

## Sommaire

|   |    |
|---|----|
| Sommaire.....   | 1  |
| Liste des Figures .....   | 3  |
| Liste des Tableaux.....   | 3  |
| I. Introduction.....  | 5  |
| II. Matériels et Méthodes .....   | 8  |
| II.1- Présentation du site d'étude.....   | 8  |
| II.1.1- La Casamance .....  | 8  |
| II.1.1.1- Situation géographique.....   | 8  |
| II.1.1.2- Climat et végétation .....  | 8  |
| II.1.1.3- Topographie .....   | 8  |
| II.1.1.4- Pluviométrie .....  | 10 |
| II.1.1.5- Salinité.....   | 10 |
| II.1.1.6- Ichtyofaune.....  | 12 |
| II.1.2- Le site de Maka .....   | 16 |
| II.2- Matériel biologique : Espèces ciblées .....                                   | 16 |
| II.2.1- <i>Ethmalosa fimbriata</i> (Bowdich, 1825), figure 6 .....                  | 18 |
| II.2.2- <i>Elops lacerta</i> (Valenciennes, 1846), figure 6.....                    | 18 |
| II.2.3- <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> (Duméril, 1859), figure 6 ..... | 19 |
| II.2.4- <i>Tilapia guineensis</i> (Bleeker in Günther, 1862), figure 6.....         | 20 |
| II.2.5- <i>Hemichromis fasciatus</i> (Peters, 1852), figure 6 .....                 | 20 |
| II.3- Protocole d'échantillonnage .....   | 21 |
| II.3.1- Engins d'échantillonnage .....  | 21 |
| II.3.2- Mesure des paramètres environnementaux .....                                | 23 |
| II.3.3- Prélèvement de gonades .....  | 23 |
| II.3.4- Prélèvement de contenus stomacaux.....                                      | 24 |
| II.3.5- Prélèvement de branchies.....   | 25 |
| II.4- Exploitation des échantillons au laboratoire .....                            | 25 |
| II.4.1- Analyse des contenus stomacaux .....  | 25 |
| II.4.2- Analyse de la structure en taille .....                                     | 25 |
| II.4.3- Analyse de la fécondité .....   | 26 |
| II.4.4- Détermination des parasites branchiaux.....                                 | 27 |
| II.4.5- Facteur de Condition (K).....   | 27 |
| II.5- Analyses statistiques .....   | 28 |
| III. Résultats .....  | 28 |
| III 1- Évolution de la salinité et de la température.....                           | 28 |
| III 2- Distribution des tailles .....   | 30 |
| III.2.1- <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> .....                          | 30 |
| III.2.2- <i>Tilapia guineensis</i> .....  | 30 |
| III.2.3- <i>Hemichromis fasciatus</i> .....   | 32 |
| III.2.4- <i>Ethmalosa fimbriata</i> .....   | 34 |
| III.2.5- <i>Elops lacerta</i> .....   | 34 |
| <b>III 3- Facteur de Condition (K)</b> .....  | 36 |
| III.3.1- <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> .....                          | 36 |
| III.3.2- <i>Tilapia guineensis</i> .....  | 36 |
| III.3.3- <i>Hemichromis fasciatus</i> .....   | 36 |
| III.3.4- <i>Ethmalosa fimbriata</i> .....   | 36 |
| III.3.5- <i>Elops lacerta</i> .....   | 38 |

|   |    |
|---|----|
| <b>III 4- Régime alimentaire</b> .....  | 38 |
| III.4.1- <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> .....                              | 38 |
| III.4.2- <i>Tilapia guineensis</i> .....  | 40 |
| III.4.3- <i>Hemichromis fasciatus</i> .....   | 42 |
| III.4.4- <i>Ethmalosa fimbriata</i> .....   | 42 |
| III.4.5- <i>Elops lacerta</i> .....   | 44 |
| <b>III.5- Reproduction</b> .....  | 44 |
| III.5.1- <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> .....                              | 46 |
| III.5.1.1- Fécondité relative .....   | 46 |
| III.5.1.2- Diamètres ovocytaires .....  | 46 |
| III.5.1.3- Taille de première maturité sexuelle (L <sub>50</sub> ) .....                | 48 |
| III.5.1.4- Rapport gonado-somatique (RGS) .....   | 49 |
| III.5.2- <i>Tilapia guineensis</i> .....  | 51 |
| III.5.2.1- Fécondité relative .....   | 51 |
| III.5.2.2- Diamètres ovocytaires .....  | 51 |
| III.5.2.3- Taille de première maturité sexuelle (L <sub>50</sub> ) .....                | 53 |
| III.5.2.4- Rapport gonado-somatique (RGS) .....   | 53 |
| <b>III.6- Parasites branchiaux</b> .....  | 55 |
| IV Discussion : .....   | 55 |
| IV.1- Paramètres environnementaux .....   | 55 |
| IV.2- Distribution des tailles .....  | 57 |
| IV.2.1- Les tilapias .....  | 57 |
| IV.2.2- <i>Ethmalosa fimbriata</i> .....  | 61 |
| IV.2.3- <i>Elops lacerta</i> .....  | 61 |
| IV.3- Facteur de condition (K) .....  | 62 |
| IV.3.1- Les tilapias .....  | 62 |
| IV.3.2- <i>Ethmalosa fimbriata</i> et <i>Elops lacerta</i> .....                        | 63 |
| IV.4- Régime alimentaire .....  | 63 |
| IV.4.1- <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> et <i>Tilapias guineensis</i> ..... | 63 |
| IV.4.2- <i>Ethmalosa fimbriata</i> .....  | 65 |
| IV.4.3- <i>Hemichromis fasciatus</i> et <i>Elops lacerta</i> .....                      | 66 |
| IV.5- Reproduction .....  | 66 |
| IV.5.1- <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> et <i>Tilapia guineensis</i> .....  | 66 |
| IV.5.1.1- Fécondité et taille des ovocytes .....  | 66 |
| IV.5.1.2- Taille de première maturité sexuelle (L <sub>50</sub> ) .....                 | 69 |
| IV.5.1.3- Rapport gonado-somatique (RGS) .....  | 72 |
| IV.6- Infection parasitaire .....   | 73 |
| V. Résumé et Perspectives .....   | 75 |
| <i>Références bibliographiques</i> .....  | 78 |
| <i>Annexes</i> .....  | 83 |
| Résumé .....  | 95 |

