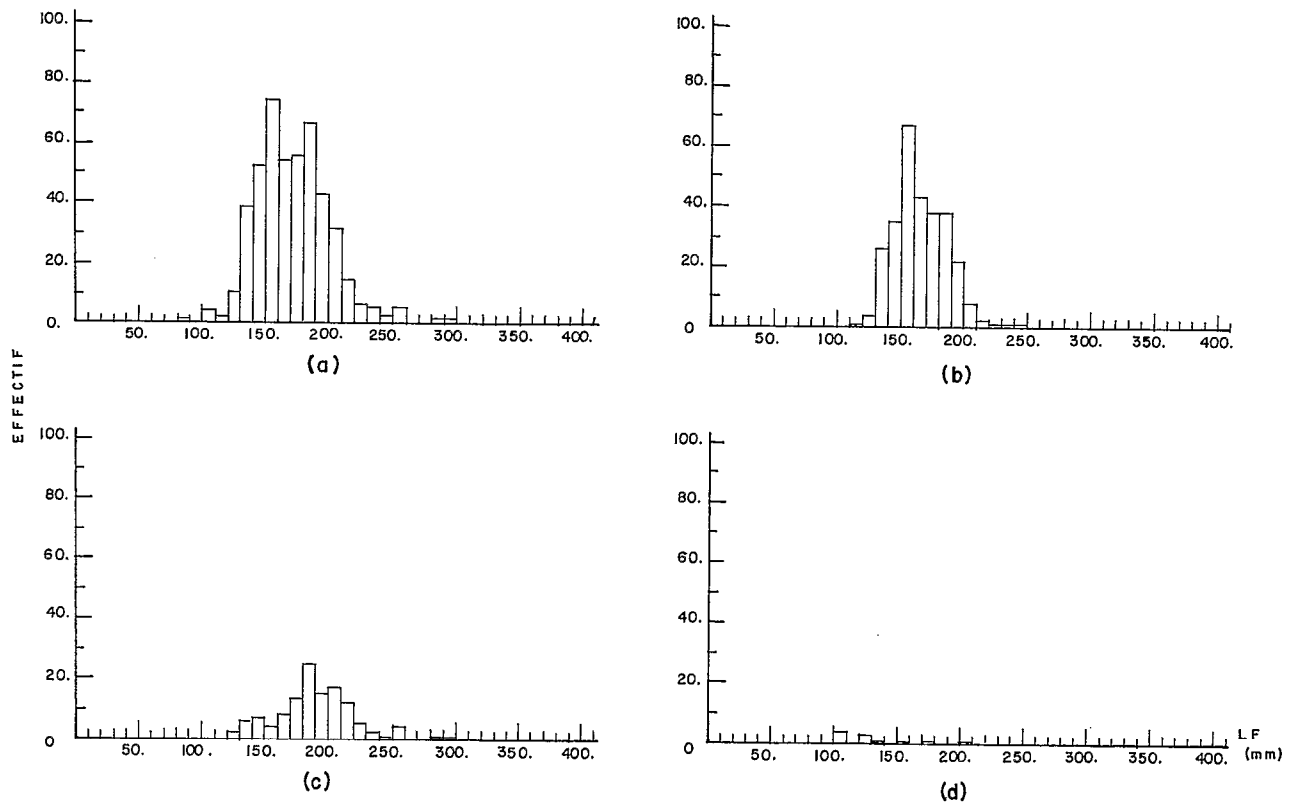


FIG. 7. — Structures en tailles de *L. grandisquamis* en secteur III. a : population globale ; b : mâles ; c : femelles ; d : immatures sexe indéterminé

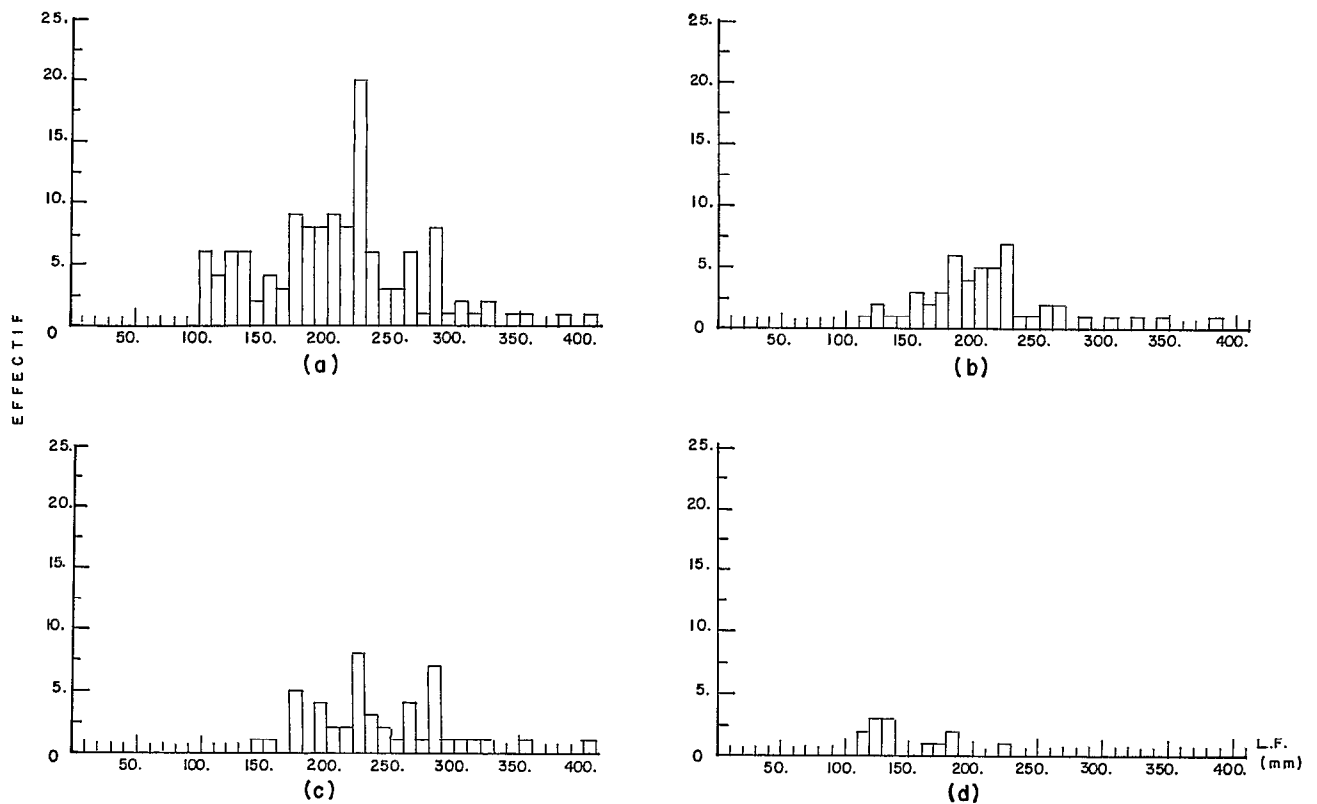


FIG. 8. — Structures en tailles de *L. facipinnis* en lagune Ébrié. a : population globale ; b : mâles ; c : femelles ; d : immatures sexe indéterminé