## *Liste des Figures*

|  |    |
|--|----|
| Figure 1 : Situation géographique de la Casamance et des stations étudiées.....  | 7  |
| Figure 2 : Pluie annuelle et pluie moyenne de 1918 à 1970, entre 1970 et 1993 et.....  | 9  |
| Figure 3 : Evolution mensuelle et interannuelle de la salinité de l'estuaire de la Casamance.....  | 9  |
| Figure 4 : Les grandes catégories écologiques dans les peuplements de poissons des milieux estuariens et lagunaires d'Afrique de l'Ouest ( <i>in</i> Albaret, 1999). ....  | 11 |
| Figure 5 : Distribution des espèces étudiées sur le long du fleuve Casamance : Es = formes estuariennes strictes, Ec = formes estuariennes continentales, ME = marines estuariennes, Em = estuariennes d'origine marine. Les traits pleins correspondent à la saison sèche et les pointillés à la saison des pluies (Modifié d'Albaret, 1987)..... | 15 |
| Figure 6 : Photos des cinq espèces de poissons étudiés (Vidy G. de l'équipe UR RAP).....   | 17 |
| Figure 7 : <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> avec trois classes de tailles (photo : Gueye M.) ...  | 22 |
| Figure 8 : Structure des diamètres ovocytaires des femelles de stades 4 et 5 chez <i>Sarotherodon melanotheron</i> et <i>Tilapia guineensis</i> .....  | 22 |
| Figure 9 : Histogrammes des occurrences moyennes de proies de <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> suivant les mois (a) et les stations (b). ....   | 37 |
| Figure 10 : Histogrammes des occurrences moyennes de proies de <i>Tilapia guineensis</i> suivant les mois (a) et les stations (b). ....  | 39 |
| Figure 11 : Histogramme des occurrences moyennes de proies d' <i>Ethmalosa fimbriata</i> en fonction des mois d'échantillonnage. ....  | 41 |
| Figure 12 : Courbes des fécondités relatives moyennes des femelles de <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> en fonction des stations et des mois d'échantillonnage.....  | 45 |
| Figure 13 : Courbes d'évolution du diamètre ovocytair des femelles de <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> en fonction des stations et des mois d'échantillonnage.....  | 47 |
| Figure 14 : Détermination par méthode graphique de la taille de première maturité sexuelle ( $L_{50}$ ) des femelles matures de <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> par intervalle de 10 mm en fonction des mois (a) et en amont et en aval du barrage (b) .....   | 50 |
| Figure 15 : Courbes des fécondités relatives des femelles de <i>Tilapia guineensis</i> en fonction des stations et des mois d'échantillonnage.....   | 54 |
| Figure 16 : Détermination par la méthode graphique de la taille de première maturité sexuelle ( $L_{50}$ ) des femelles matures de <i>Tilapia guineensis</i> par intervalle de 10 mm en fonction des mois (a) et en amont et en aval du barrage (b). ....  | 56 |
| Figure 17 : Evolution des parasites branchiaux chez <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> en fonction de la salinité sur le fleuve Casamance. ....   | 60 |

## *Liste des Tableaux*

|   |    |
|---|----|
| Tableau 1 : Richesse spécifique de la Casamance (Modifié d'Albaret <i>et al</i> , mission février 2005). ...  | 13 |
| Tableau 2 : Valeurs de la salinité relevée dans la partie haute du fleuve Casamance en 2005 par l'équipe RAP. ....  | 15 |
| Tableau 3 : Evolution de la salinité et de la température dans les différentes stations d'échantillonnage sur le fleuve Casamance en octobre 2006 et en février et mai 2007. ....   | 29 |
| Tableau 4 : <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> : Tailles minimales (Min), moyennes (Moy) et maximales (Max) des individus mesurées par station (A) et par mois (B) et résultats du test de Student. n : nombre d'individus mesurés, E-t : écart type, p : probabilité..... | 29 |
| Tableau 5 : <i>Tilapia guineensis</i> : Tailles minimales (Min), moyennes (Moy) et maximales (Max) des individus mesurés par station (A) et par mois (B) et résultats du test de Student. n : nombre d'individus mesurés, E-t : écart type, p : probabilité. ....                   | 31 |

|   |    |
|---|----|
| Tableau 6 : <i>Hemichromis fasciatus</i> : Tailles minimales (Min), moyennes (Moy) et maximales (Max) des individus mesurées par station (A) et par mois (B) et résultats du test de Student. n : nombre d'individus mesurés, E-t : écart type, p : probabilité. .... | 31 |
| Tableau 7 : <i>Ethmalosa fimbriata</i> : Tailles minimales (Min), moyennes (Moy) et maximales (Max) des individus mesurées par station (A) et par mois (B) et résultats du test de Student. n : nombre d'individus mesurés, E-t : écart type, p : probabilité. ....   | 33 |
| Tableau 8 : <i>Elops lacerta</i> : Tailles minimales (Min), moyennes (Moy) et maximales (Max) des individus mesurées par station (A) et par mois (B) et résultats du test de Student. n : nombre d'individus mesurés, E-t : écart type, p : probabilité. ....         | 33 |
| Tableau 9 : Valeurs moyennes du facteur (Moy) de condition chez <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> en fonction des stations et des mois et résultats du test de Student. E-t : écart type, p = probabilité. ....   | 35 |
| Tableau 10 : Valeurs moyennes (Moy) du facteur de condition chez <i>Tilapia guineensis</i> .....  | 35 |
| Tableau 11 : Valeurs moyennes (Moy) du facteur de condition chez <i>Hemichromis fasciatus</i> .....   | 35 |
| Tableau 12 : Valeurs moyennes (Moy) du facteur de condition chez <i>Ethmalosa fimbriata</i> .....   | 35 |
| Tableau 13 : Valeurs moyennes (Moy) du facteur de condition chez <i>Elops lacerta</i> .....   | 37 |
| Tableau 14 : Occurrences (en %) des espèces de poissons proies d' <i>Hemichromis fasciatus</i> en fonction des.....   | 41 |
| Tableau 15 : Occurrences (en %) des espèces de poissons proies d' <i>Elops lacerta</i> en fonction des mois et des stations. ....   | 43 |
| Tableau 16 : Nombre de femelles de stade 4 capturées en fonction des stations et des mois pour chaque espèce.....   | 43 |
| Tableau 17 : Fécondité relative moyenne de <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> en fonction des mois et des stations et résultats du test de Student. Nb. obs : nombre d'observation, Moy : moyenne. ....  | 45 |
| Tableau 18 : Diamètres ovocytaires moyens de <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> en fonction des mois et des stations et résultats du test de Student. DO : diamètres ovocytaires, Nb. obs : nombre d'observation, Moy : moyenne. ....                        | 47 |
| Tableau 19 : Rapport gonado-somatique (RGS) des femelles de stade 4 de <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> en fonction des mois et des stations et résultats du test de Student. Nb. obs : nombre d'observation, Moy : moyenne.....                           | 52 |
| Tableau 20 : Fécondités relatives moyennes de <i>Tilapia guineensis</i> en fonction des mois et des stations et résultats du test de Student. Nb. Obs : nombre d'observation, Moy : moyenne.....  | 52 |
| Tableau 21 : Diamètres ovocytaires moyens de <i>Tilapia guineensis</i> en fonction des mois et des stations et résultats du test de Student. DO : diamètres ovocytaires, Nb. obs : nombre d'observation, Moy : moyenne.....   | 58 |
| Tableau 22 : Rapport gonado-somatique (RGS) des femelles de stade 4 de <i>Tilapia guineensis</i> en fonction des mois et des stations et résultats du test de Student. ....   | 58 |
| Tableau 23 : Synthèse de différents résultats sur les tailles maximales observées (TMO) chez trois espèces.....   | 60 |
| Tableau 24 : Synthèse de différents résultats obtenus sur la fécondité relative, le diamètre ovocytaire et la L <sub>50</sub> de <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> et de <i>Tilapia guineensis</i> .....  | 70 |

## I. Introduction

Les estuaires sont des milieux d'interface naturellement perturbés entre le domaine marin et le domaine continental. Ils sont soumis à des modifications globales du climat qui ont des conséquences sur les populations de poissons et sur la structuration des communautés (Blaber, 1997 ; Lévêque & Paugy, 1999 ; Whitfield & Elliott, 2002 ; Elliott *et al.*, 2007). Les estuaires sont des écosystèmes fortement influencés par ces systèmes adjacents qui y établissent ainsi des conditions environnementales très variables (Albaret, 1999).

Les milieux estuariens et lagunaires de l'Afrique de l'ouest présentent des peuplements de poissons très diversifiés et abritent un nombre élevé d'espèces de manière temporaire ou permanente (Albaret, 1994 ; Albaret & Diouf, 1994 ; Baran, 1995). Cette richesse spécifique peut être reliée à certaines caractéristiques de ces écosystèmes comme la taille du milieu, l'importance et la permanence des interfaces, la diversité des habitats entre autres (Albaret, 1999). Ils sont le siège d'une intense activité de reproduction pour une gamme très large d'espèces (Albaret, 1994 ; Baran, 1995 ; Diouf, 1996). Ils sont également des écosystèmes très productifs (Horn & Allen, 1985 ; Day *et al.*, 1989) et sujets à d'importantes pressions anthropiques directes ou indirectes (Albaret, 1999).