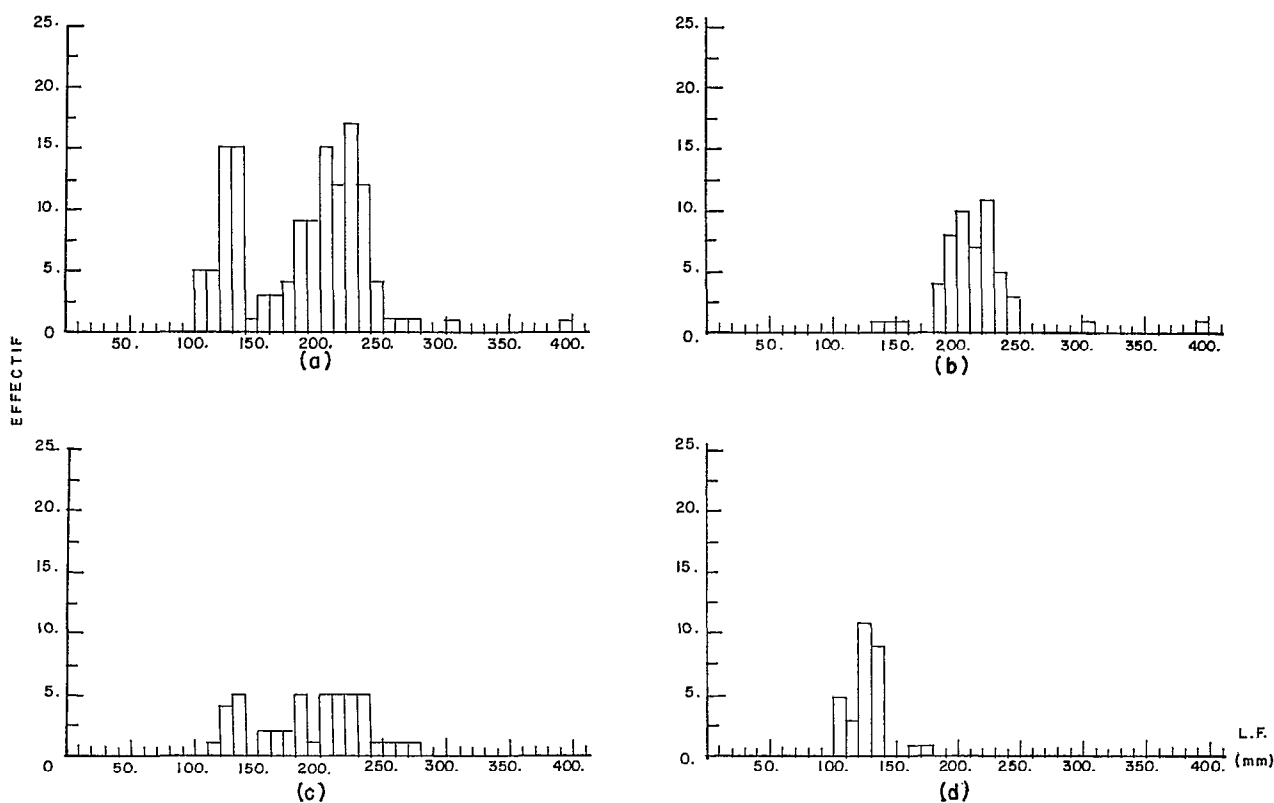


FIG. 9. — Structures en tailles de *M. curema* en secteur III. a : population globale; b : mâles; c : femelles; d : immatures sexe indéterminé

et des femelles établies pour l'ensemble des secteurs lagunaires.

Chez *M. curema*, la T.M.O. est de 394 mm. Les D.F.T. établies pour le secteur III (fig. 9) montrent qu'il ne semble pas exister de différence notable entre la taille des mâles et celle des femelles. En revanche, on y observe un groupe bien individualisé (valeur modale 120-140 mm) correspondant à de jeunes *M. curema* immatures particulièrement abondants dans les captures effectuées en mai 1980.

En raison du très faible nombre d'individus observés, nous nous bornerons pour *M. cephalus* et *L. dumerili* à signaler les tailles maximales observées en lagune Ébrié. Celles-ci sont respectivement de 702 et de 210 mm.

Les relations longueur-poids ont été calculées pour les trois espèces les plus abondantes : *L. falcipinnis*, *L. grandisquamis* et *M. curema*.

Les résultats sont présentés dans le tableau III; K et B représentent les paramètres de la régression de y en x ou droite prédictive de la forme :  $\text{Log poids (g)} = B \times \text{Log LF (mm)} + \text{Log K}$ .

### 5.1.2. PROPORTION DES SEXES

Le sex-ratio global (effectif des femelles/effectif des mâles) des trois principales espèces de mullets capturées en lagune Ébrié est donné dans le tableau IV. Il est respectivement pour *L. falcipinnis*, *L. grandisquamis* et *M. curema* de 0,92, 0,39 et 0,83.

Les mâles sont les plus nombreux chez les trois espèces, cette prépondérance n'étant significative que chez *L. grandisquamis* ( $p < 0,01$ ).

Chez cette dernière espèce, le sex-ratio montre une remarquable évolution en fonction de la taille (fig. 10). On observe dans les petites tailles une nette prépondérance des mâles (80 à 90 %), puis le sex-ratio tend progressivement à s'équilibrer vers 200 mm pour ensuite s'inverser en faveur des femelles. Au-dessus d'une longueur de 255 mm, seules des femelles ont été capturées.

Une tendance analogue a été observée chez *L. falcipinnis*, mais demande à être confirmée, alors qu'aucune évolution particulière dans la relation sex-ratio/taille n'est mise en évidence chez *M. curema*

dans la gamme de tailles échantillonnées (110-260 mm).

Plusieurs hypothèses, non exclusives mutuellement, peuvent être invoquées pour rendre compte du sex-ratio global déséquilibré en faveur des mâles et de la relation sex-ratio/taille observée chez *L. grandisquamis*.

Trois de ces hypothèses nous semblent devoir être éliminées d'emblée :

— on peut écarter l'éventualité d'un biais dans la détermination des sexes compte tenu de l'état de maturation sexuelle avancé de la grande majorité des individus examinés (seulement 18 % d'immatures);

TABLEAU III

Valeurs des paramètres des relations longueur-poids chez *L. falcipinnis*, *L. grandisquamis* et *M. curema* (d'après BERT et ECOUTIN, 1982)

ESPECES	B	K ( $\times 10^{-5}$ )	Nombre de couples	Corrélation	Intervalle de validité
<i>L. falcipinnis</i> .....	2.995	1,092	72	. 994	100 - 389
<i>L. grandisquamis</i> ....	3.114	0,698	57	. 989	120 - 259
<i>M. curema</i> .....	3.136	0,653	35	. 980	170 - 399

TABLEAU IV

Sex-ratio global des trois espèces de Mugilidae les mieux représentées en lagune Ébrié

ESPECES	Mâles (%)	Femelles (%)	Sex-ratio	Effectif
<i>L. falcipinnis</i> ..	52.0	48.0	0.92	98
<i>L. grandisquamis</i> .	72.1	27.9	0.39	620
<i>M. curema</i> .....	54.7	45.3	0.83	117

sex - ratio (en %)

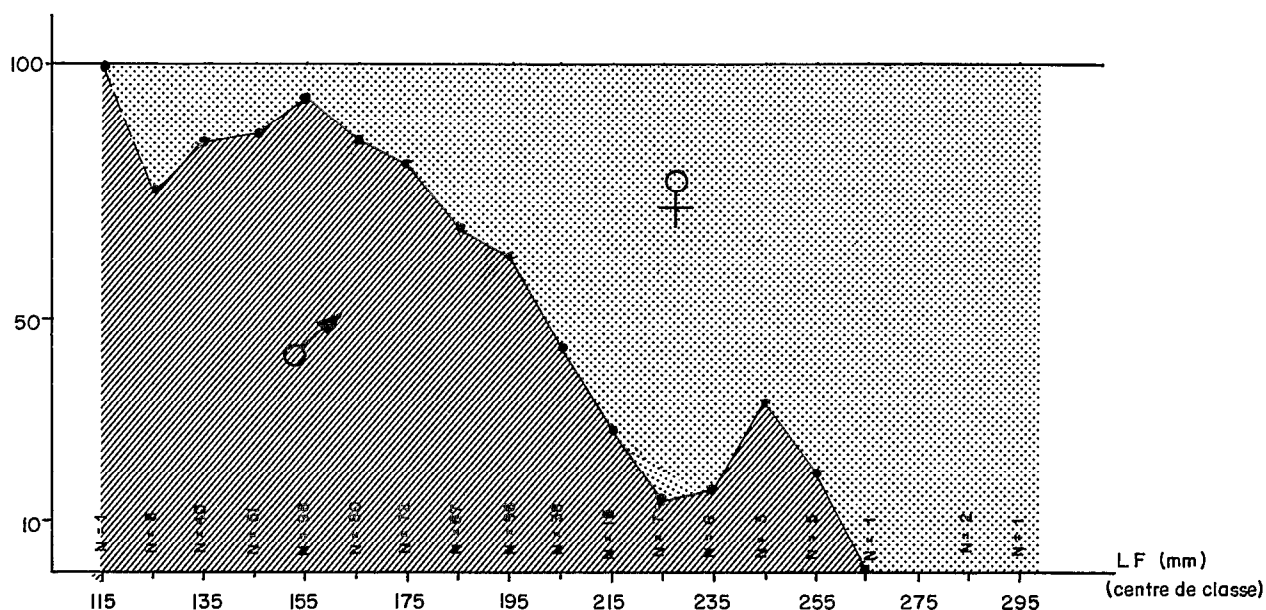


FIG. 10. — Évolution du sex-ratio en fonction de la taille chez *L. grandisquamis*

— l'existence d'un hermaphroditisme qui dans le cas présent serait de type protandrique n'est pas vraisemblable. Nous n'avons en effet jamais observé de cas d'intersexualité sur les 620 individus examinés à l'issue des pêches expérimentales;

— de même, une différence liée au sexe dans l'échappement à la capture apparaît peu probable car il n'existe pas chez *L. grandisquamis* de dimorphisme sexuel pouvant induire une quelconque sélectivité différentielle. De plus, les sex-ratios observés sont similaires que ce soit dans les captures réalisées à la senne tournante ou au chalut.

En revanche, la raréfaction des mâles et la prédominance (ou l'exclusivité) des femelles aux grandes tailles peuvent être attribuées au phénomène de croissance différentielle en faveur des femelles évoqué précédemment. Cette interprétation n'exclut cependant pas la possibilité d'une mortalité naturelle plus élevée et/ou plus précoce chez les mâles.

Toutefois, à elle seule, la différence de croissance entre les sexes ne suffit pas à expliquer la nette prépondérance des mâles aux tailles inférieures à 180 mm, d'ailleurs responsable de la valeur observée dans le sexe-ratio global.

Cette constatation conduit à envisager d'autres hypothèses :

- sex-ratio génétique différent de 1;
- mortalité plus élevée des femelles aux stades larvaires et juvéniles;
- moindre accessibilité des femelles dues à des différences éthologiques liées au sexe.

Ces différences comportementales pourraient se traduire par une répartition plus bordière des femelles en lagune à certaines périodes de leur cycle biologique ou encore par d'éventuelles migrations vers la mer.

## 5.2. Régime alimentaire

Une dizaine de contenus stomacaux de *L. grandisquamis* de 128 à 190 mm (LF) provenant du secteur maritime (sect. III) de la lagune Ébrié ont été examinés. Tous sont essentiellement composés de diatomées, de débris organiques et de grains de sable. Certains (50 % environ) contiennent également des œufs. Un examen plus approfondi montre que les diatomées appartiennent à la famille des Pennatae (genre *Nitzschia* entre autres) et des Centricae. On note également la présence de cladocères en abondance, d'ostracodes et de rotifères. Ces résultats correspondent à ceux obtenus par FAGADE et OLANAYIAN (1973) dans la lagune de Lagos où *L. grandisquamis* a un régime principalement constitué de diatomées, de détritus organiques et de grains de sable.

L'examen de quelques contenus stomacaux de *L. falcipinnis* indiquent qu'en lagune Ébrié le zooplancton (copépodes calanides et cyclopidés essentiellement) peut constituer pour cette espèce une source alimentaire non négligeable. On peut noter également la présence d'annélides polychètes parfois observés en grande quantité chez des individus provenant des zones lagunaires sous forte influence marine.

Chez *M. curema*, nos observations montrent la présence dans les estomacs d'algues vertes et de diatomés ainsi que celle de nombreux grains de sable et de particules détritiques.

Plusieurs études (tabl. V) mettent en évidence la grande similitude des contenus stomacaux des différentes espèces de Mugilidae, celles présentes en lagune Ébrié notamment. De même la localisation géographique ne semble pas influencer de façon notable sur la composition des régimes alimentaires, ce qui n'exclut cependant pas une certaine adaptabilité (BLABER, 1976 et 1977) ni l'existence de variations saisonnières (PAYNE, 1976).

Ces données laissent donc supposer une importante compétition alimentaire. L'étude détaillée de la nutrition d'une dizaine d'espèces de Mugilidae sympatriques des estuaires sud-africains (BLABER, 1976 et 1977) montre que diverses stratégies permettent de la réduire notablement : décalage des heures d'alimentation maximale, ingestion de particules de tailles différentes (qu'elles soient inorganiques, « moulin colloïdal », ou organiques) et donc utilisation différentielle des substrats (choix du substrat et/ou exploitation spécifique d'un même substrat).

En ce qui concerne les espèces présentes en lagune Ébrié, *L. falcipinnis* semble se distinguer par la possibilité d'ingérer plus et d'assimiler mieux les algues bleues (cyanophycées) que ne le font les autres mullets, en partie grâce à un pH gastrique compris entre 2,0 et 5,0, « low enough to have some effect (on cell lysis) » (PAYNE, 1978). De plus, nos observations et celles de FAGADE et OLANAYIAN (1973) montrent que cette espèce peut inclure dans son régime alimentaire des éléments du zooplancton et des macro-invertébrés (annélides polychètes). Possibilité que seul semble partager *M. cephalus* (tabl. V).

*L. dumerili* a la particularité d'ingérer des particules et notamment des grains de sable plus gros que ne le font les autres espèces (observations de BLABER (1977) en Afrique du Sud sur six estuaires et de PAYNE (1976) en Sierra Leone, parmi d'autres).

En revanche, à notre connaissance, rien ne permet de distinguer significativement les régimes alimentaires de *M. curema* et de *L. grandisquamis*.

L'alimentation des formes juvéniles des Mugilidae a été étudiée par BLABER et WHITFIELD (1977) et

TABLEAU V

Éléments bibliographiques concernant le régime alimentaire des Mugilidae présents en lagune Ébrié

ORIGINE \ ESPECE	<i>L. GRANDISQUAMIS</i>	<i>L. FALCIPINNIS</i>	<i>L. DUMERILI</i>	<i>M. CUREMA</i>	<i>M. CEPHALUS</i>
Lagune de Lagos (Nigéria) FAGADE et OLANIYAN (1973)	Diatomées, détritiques organiques et grains de sable.	Diatomées, sable et détritiques organiques principalement mais aussi : filament algaux, ostracodes écailles, copépodes.	Diatomées, grains de sable et détritiques organiques.	Diatomées, grains de sable et détritiques organiques.	Détritiques et diatomées.
Sierra Leone PAYNE (1976, 1978)		Diatomées, détritiques, sable. Algues bleues fréquentes, bactéries.	Détritiques, sable, diatomées. Sable plus gros que chez les autres espèces, moins d'algues bleues que chez LFA.	Détritiques, sable, diatomées.	Détritiques, sable, diatomées.
Afrique du Sud BLABER (1976, 1977)			Diatomées pennées, foraminifères, particules de matière organique, débris de plantes terrestres (sable, particules plus grosses que les autres espèces).		Diatomées pennées, foraminifères, matières organiques particulaires, débris de plantes terrestres, sable.
Mauritanie BRULHET (1974)					Mélange sable et vase : diatomées (benthiques) pennées et centriques, détritiques divers, matières organiques en décomposition.
Tunisie FARRUGIO (1976)					Foraminifères et diatomées benthiques (+++), sable, vase, débris divers (+++) ostracodes, annélides (++).
Floride ODUM et HEALD (1972)					Diatomées benthiques, algues filamenteuses, particules inorganiques.

par FARRUGIO (1976). Ce dernier montre que les estomacs d'alevins (LT = 30 mm) de *M. cephalus* examinés ne contenaient que des éléments végétaux (diatomées benthiques essentiellement, f = 100 %). BLABER et WHITFIELD, quant à eux, ont étudié l'évolution du régime alimentaire avec l'augmentation en taille des formes juvéniles de onze espèces de mullets. La séquence observée est la suivante : zooplancton puis zooplancton et microbenthos et enfin microbenthos composé en grande partie d'organismes végétaux (diatomées pennées et centriques, algues vertes unicellulaires et filamenteuses, cyanophycées) et de débris végétaux (plantes terrestres...). Un décalage des périodes de ponte et donc des recrutements d'alevins permettrait d'éviter dans cette situation une trop forte compétition alimentaire entre les diverses espèces de mullets.

D'une manière générale, les Mugilidae, espèces essentiellement phytophages et détritivores se nourrissent sur le fond qu'ils sucent ou broutent. Leur position dans le réseau trophique de l'écosystème Ébrié est intéressante en ce qu'ils représentent avec l'ethmalose (*Ethmalosa fimbriata*) et les tilapias

(*Tilapia guineensis* et *Sarotherodon melanotheron*) les principaux consommateurs primaires au sein de l'ichtyofaune lagunaire qui en compte au demeurant fort peu.

Comme les tilapias, ils utilisent la microflore benthique (et occasionnellement la micro- et la méiofaune) et sont comme eux aptes à consommer (lyse et digestion des cellules) les algues bleues et les bactéries (PAYNE, 1978; MORIARTY, 1976). Pour ce dernier auteur, il est clair que les bactéries ont dans l'alimentation de *M. cephalus* une importance aussi grande que les diatomées, toujours abondantes nous l'avons vu. Ce qui confirme l'opinion de FENCHEL (1971) selon laquelle « plus que les détritiques eux-mêmes, ce seraient les bactéries et micro-organismes qui leur sont associés qui constituent la source alimentaire principale des détritivores ».

### 5.3. Reproduction

Les Mugilidae sont des poissons hétérosexuels chez lesquels le gonochorisme est la règle générale,

bien que l'existence d'individus hermaphrodites ait été signalée en quelques occasions. Les études portant sur la reproduction des mulets sont nombreuses et parfois approfondies (voir BRUSLÉ, 1981, pour revue), mais l'information concernant les espèces ou populations ouest-africaines reste au contraire très limitée. Il nous a donc paru utile de préciser les principales caractéristiques de la biologies de la reproduction des trois espèces les

plus abondantes en lagune Ébrié : *L. falcipinnis*, *L. grandisquamis* et *M. curema*.