Jadis peu étudiés, les estuaires et les lagunes attirent aujourd'hui la communauté scientifique mondiale. Ils font actuellement l'objet d'un intérêt scientifique lié d'une part au développement des activités humaines (pêche, aquaculture, aménagement hydro-agricole, tourisme...) dont ils sont le siège (Albaret & Ecoutin, 1990 ; Albaret & Diouf, 1994), et d'autre part à la prise de conscience de l'importance des fonctions écologiques et économiques de ces écosystèmes (Warburton, 1978).

Les péjorations climatiques des années 70 (Albergel *et al.*, 1991) ont entraîné une baisse des apports d'eaux douces et ont établi un gradient de salinité croissant d'aval en amont (estuaire inverse) avec des salinités dépassant celles de la mer (sursalinisation). Celles-ci ont ainsi provoqué un fonctionnement inverse de certains estuaires ouest africains dont celui de la Casamance au Sénégal. Diverses études ont été menées sur les peuplements et populations de poissons le long d'un gradient inverse : sur la Casamance (Albaret 1984, 1987), sur le Saloum (Albaret & Diouf, 1994 ; Diouf, 1996 ; Vidy, 1998).

Dans ces conditions, la question qui se pose est de comprendre les différences des traits de vie de populations d'espèces tolérantes dans des situations extrêmes : plusieurs approches sont possibles (comparaison de populations naturelles distantes par exemple).

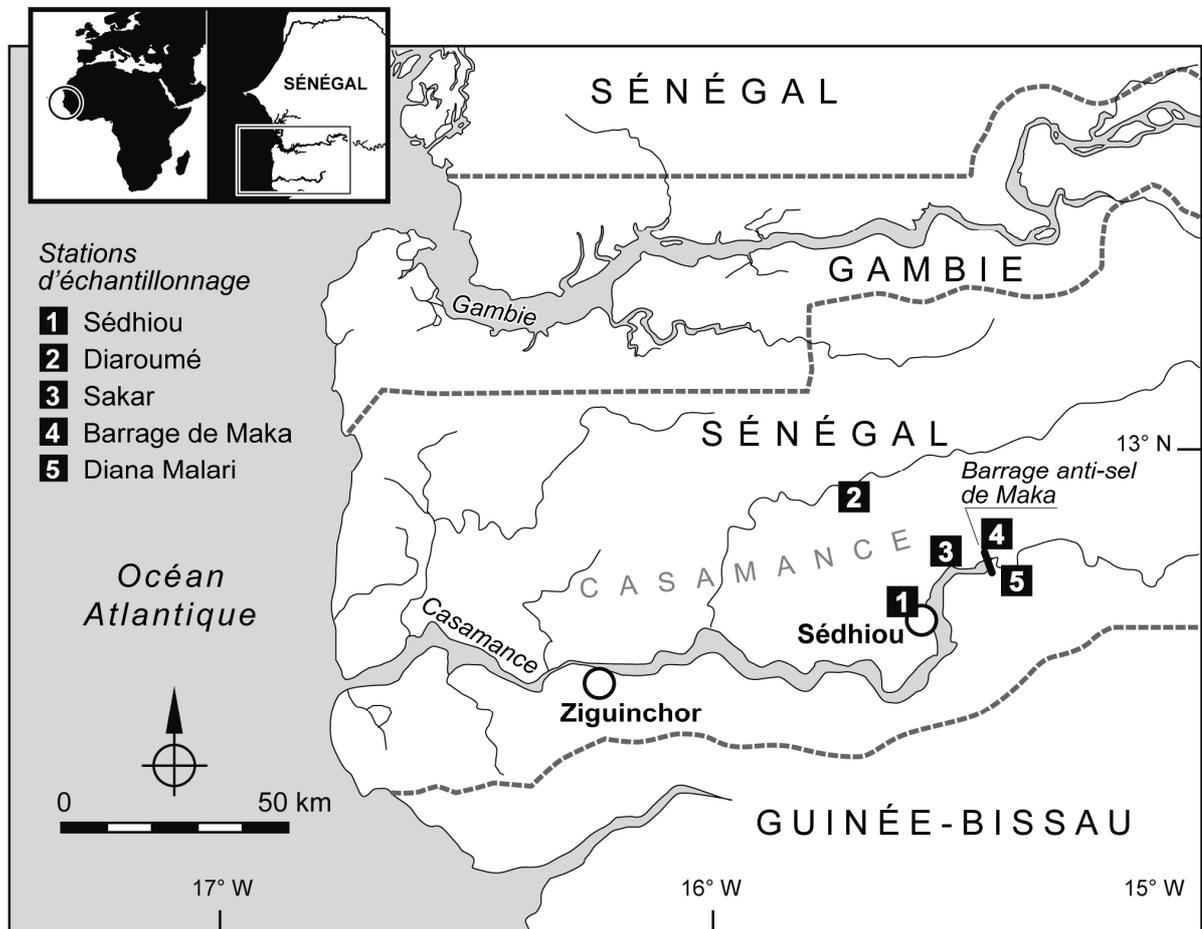
Une situation particulière a été observée sur le fleuve Casamance (estuaire inverse) au niveau d'un barrage anti-sel qui sépare une zone totalement dessalée (d'eaux douces) toute l'année, d'une zone sous influence de l'estuaire inverse avec de fortes variabilités et des salinités pouvant atteindre des valeurs maximales (66 à Sakar en mai 2005). L'originalité de cette situation tient à la présence d'espèces similaires des deux cotés du barrage : *Sarotherodon melanotheron heudelotii*, *Tilapia guineensis*, *Hemichromis fasciatus*, *Ethmalosa fimbriata*, *Elops lacerta*. Par la « plasticité éco-physiologique » qu'elles présentent (Gueye, 2006), ces espèces adopteraient des stratégies d'adaptation qui pourraient affecter leurs traits de vie (reproduction, régime alimentaire, croissance etc...).