### 5.3.1. TAILLE DE PREMIÈRE MATURATION SEXUELLE

La taille de première maturation sexuelle (L50) est ici définie comme la longueur à la fourche à laquelle 50 % des poissons se trouvent à un stade avancé (supérieur ou égal au stade 3 de l'échelle

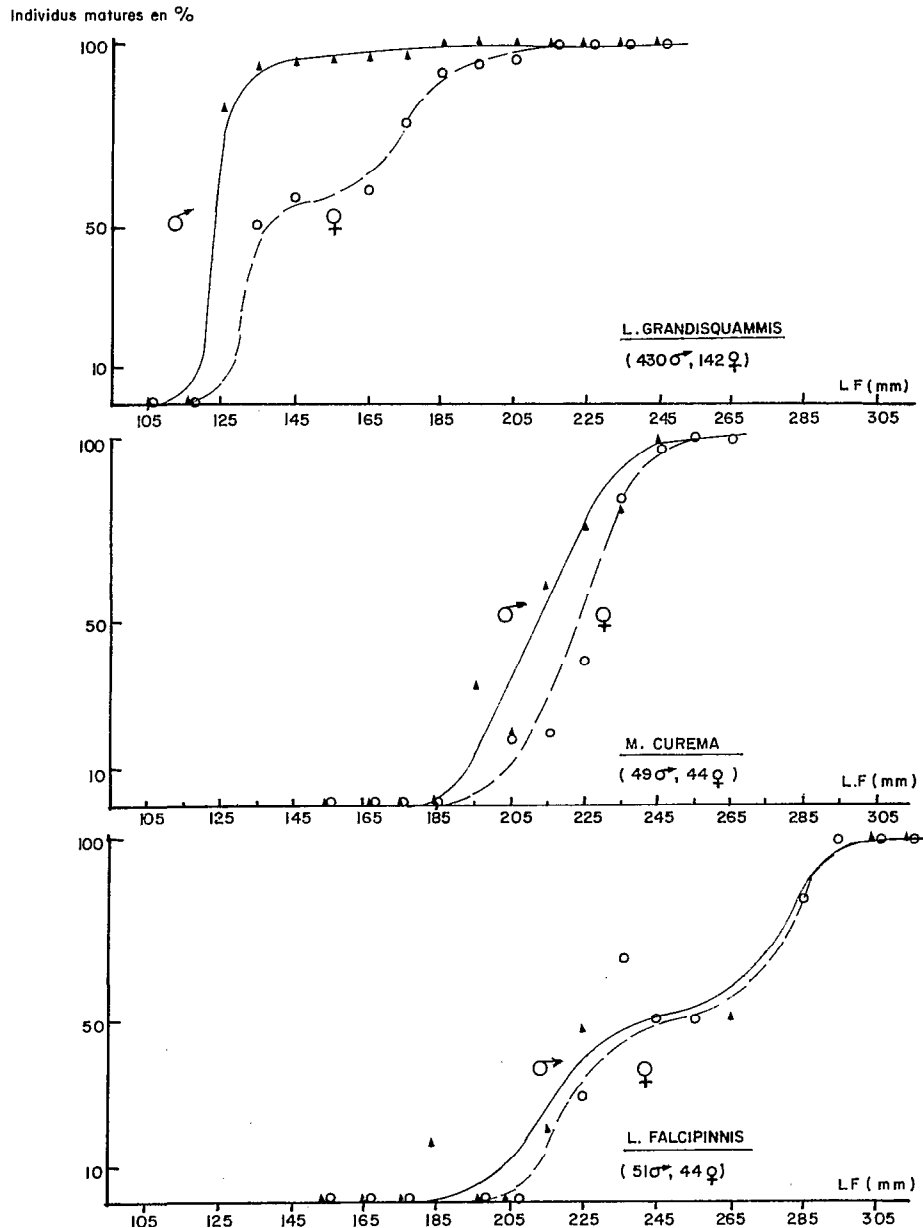


FIG. 11. — Détermination de la taille de première maturation sexuelle chez *L. grandisquamis*, *M. curema* et *L. falcipinnis*

TABLEAU VI

Caractérisation de la taille de première maturation sexuelle chez trois espèces de Mugilidae présentes en lagune Ébrié. Les longueurs (en mm) sont mesurées à la fourche

		<i>L. grandisquamis</i>	<i>L. falcipinnis</i>	<i>M. curema</i>
Mâles	Effectif observé	430	51	49
	L 50 .....	123	230<<270	212
	L 95 .....	140	environ 290	235
	Plus petit individu mature	120	188	192
Femelles	Effectif observé	142	44	46
	L 50 .....	140	230<<270	222
	L 95 .....	195	environ 290	245
	Plus petit individu mature	131	214	209

de maturité) du premier cycle sexuel (ALBARET, 1977).

De plus, afin de mieux cerner l'étalement de la gamme de taille dans laquelle la première maturation est susceptible d'intervenir, il est utile de préciser, outre le L50, la longueur du plus petit individu mature ainsi que la taille à laquelle la quasi-totalité (95 %) des poissons observés est à un stade de maturité avancée. En ce qui concerne ce dernier paramètre, il nous paraît préférable d'utiliser le L95 plutôt que le L100 généralement décalé de plusieurs centimètres vers les grandes tailles du fait d'un petit nombre d'individus plus tardifs dans leur maturation sexuelle.

L'acquisition progressive de la maturité sexuelle en fonction de l'accroissement en taille des poissons est représentée sur la figure 11 pour *L. grandisquamis*, *L. falcipinnis* et *M. curema*.

La taille du plus petit individu mature capturé au cours des pêches expérimentales, ainsi que le L50 et le L95 déterminés graphiquement sont présentés dans le tableau VI. Chez *L. falcipinnis*, le nombre restreint d'individus capturés par classe de taille rend délicate une détermination précise du L50, aussi nous bornons-nous pour cette espèce à donner l'intervalle de taille à l'intérieur duquel il se situe.

A l'exception de *L. falcipinnis* chez lequel il est difficile de procéder à une comparaison de la taille de première maturité des mâles et des femelles, on constate (tabl. VI) que les mâles entrent en maturation à une taille inférieure à celle des femelles. Cela paraît d'ailleurs être le cas général chez les Mugilidae (BRUSLÉ, 1981).

Le tableau VI montre par ailleurs que la première maturation sexuelle intervient chez *L. grandisquamis*

à une taille approximativement de moitié inférieure à celles observées chez *L. falcipinnis* et chez *M. curema*. Outre son intérêt biologique, ce point est important pour la détermination des potentialités aquacoles de ces espèces et nous y reviendrons ultérieurement.

### 5.3.2. ZONES ET PÉRIODES DE REPRODUCTION

Chez *L. grandisquamis*, la capture d'une importante proportion de femelles et de mâles mûrs (gamètes émissibles par pression abdominale) ainsi que de femelles en post-ponte indique que la reproduction (ponte) peut s'effectuer en milieu lagunaire. La possibilité d'une migration d'une partie de la population vers des sites de pontes localisés en mer n'est cependant pas à écarter.

En lagune, la zone de reproduction paraît être limitée essentiellement au secteur marin (secteur III), qui correspond à la zone de plus forte abondance de l'espèce et où la proportion d'individus sexuellement matures (90 % environ) est de loin la plus élevée. On constate (fig. 12) que si des femelles en maturation sont capturées de 0 à 35 %, la proportion de femelles matures augmente néanmoins considérablement avec la salinité. Cela pourrait expliquer au moins en partie que le secteur III, de salinité moyenne plus élevée que les autres secteurs lagunaires constitue une zone privilégiée pour la reproduction de l'espèce.

Chez les mâles, la maturation sexuelle apparaît au contraire beaucoup plus indépendante de ce facteur puisque la proportion d'individus matures reste toujours très élevée quelle que soit la salinité.

La figure 13, qui donne l'évolution saisonnière de l'état sexuel des mâles de *L. grandisquamis* en



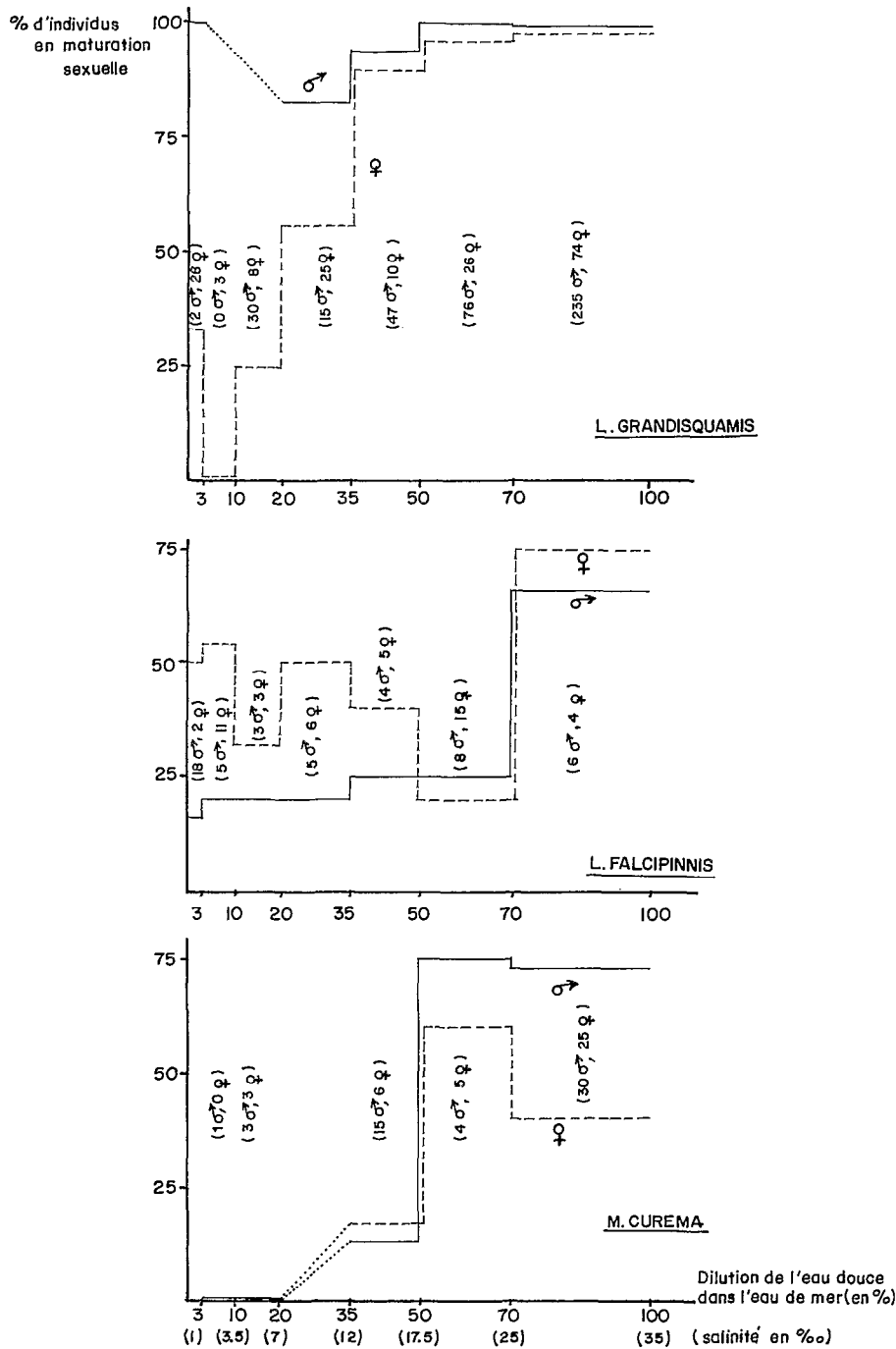


FIG. 12. — Évolution de la proportion d'individus en maturation sexuelle en fonction de la salinité chez *L. grandisquamis*, *L. falcipinnis* et *M. curema*

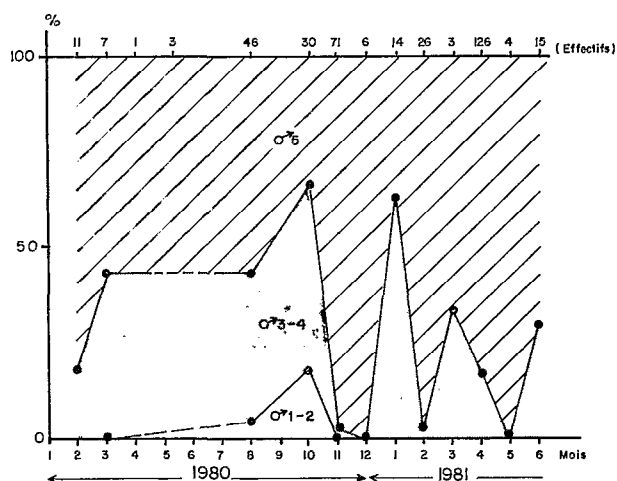


FIG. 13. — Évolution saisonnière de la proportion relative des stades sexuels chez les mâles de *L. grandisquamis* en secteur III

secteur III, révèle une forte proportion d'individus fluents (stade 5) à toute période de l'année. De même, à l'exception du mois de décembre 1980 où seulement trois femelles ont été capturées, des femelles au stade 5 de maturité sexuelle sont régulièrement observées dans les captures quelle que soit la saison.

On peut donc conclure à une reproduction continue de cette espèce au niveau du secteur marin de la lagune Ébrié sans être en mesure de préciser l'existence éventuelle de variations dans l'intensité de l'activité sexuelle au cours du cycle annuel.

Chez *L. falcipinnis*, des individus présentant une maturation sexuelle avancée sont observés dans tous les secteurs lagunaires. La présence de mâles et de femelles mûrs (stade 5) indique que la reproduction de cette espèce peut s'effectuer en lagune Ébrié ce qui, comme dans le cas de *L. grandisquamis*, n'exclut pas la possibilité d'une reproduction en mer.

La zone de reproduction de *L. falcipinnis* paraît être étendue à l'ensemble de la lagune. Des femelles au stade 5 de maturation sont en effet capturées tant en région dessalée (secteurs V et VI) qu'en secteur III et on constate (fig. 12) l'existence d'une relative stabilité de la proportion d'individus en maturation dans toute la gamme de salinité avec toutefois une augmentation de ce pourcentage pour les salinités les plus fortes.

La reproduction de *L. falcipinnis* en lagune Ébrié montre un caractère saisonnier peu marqué, mâles fluents et femelles en maturation avancée ayant été observés de façon étalée tout au long de l'année.

PILLAY (1965) rapporte que des alevins de *L. grandisquamis* et de *L. falcipinnis* peuvent être capturés en grand nombre dans le delta du Niger

presque toute l'année. Bien que cet auteur suggère que la reproduction ait lieu en mer et que les alevins ne colonisent le delta que secondairement, cette observation tend à confirmer l'absence de cycle saisonnier marqué observée dans la maturation sexuelle de ces espèces en lagune Ébrié. Ce point apparaît relativement original lorsque replacé dans le contexte général de la famille des Mugilidae. En effet, BRUSLÉ (1981) donne un tableau récapitulatif des saisons de reproduction de 12 espèces de mullets dans différentes localités, dont il ressort que même en région tropicale la période d'activité sexuelle ne s'étale que rarement sur plus de quelques mois.

Contrairement aux espèces précédentes, *M. curema*, dont la répartition lagunaire se limite presque exclusivement au secteur marin (secteur III), ne se reproduit vraisemblablement pas en lagune Ébrié. Nous n'avons en effet jamais observé ni de mâles fluents, ni de femelles en pré- ou post-ponte. Des individus des deux sexes à un stade relativement avancé de maturation sexuelle (stades 3 et 4) sont toutefois rencontrés, indiquant que la maturation gonadique peut débiter en lagune mais qu'une migration vers la mer est probablement nécessaire (ou concomitante) à la réalisation des phases finales de la gamétogenèse et de la ponte. Il est à noter que les individus en maturation ne sont capturés que lorsque la salinité est supérieure à 12 ‰ (fig. 12).

## 6. DISCUSSION — CONCLUSION

La présente étude porte à cinq le nombre d'espèces de Mugilidae décrites en lagune Ébrié, trois d'entre elles appartiennent au genre *Liza*: *L. grandisquamis*, *L. falcipinnis* et *L. dumerili*, et deux au genre *Mugil*: *M. curema* et *M. cephalus*. Une sixième espèce, *M. bananensis*, a été identifiée lors de pêches expérimentales réalisées en mer le long du littoral mais n'a jamais, jusqu'à présent, été capturée en lagune. Cette association d'espèces se retrouve fréquemment dans les milieux saumâtres ouest-africains, notamment au Nigeria (FAGADE et OLANIYAN, 1973), au Bénin (GRAS, 1961), en Sierra Leone (PAYNE, 1976), et au Sénégal (ALBARET, 1984). Toutefois selon les lagunes ou estuaires considérés l'importance globale des mullets au sein des peuplements ichtyologiques varie notablement (en Côte d'Ivoire, c'est par exemple le cas dans les lagunes Ébrié et de Grand-Lahou), de même que l'abondance relative des différentes espèces. Ainsi *L. grandisquamis*, espèce peu représentée au Bénin (GRAS, 1961) et en Sierra Leone (PAYNE, 1976), apparaît-elle comme très abondante en lagune Ébrié.

L'association des cinq espèces identifiées n'est

observée que dans le secteur lagunaire sous forte influence marine. Ce secteur constitue la zone de répartition préférentielle de *M. curema*, de *L. grandisquamis* et de *M. cephalus* dont les abondances respectives diminuent rapidement à mesure que l'on s'éloigne de l'exutoire. *L. dumerili*, très rare en lagune, n'a pas été observé dans les autres secteurs. En revanche, l'abondance de *L. falcipinnis* reste très stable quel que soit le secteur lagunaire considéré, c'est l'espèce la plus fréquemment rencontrée dans les secteurs éloignés de la communication avec l'océan.