Les études sur la reproduction des poissons (Thiaw, 1984 ; Kone & Teugels, 1999, 2003 ; Faunce, 2000 ; Panfili *et al.*, 2004a, b, 2006), sur leur régime alimentaire (Fagade & Olaniyan, 1973 ; Hié Daré, 1980 ; Sene, 1994), sur leur croissance (Legendre, 1983, 1986 ; Gilles, 1995) et sur leur exposition aux infections parasitaires (Pauly, 1976 ; Pariselle & Euzet, 1996) sont nombreuses.

D'une manière générale la plupart des études réalisées jusqu'ici sur les traits de vie des populations de poissons estuariens sont intégrées dans des recherches biologiques et écologiques monospécifiques souvent menées d'ailleurs dans le cadre de projets d'élevage (notamment chez les Cichlidae) ou dans l'optique de la gestion rationnelle et de la protection des stocks exploités (Ecoutin *et al.*, 1994). Plusieurs études ont été menées sur l'écologie de l'ichtyofaune de la Casamance (Albaret, 1984 ; Le Reste, 1986 ; Albaret, 1987 ; Pandaré *et al.*, 1997).

Notre étude figure parmi les premières à s'intéresser à la comparaison des traits de vie de populations de poissons en amont et en aval d'un barrage anti-sel sur la Casamance. Elle vise à mettre en évidence les différences en termes de distribution des tailles, de régime alimentaire et de reproduction entre ces populations, proches spatialement, mais soumises à des stress halins différents.

Cette étude nous permettra de mieux comprendre les stratégies adaptatives adoptées par ces poissons dans des conditions de salinité contrastée et d'affiner les connaissances déjà acquises sur leur bioécologie.



**Figure 1 :** Situation géographique de la Casamance et des stations étudiées.

## II. Matériels et Méthodes

### II.1- Présentation du site d'étude

#### II.1.1- La Casamance

##### II.1.1.1- Situation géographique

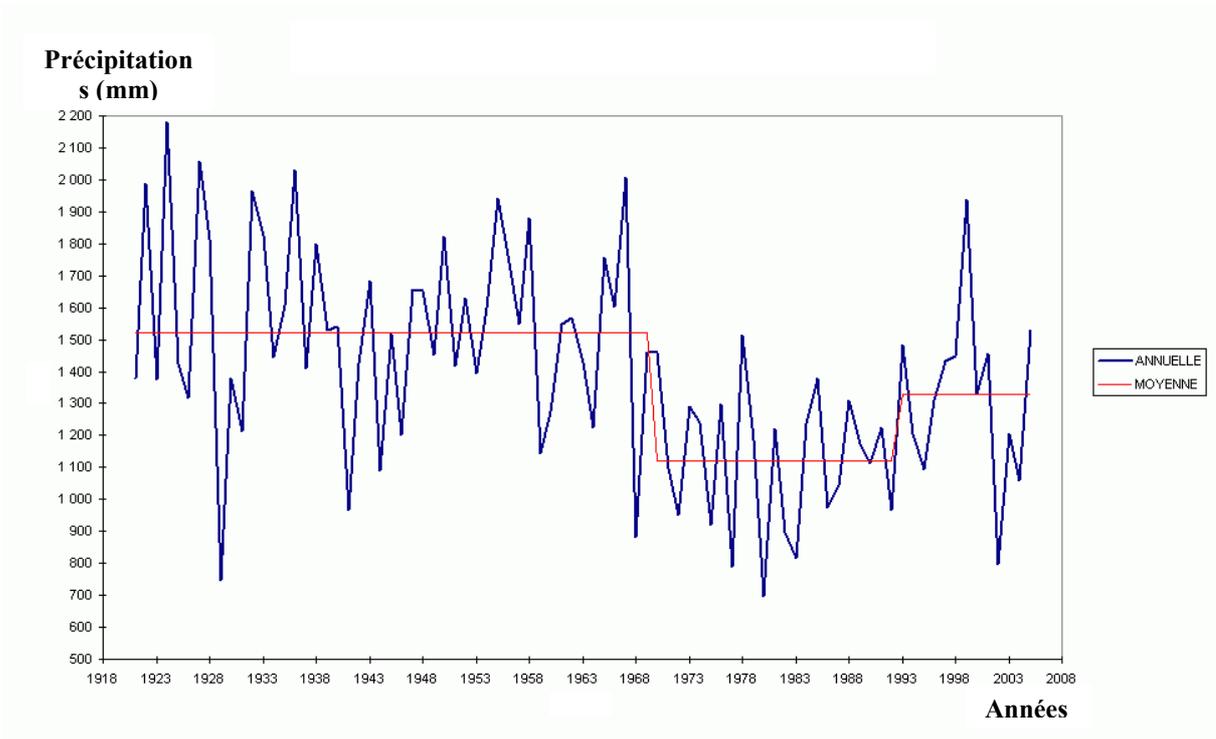
Située au sud du Sénégal, la région de la Casamance est limitée à l'ouest par l'océan atlantique, à l'est par le fleuve Gambie, au sud par les frontières de Guinée-Bissau et de Guinée Conakry et au Nord par la Gambie (**figure 1**). Le bassin versant du fleuve Casamance couvre 14 000 km<sup>2</sup> (Cormier-Salem, 1989). La Casamance est un petit fleuve côtier caractérisé par une vaste zone estuarienne de plus de 200 km de long (ria ennoyée par la transgression flandrienne (*in* Albaret, 1987)). Cet estuaire s'étend comme un long couloir de près de 350 km kilomètres d'ouest en est et de 100 kilomètres du nord au sud. Il prend sa source aux environs de Fafakourou, à l'est de Kolda. En saison sèche, il se réduit en quelques mares (Cormier-Salem, 1989). La pente moyenne (0,07%) est très faible (Bassel, 1993). Les apports en eaux douces sont limités (Albaret, 1984). Les influences marines se font sentir très loin à l'intérieur des terres (Cormier-Salem, 1989).