Il est intéressant de remarquer que le schéma de répartition des Mugilidae, en particulier de *L. grandisquamis* et *L. falcipinnis*, est dans ses grandes lignes le même dans deux milieux saumâtres aussi différents que le sont la lagune Ébrié et l'estuaire de la Casamance au Sénégal (ALBARET, 1984). En lagune Ébrié, *L. grandisquamis* présente une nette concentration dans la zone sous forte influence thalassique (secteur III, proche du canal de Vridi, fig. 1), et *L. falcipinnis*, au contraire, montre une répartition quasi uniforme sur l'ensemble du milieu lagunaire. En Casamance, *L. grandisquamis* est très abondant de l'embouchure jusqu'à Ziguinchor (soit à 50-60 km) pour devenir rare et disparaître tout à fait plus en amont alors que *L. falcipinnis* reste sur tout le cours (plus de 200 km) l'une des 3 ou 4 espèces dominantes de l'ichtyofaune casamançaise. Outre leurs caractéristiques morphologiques, les deux milieux se distinguent actuellement par des gradients respectifs de salinité inversés : le taux de salinité décroît rapidement du canal de Vridi (salinité proche de 35 ‰) vers les extrémités ouest et est de la lagune Ébrié (0-5 ‰), alors qu'il croît tout aussi rapidement de l'aval vers l'amont de la Casamance (plus de 80 ‰ en saison sèche à 200 km de l'embouchure; ALBARET, 1984). Pour expliquer la similitude de distribution des espèces observées on doit alors invoquer soit une euryhalinité relativement moindre de *L. grandisquamis* « préférant » séjourner dans des eaux dont la salinité reste voisine de l'eau de mer (mais on peut rappeler que les limites de tolérance observées pour l'espèce sont très larges : de 0 à 66 ‰), soit l'absence de rôle direct de la salinité dans la répartition de ces deux espèces extraordinairement euryhalines (de 0 à 81 ‰ pour *L. falcipinnis*), et évoquer dans ce cas l'action du « confinement » tel que défini par GUELORGET et PERTHUISOT (1983), soit plus vraisemblablement dans ce cas, une répartition selon des critères trophiques (nature des aliments eux-mêmes ou granulométrie du sédiment; BLABER, 1976 et 1977). La carte granulométrique des deux milieux ne nous est pas connue. On sait en revanche (voir paragr. 5.2) que *L. falcipinnis* se distingue des autres

espèces de mullets considérées par un régime alimentaire plus « opportuniste », en particulier par la possibilité d'inclure à son régime des éléments du zooplancton et des macro-invertébrés et surtout celle d'ingérer plus et d'assimiler mieux les cyanophycées, lesquelles sont particulièrement abondantes dans les secteurs occidentaux de la lagune Ébrié (LITIS, 1984) où cette espèce de mullet est prédominante. Nous pensons que ce large spectre alimentaire couplé à l'hyper-euryhalinité de l'espèce est à mettre directement en relation avec la très large répartition de *L. falcipinnis*.

En ce qui concerne la biologie de la reproduction, deux résultats nous semblent particulièrement remarquables car inhabituels en ce qui concerne cette famille : la possibilité pour deux espèces, *L. grandisquamis* et *L. falcipinnis* de se reproduire en lagune, et l'étalement de la période de reproduction sur toute l'année pour ces deux mêmes espèces.

Il est, rappelons-le, très généralement admis que les mullets se reproduisent en mer à des périodes bien définies. Seuls quelques cas de reproduction en eaux intérieures saumâtres ou douces sont rapportés dans la littérature (voir BRUSLÉ, 1981, pour revue) et l'on peut notamment citer celui de *M. saliens* qui se reproduit dans le lac Quarun (EL-ZARKA et EL-SEDFY, 1970). La possibilité d'une reproduction sur toute l'année paraît être plus rare chez les Mugilidae; à notre connaissance l'observation de quelques individus sexuellement matures tout au long de l'année n'est rapportée que chez *Aldrichetta forsteri*, bien que cette espèce présente une saison de reproduction nettement marquée (THOMSON, 1957).

*L. grandisquamis* se reproduit préférentiellement dans la région dont la salinité reste voisine de celle de l'eau de mer (bien que des individus en maturation soient rencontrés dans toute la gamme des salinités), en revanche, la zone de reproduction de *L. falcipinnis* paraît être étendue à l'ensemble de la lagune et à toute la gamme de salinité. En Casamance, des individus de ces deux espèces ont été capturés à un stade de maturité avancé jusqu'à 54 ‰ en ce qui concerne *L. grandisquamis* et 76 ‰ en ce qui concerne *L. falcipinnis* (ALBARET, 1984).

Notons toutefois que saison de reproduction étalée et zone de reproduction étendue ne sont pas nécessairement synonymes de recrutement continu en tout lieu. En effet, dans certaines situations, les caractéristiques physico-chimiques de l'eau pourraient se révéler plus ou moins favorables à la fécondation des œufs ou encore à la survie des embryons ou des larves. Dans ce sens, HINES et YASHOUV (1971) ont montré chez *M. capito* que l'activité des spermatozoïdes est plus durable lorsque ceux-ci sont activés dans des solutions de

pH et d'osmolarité les plus proches de l'eau de mer. De même, chez *M. cephalus*, si le développement embryonnaire et l'éclosion peuvent se produire à des salinités comprises entre 10 et 55 ‰, l'optimum pour la survie des larves se situe dans une gamme beaucoup plus restreinte entre 30 et 40 ‰ (LEE et MENU, 1981). On sait cependant que ces deux espèces se reproduisent en mer et il serait intéressant de connaître les limites de tolérance des gamètes, des œufs et des larves de *L. grandisquamis* et *L. falcipinnis* pour lesquels la reproduction apparaît beaucoup plus euryhaline. Ce point pourrait être d'une grande importance, notamment dans la perspective d'un éventuel développement de l'élevage de ces espèces en milieu lagunaire.

## 7. RÉFLEXION SUR LES POTENTIALITÉS DES MUGILIDAE POUR L'AQUACULTURE DANS LES LAGUNES IVOIRIENNES

Depuis quelques décennies, une importante somme de connaissances a été acquise, en Europe et en Asie principalement, sur la biologie et l'élevage des Mugilidae (voir OREN, 1981) et, à présent, leur intérêt pour la pisciculture n'est plus à démontrer. Celui-ci repose sur trois atouts principaux :

- une alimentation basée sur l'exploitation des premiers niveaux de la chaîne trophique ;
- une grande faculté d'adaptation à des eaux de caractéristiques physico-chimiques variées et notamment une remarquable euryhalinité ;
- une croissance rapide (du moins pour certaines espèces).

Les qualités des mullets ne sont pas à négliger dans le cadre du programme de développement de l'aquaculture dans les lagunes ivoiriennes. D'autant que ceux-ci, très appréciés par le consommateur ivoirien, atteignent sur les marchés un prix de vente élevé. Selon WEIGEL (1983), celui-ci est en moyenne dans la région d'Abidjan de 877 F.CFA/kg pour le poisson frais et de 1 481 F.CFA/kg pour le poisson fumé. Ce qui classe les mullets parmi les poissons les plus prisés localement, avec les mâchoirons (*Chrysihlthys spp.*) et les capitaines (*Polynemus*) notamment.

En conséquence, il nous a paru intéressant de préciser les possibilités d'élevage de mullets en Côte d'Ivoire. Deux étapes ont été considérées :

- la première consiste, à la lumière de nos résultats, à effectuer une première sélection et à définir parmi les espèces représentées localement celles dont le potentiel aquacole est le plus élevé ;
- la seconde, tenant compte de certaines contraintes

biotechnologiques, vise à définir les modalités d'élevage les mieux adaptées.

Des cinq espèces identifiées en lagune Ébrié, *M. cephalus* est la seule dont l'intérêt pour l'élevage soit clairement établi. Elle est élevée avec succès dans diverses régions du monde depuis de nombreuses années et est considérée comme l'espèce de Mugilidae ayant le plus fort potentiel aquacole, compte tenu, entre autres, de sa croissance rapide (OREN, 1981). En outre, c'est certainement l'espèce dont la biologie et la physiologie ont été le plus étudiées et également celle dont les techniques de reproduction induite et d'élevage larvaire sont les mieux maîtrisées (NASH et SHEHADEH, 1980). Pour ces raisons, *M. cephalus* apparaît d'emblée comme l'un des candidats à privilégier pour l'aquaculture lagunaire.