##### II.1.1.2- Climat et végétation

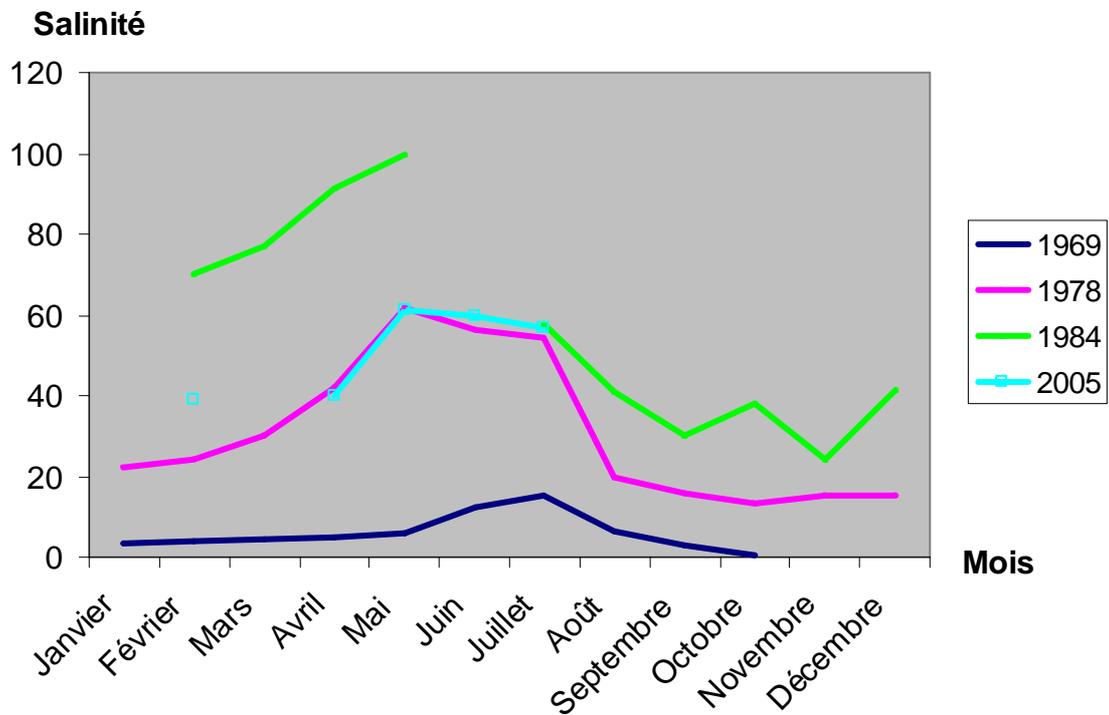
Le climat est de type soudano-guinéen, caractérisé par une période humide (saison des pluies) s'étendant de juin à octobre (été). La pluviométrie varie de 800 à 2000 mm d'ouest en est. La végétation est tropicale vers l'ouest. Des forêts parcourues par des cours d'eau « bolongs » couvrent 62% de la superficie. Tout au long des « bolongs » se crée une végétation de mangrove, palmiers et rizières. A l'est c'est une savane forestière qui domine (<http://members.tripod.com/casamance/geocasa.htm>).

##### II.1.1.3- Topographie

La géomorphologie de la Casamance est dominée par de vastes plateaux de grès du Continental Terminal comme sur l'ensemble du territoire sénégalais. De place en place, des cuirasses ferrugineuses affleurent en surface. Le relief est généralement plat avec de basses



**Figure 2 :** Pluie annuelle et pluie moyenne de 1918 à 1970, entre 1970 et 1993 et de 1994 à 2005 à Ziguinchor (in IDEEC, 2007).