En revanche, *L. dumerili*, du fait de sa faible taille maximale (280 mm, THOMSON, 1981), ne présente qu'un intérêt très limité et n'est pas à retenir. Il en est de même pour *M. bananensis* dont la taille n'atteint que 260 mm (THOMSON, 1981) et qui, rappelons-le, n'a jamais été observé en lagune Ébrié.

Parmi les trois autres espèces, plusieurs arguments incitent à privilégier le choix de *L. falcipinnis* pour l'élevage en lagune. Sa taille maximale (410 mm) et sa taille de première maturité (230-270 mm) sont plus élevées que celles de *L. grandisquamis* et de *M. curema*, et sont les indices probables d'une croissance plus rapide de cette espèce. *L. falcipinnis* est particulièrement eurybiote comme le montre sa répartition très étendue tant en lagune Ébrié qu'en Casamance. Il pourrait donc être élevé avec succès dans des zones lagunaires de caractéristiques variées. De plus, il se reproduit en lagune et sa maturation sexuelle apparaît, en comparaison de ce que l'on observe pour les autres espèces, plus indépendante de la salinité (fig. 12). Enfin *L. falcipinnis* possède un « spectre trophique » plus large que celui de ses congénères.

Bien que *L. falcipinnis* et *L. grandisquamis* aient fait l'objet d'essais d'élevage au Nigeria où ils sont particulièrement abondants (PILLAY, 1965; SIVALINGAM, 1975), on ne dispose d'aucune information précise sur leurs croissances respectives, ces espèces n'ayant pas été distinguées dans les étangs de pisciculture où elles étaient mélangées.

En conclusion, *L. falcipinnis* et *M. cephalus* sont certainement les espèces qui, au sein de la famille des Mugilidae, possèdent le plus fort potentiel pour l'aquaculture lagunaire en Côte d'Ivoire mais aussi plus largement en Afrique de l'Ouest, où leur choix nous paraît plus particulièrement recommandé.

Le plus grand problème susceptible de freiner le développement de l'élevage des mullets est l'approvisionnement en alevins, lequel constitue dans certaines régions un véritable goulet d'étranglement

(BEN-YAMI, 1981). Dans la majorité des cas, l'approvisionnement en juvéniles repose encore sur les captures effectuées dans le milieu naturel. Cette méthode présente cependant de nombreux désavantages :

— elle revêt un caractère aléatoire fonction de la variabilité interannuelle de l'abondance en juvéniles dans le milieu et de leur disponibilité suivant les localités;

— les juvéniles de plusieurs espèces de performances inégales sont souvent capturés en mélange et ne peuvent être triés que très difficilement;

— les prélèvements en juvéniles peuvent, dans certain cas, conduire avec le développement des élevages à un appauvrissement des stocks naturels;

— enfin dans certaines régions la capture des juvéniles est compromise par une pollution croissante (NASH et KONINGSBERGER, 1981). Aussi, ces deux auteurs mettent-ils l'accent sur la nécessité de s'affranchir des ressources naturelles et d'établir des techniques de reproduction contrôlée et d'élevage larvaire permettant de subvenir aux besoins des exploitations piscicoles.

Néanmoins, malgré les succès encourageants obtenus dans ce domaine chez *M. cephalus* à Taïwan (LIAO, 1974) et à Hawaii (KUO et SHEHADEH, 1980), l'application de ces techniques, qui demandent un investissement, un niveau technologique et un savoir-faire important, apparaît peu réaliste à court terme dans le contexte socio-économique actuel de nombreux pays en voie de développement.

Dans un premier temps, il est donc proposé que des essais de grossissement des mullets soient réalisés dans les lagunes ivoiriennes à partir de juvéniles capturés dans le milieu naturel, et qu'à moyen terme des recherches soient engagées pour déterminer la factibilité, au niveau local, de la reproduction contrôlée de *M. cephalus* et de *L. falcipinnis*.

Dans cette première phase, deux types d'élevage peuvent être envisagés :

(a) Une association en polyculture des mullets et des mâchoirons (*Chrysichthys nigrodigitatus*), actuellement l'une des principales espèces sélectionnées pour l'aquaculture dans les eaux saumâtres ivoiriennes. *C. nigrodigitatus* est élevé en enclos, structure bien adaptée au milieu lagunaire (HEM, 1982), où il reçoit une alimentation artificielle sous forme de granulés.

Lors d'une étude des modifications sédimentologiques liées à l'élevage monospécifique de cette espèce, GUIRAL (1983) a mis en évidence la disparition complète de la faune benthique dans les enclos (en particulier la malacofaune). Il a de plus montré

que de profondes modifications du peuplement bactérien survenaient, avec notamment une augmentation de la richesse spécifique et un accroissement de la biomasse qu'il relie à la disparition de la faune benthique les contrôlant en conditions naturelles (GUIRAL, 1985). L'introduction de mullets, consommateurs directs de bactéries (MORIARTY, 1976), dans les enclos d'élevage de mâchoirons pourrait ainsi permettre de récupérer l'énergie potentielle que représente cette biomasse bactérienne riche en protéines.

En outre, le périphyton qui se développe abondamment sur les piquets et les filets délimitant les enclos, et qui n'est pas consommé par *Chrysichthys*, constituerait une source alimentaire supplémentaire non négligeable pour les mullets. Ce qui par ailleurs, aurait comme effet de limiter le développement du « fouling » et donc de favoriser la circulation de l'eau dans les enclos.

De plus, on peut noter que les mullets, poissons de pleine eau, et les mâchoirons, plus étroitement inféodés au fond, n'entrent pas en compétition spatiale directe.

(b) Un élevage en mono- ou en polyculture, dans lequel les particularités trophiques des mullets seraient exploitées au mieux en facilitant le développement dans les enclos d'une nourriture naturelle adéquate et abondante.

Une fertilisation classique, telle qu'elle est pratiquée en étang n'est pas réalisable en milieu ouvert, mais l'on peut envisager de placer dans les enclos différents supports qui en augmentent les surfaces disponibles favorisent le développement de périphyton et de microorganismes dont les mullets peuvent directement s'alimenter. Deux exemples de ce principe d'élevage extensif ont déjà donné des résultats extrêmement encourageants :

— En lagune Ébrié, l'association de la technique des enclos avec celle des « acadjas », amas organisés de branchages (voir WELCOMME, 1972), a permis d'atteindre à l'échelle expérimentale une production en tilapias (*Sarotherodon melanotheron*) de près de 7 t/ha/an, sans aucun apport d'aliment artificiel (HEM, en préparation).

— Une technique similaire est également utilisée dans le Nord-Est brésilien depuis de nombreuses années (VON-HERING, 1932). Il s'agit d'étangs implantés en bordure d'estuaire ou de lagune en zone de mangrove, dans lesquels sont disposés de simples branchages piqués dans le sédiment. Cette technique, pratiquée le plus souvent de manière empirique, permet d'obtenir des rendements de plus de 1 t/ha/an en mullets (*M. brasiliensis* et *M. curema*) ou en tilapias, en l'absence de toute alimentation ou fertilisation exogène (LEGENDRE, 1985).

Par leur régime alimentaire les mullets, de même que les tilapias, semblent parfaitement adaptés à cette forme d'élevage qui peut constituer une solution aux multiples problèmes posés dans les pays en voie de développement par l'utilisation d'une alimentation artificielle (approvisionnement, conservation et coût), et apparaît à l'évidence très

adaptée au développement d'une aquaculture extensive prise en charge par des populations riveraines ne disposant que de faibles moyens financiers.

Manuscrit accepté par le Comité de Rédaction le 4 février 1986  
et reçu au Service des Éditions le 22 février 1986

### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBARET (J.-J.), 1977. — La reproduction de l'Albacore (*Thunnus albacores*) dans le golfe de Guinée. *Cah. ORSTOM, Série Océanogr.*, 15 (4) : 389-419.
- ALBARET (J.-J.), 1984. — Premières observations sur la faune ichthyologique de la Casamance. *Cent. Rech. Océanogr. Dakar-Thiaroye. Arch. n° 131*, 22 p.
- BEN-YAMI (M.), 1981. — Handling, transportation and stocking of fry. In: O. H. Oren (Ed.), *Aquaculture of grey mullets*, Cambridge Univ. Press : 335-359.
- BERT (A.) et EGCOUTIN (J.-M.), 1982. — Relations longueur-poids de 43 espèces de poissons capturés dans les lagunes ivoiriennes. *Arch. Sc. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 8 (1) : 1-30.
- BLABER (S. J. M.), 1976. — The food and feeding ecology of Mugilidae in the St. Lucia Lake system. *Biol. J. Limn. Soc.*, 8 : 267-277.
- BLABER (S. J. M.), 1977. — The feeding ecology and relative abundance of mullet (Mugilidae) in Natal and Pondo-land estuaries. *Biol. J. Limn. Soc.*, 9 : 259-275.
- BLABER (S. J. M.) et WHITFIELD (A. K.), 1977. — The feeding ecology of juvenile mullet (Mugilidae) in South-East African estuaries. *Biol. J. Limn. Soc.*, 9 : 277-284.
- BLACHE (J.), CADENAT (J.) et STAUCH (A.), 1970. — Clés de détermination des poissons de mer signalés dans l'Atlantique oriental, entre le 20° parallèle nord et le 15° parallèle sud. *Faune Tropicale*, n° 18, ORSTOM, Paris, 479 p.
- BRULHET (J.), 1974. — Situation et perspectives des pêcheries du mullet jaune de Mauritanie. *Pêche Maritime*, n° 1159 : 702-706.
- BRUSLÉ (J.), 1981. — Sexuality and biology of reproduction in grey mullets. In: P. H. Oren (Ed.), *Aquaculture of grey mullets*. Cambridge Univ. Press : 99-154.
- CADENAT (J.), 1964. — Notes d'ichtyologie ouest-africaine. VIII. - Sur les mullets de la Côte Occidentale d'Afrique. *Bull. IFAN (Sér. A)*, 16 (2) : 584-591.
- DAGET (J.) et ILTIS (A.), 1965. — Poissons de Côte d'Ivoire (eaux douces et saumâtres). *Mém. IFAN*, n° 74, 385 p.
- DUFOUR (Ph.) et DURAND (J.-R.), 1982. — La production végétale des lagunes de Côte d'Ivoire. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 15 (3) : 209-230.
- DURAND (J.-R.) et LOUBENS (G.), 1970. — Observations sur la sexualité et la reproduction des *Alestes baremoze* du bas Chari et du lac Tchad. *Cah. ORSTOM. sér. Hydrobiol.*, 4 (2) : 61-81.
- DURAND (J.-R.), AMON KOTHIAS (J.-B.), EGCOUTIN (J.-M.), GERLOTTO (F.), HIÉ DARÉ (J.-P.) et LAÉ (R.), 1978. — Statistiques de pêche en lagune Ébrié (Côte d'Ivoire) : 1976-1977. *Doc. Sc. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 9 (2) : 67-114.
- DURAND (J.-R.) et CHANTRAINE (J. M.), 1982. — L'environnement climatique des lagunes ivoiriennes. *Rev. Hydrobiol. Trop.*, 15 (2) : 85-113.
- DURAND (J.-R.) et SKUBICH (M.), 1982. — Les lagunes ivoiriennes. *Aquaculture*, 27 (3) : 261-272.
- EL-ZARKA (S.) et EL-SEDFY (H. M.), 1970. — The biology and fishery of *Mugil saliens* (Risso) in Lake Quarum, I.A.R. *Bull. Inst. Oceanogr. Fish. Cairo*, 1 : 2-26.
- FAGADE (S. O.) et OLANIYAN (C. I. O.), 1973. — The food and feeding interrelationship of the fishes of Lagos Lagoon. *J. Fish. Biol.*, 5 : 205-227.
- FARRUGIO (H.), 1976. — Premières observations sur le régime alimentaire des muges des lacs Tunisiens. *Rapp. Procès-Verbaux Comm. Int. Explor. Mer Méditer.*, 23 : 45-46.
- FENCHEL (T.), 1971. — Aspects of decomposer food chains in marine benthos. *Verh. dt. Zool. Ges.*, 65 : 14-23.
- FOWLER (H. W.), 1936. — The marine fishes of West Africa. *Bull. Am. Mus. Nat. Hist.*, vol. 70 (1), 605 p.
- GRAS (A.), 1961. — Liste des poissons du Bas Dahomey faisant partie de la collection du laboratoire d'hydrobiologie du service des eaux, forêts et chasses du Dahomey. *Bull. IFAN (Sér. A)*, 23 : 572-586.
- GUELORGET (O.) et PERTHUISOT (J.-P.), 1983. — Le domaine paraliq. Expressions géologiques, biologiques et économiques du confinement. *Presse de l'École Normale Supérieure*, Paris, 138 p.
- GUIRAL (D.), 1983. — Physico-chimie et biogéochimie des eaux et des sédiments à la station d'aquaculture de Layo (lagune Ébrié, Côte d'Ivoire). *Doc. Sc. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, 14 (1) : 1-29.
- GUIRAL (D.), 1985. — Modifications et transformations des écosystèmes sédimentaires par les élevages piscicoles en lagune Ébrié. *Aquaculture* (sous presse).
- HEM (S.), 1982. — L'aquaculture en enclos : Adaptation au milieu lagunaire ivoirien. *Aquaculture*, 27 (3) : 211-250.

- HINES (R.) et YASHOUV (A.), 1971. — Some environmental factors influencing the activity of spermatozoa of *Mugil capito* Cuvier, a grey mullet. *J. Fish. Biol.*, 3 : 123-127.
- ILTIS (A.), 1984. — Biomasses phytoplanktoniques de la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Hydrobiologia*, 118 : 153-175.
- LEE (C. S.) et MENU (B.), 1981. — Effects of salinity on egg development and hatching in grey mullet *Mugil cephalus* L. *J. Fish. Biol.*, 19 : 179-188.
- LEGENDRE (M.), 1985. — Rapport de mission au Brésil et en Guyane. *NDR. Cent. Rech. Océanogr. Abidjan*, n° 01/85, 26 p.
- LIAO (I. C.), 1974. — Experiments on induced breeding of the grey mullet in Taiwan from 1963 to 1973. In: *Proc. Int. Symp. on the grey mullets and their culture*, Haïfa, 2-8 June 1974.
- MORIARTY (D. J. W.), 1976. — Quantitative studies on bacteria and algae in the food of the mullet *Mugil cephalus* L. and the prawn *Metapenaeus bennelliae* (Racek and Dall). *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 22 : 131-143.
- NASH (C. E.) et SHEHADEH (Z. H.), 1980. — Review of breeding and propagation techniques for grey mullets, *Mugil cephalus* L. *ICLARM Studies and Review*, n° 3, 87 p.
- NASH (C. E.) et KONINGSBERGER (R. M.), 1981. — Artificial propagation. In: O. H. Oren (Ed.), *Aquaculture of grey mullets*, Cambridge Univ. Press : 265-312.
- ODUM (W. E.) et HEALD (E. J.), 1972. — Trophic analyses of an estuarine mangrove community. *Bull. Mar. Sci.*, 22 (3) : 671-738.
- OREN (O. H.) (Ed.), 1981. — *Aquaculture of grey mullets*. Cambridge Univ. Press, 507 p.
- PAYNE (A. I.), 1976. — The relative abundance and feeding habits of the grey mullet species occurring in an estuary in Sierra Leone, West Africa. *Mar. Biol.*, 35 : 277-286.
- PAYNE (A. I.), 1978. — Gut pH and digestive strategies in estuarine grey mullet (Mugilidae) and tilapia (Cichlidae). *J. Fish. Biol.*, 13 : 627-629.
- PILLAY (T. V. R.), 1965. — Report to the Government of Nigeria on investigations of the possibility of brackish-water fish culture in the Niger Delta. *Rep. FAO/EPTA*, n° 1973, 52 p.
- QUIGNARD (J.-P.) et FARRUGIO (H.), 1981. — Age and growth of grey mullets. In: O. H. Oren (Ed.) *Aquaculture of grey mullets*. Cambridge Univ. Press : 155-184.
- SIVALINGAM (S.), 1975. — On the grey mullets of the nigerian coast, prospects of their culture and results of trials. *Aquaculture*, 5 (4) : 345-357.
- TASTET (J.-P.), 1974. — L'environnement physique du système lagunaire Ébrié. 1 et 2. *Univ. Nationale de Côte d'Ivoire. Sér. Doc.*, n° 11, 28 p.
- THOMSON (J. M.), 1957. — Biological studies of economic significance of yellow-eyed mullet, *Aldrichetta forsteri* (Cuvier) (Mugilidae). *Aust. J. Mar. Freshw. Res.*, 8 (1) : 1-13.
- THOMSON (J. M.), 1981. — In : Fischer W., Bianchi G. et Scott W. B. (Eds), *Fiches FAO d'identifications des espèces pour les besoins de la Pêche*, Atlantique Centre-Est, tome 3.
- VARLET (F.), 1978. — Le régime de la lagune Ébrié, Côte d'Ivoire. Traits physiques essentiels. *Trav. Doc. ORSTOM*, n° 83, 162 p.
- VON-HERING (R.), 1932. — Criação de peixes em viveiros no Recife. *Boletim da Secretaria de Agricultura, Industria e Viação*, Recife, 1 : 35-40.
- WEIGEL (J. Y.), 1983. — La commercialisation du poisson en pays lagunaire. *Rapport Interne, ORSTOM*, 67 p.
- WELCOMME (R.-L.), 1972. — An evaluation of the acadjas method of fishing as practiced in the coastal lagoons of Dahomey (West Africa). *J. Fish. Biol.*, 4 : 39-55.