**Figure 3 :** Evolution mensuelle et interannuelle de la salinité de l'estuaire de la Casamance.

altitudes (inférieurs à 40 m) qui diminuent progressivement du sud-est, depuis les contreforts du Fouta Djallon pour atteindre enfin à l'ouest le niveau de la mer (Cormier-Salem, 1989).

#### II.1.1.4- Pluviométrie

La pluviométrie de Ziguinchor qui reflète globalement celle de la Casamance a suivi un régime normal jusqu'avant 1970 avec des précipitations dépassant parfois même 2000 mm. Au début des années soixante-dix, la pluviométrie annuelle a diminué d'une façon importante. Durant la période 1970-1995, la pluviométrie annuelle était plus basse que la pluviométrie moyenne de l'époque 1918-1969. A partir de 1996 une hausse de 22,16% avec une moyenne de 1387,4 mm a été notée. Parallèlement, la fréquence des années avec moins de 1000 mm de pluie avait augmentée (IDEEC, 2007), **figure 2**.

La réduction des apports d'eaux douces suite à la baisse de la pluviométrie a provoqué une augmentation de la salinité dans l'estuaire de la Casamance. La salinité y est régie par les apports d'eau de mer, par l'évaporation mais surtout par la pluviométrie locale (Albaret, 1987).

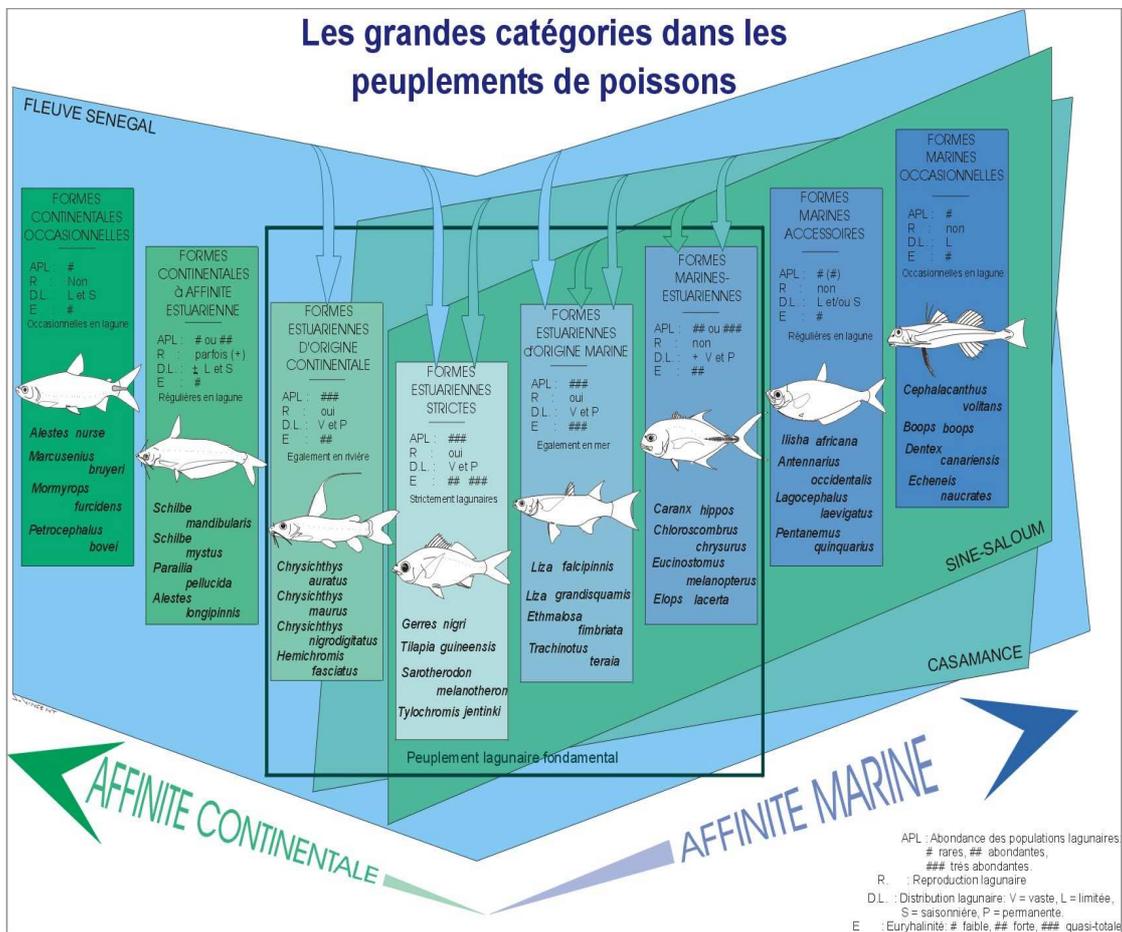
#### II.1.1.5- Salinité

La salinité est certainement le facteur physique dont les variations sont les plus rapides. Elle est déterminée essentiellement par les débits fluviaux et, à un degré moindre par le cycle et le coefficient des marées surtout pendant l'étiage (*in* Pasquaud, 2006).

L'évolution interannuelle de la salinité de la Casamance est marquée par une croissance graduelle de 1969 à 1984. Cette salinité dont la valeur maximale était inférieure à 20 en 1969, a dépassée 100 en 1984 dans l'estuaire avec une valeur maximale intermédiaire entre ces deux années en 1978. Les salinités atteintes en 1984 dans l'estuaire et qui dépassent largement celle de la mer (35-36) traduisent une sursalinisation de l'estuaire de la Casamance avec un gradient de salinité positif de l'aval vers l'amont (estuaire inverse), **figure 3**.

Devant ce phénomène de sursalinisation, l'évolution de la salinité de la Casamance était devenue préoccupante pour plusieurs auteurs (Le Reste 1983 ; Albaret, 1984, 1987 ; Pagès & Debenay, 1987 ; Bassel, 1993).

Dès la fin de l'hivernage de 1983, Le Reste (1983) constatait un double fait, jamais observé depuis le début du siècle en Casamance, en fin de saison des pluies :



**Figure 4 :** Les grandes catégories écologiques dans les peuplements de poissons des milieux estuariens et lagunaires d’Afrique de l’Ouest (*in* Albaret, 1999).

APL : abondances des populations lagunaires # : rares, ##abandantes, ### très abondantes ; R : reproduction lagunaire ; DL : distribution lagunaire V = vaste, L = limitées, S = saisonnière, P = permanente ; E = euryhalinité # faible, ## forte, ### quasi-totale.

- une salinité supérieure à celle de l'eau de mer tout le long de la Casamance, au moins jusqu'à Diattakounda,
- un gradient de salinité positif de l'aval vers l'amont.

Cette situation a été ensuite confirmée par les travaux d'Albaret (1984) qui avait dressé un profil longitudinal de la salinité montrant une allure exponentielle du moins de l'embouchure jusqu'à Sédhiou (avec une salinité de 120).

Cette salinité a ensuite légèrement baissée en 2005, par rapport à l'année 1984 (**figure 3**) qui a été marquée par une sécheresse ayant entraînée une forte baisse de la pluviométrie au Sénégal en particulier et pratiquement dans toute la sous région. L'évolution mensuelle de la salinité montre trois importantes variations. A l'exception de l'année 1969, les salinités maximales annuelles correspondent à celles du mois de mai, par contre les salinités minimales annuelles ont été mesurées en octobre quelle que soit l'année. Le mois de février est caractérisé par des salinités moyennes intermédiaires entre octobre et mai (**figure 3**). Ces observations nous permettent de subdiviser l'année en trois périodes caractérisées par des salinités particulières.

- Une saison correspondant au mois d'octobre et caractérisée par les salinités minimales annuelles.
- Une saison correspondant au mois de février symbolisée par les salinités moyennes annuelles.
- Une saison de mai marquée par les maxima annuels de la salinité.

#### II.1.1.6- Ichtyofaune

En rappel, une classification de l'ichtyocénose estuarienne indispensable pour décrire d'abord, puis pour aborder certains aspects fonctionnels des peuplements a été proposée par Albaret (1999). Outre le degré d'euryhalinité considéré accessoirement, ou pour certaines espèces à titre principal, les caractéristiques fondamentales du cycle bio-écologique de chaque espèce (ou population) ont été prises en compte : lieu de reproduction, répartition, existence de plusieurs écophases. Cette classification comprend huit catégories écologiques. A partir d'un point central, les formes exclusivement estuariennes se répartissent inégalement sur les deux axes marin et continental (**figure 4**).

- **Formes estuariennes strictes (Es)**, présentes exclusivement en milieu estuarien où se déroule la totalité du cycle biologique.

**Tableau 1** : Richesse spécifique de la Casamance (Modifié d'Albaret *et al*, mission février 2005).

C : formes continentales.

| <b>Famille</b>         | <b>Espèce</b>                      | <b>Code</b> | <b>Catégorie écologique</b> |
|------------------------|------------------------------------|-------------|-----------------------------|
| <i>Anabantidae</i>     | <i>Ctenopoma kingsleyae</i>        | CKI         | Co                          |
| <i>Ariidae</i>         | <i>Arius heudoletii</i>            | AHE         | ME                          |
| <i>Ariidae</i>         | <i>Arius latiscutatus</i>          | AGA         | ME                          |
| <i>Ariidae</i>         | <i>Arius parkii</i>                | ARP         | ME                          |
| <i>Bagridae</i>        | <i>Chrysichthys sp</i>             | CHY         |                             |
| <i>Belonidae</i>       | <i>Tylosurus crocodilus</i>        | TCR         | Mo                          |
| <i>Carangidae</i>      | <i>Caranx hippos</i>               | CHI         | ME                          |
| <i>Carangidae</i>      | <i>Caranx senegallus</i>           | CAS         | ME                          |
| <i>Carangidae</i>      | <i>Chloroscombrus chrysurus</i>    | CHL         | ME                          |
| <i>Carangidae</i>      | <i>Hemicaranx bicolor</i>          | AAM         | Mo                          |
| <i>Carangidae</i>      | <i>Lichia amia</i>                 | LIA         | Ma                          |
| <i>Carangidae</i>      | <i>Trachinotus teraia</i>          | TFA         | Em                          |
| <i>Carcharhinidae</i>  | <i>Carcharhinus limbatus</i>       | CLM         | Mo                          |
| <i>Cichlidae</i>       | <i>Hemichromis fasciatus</i>       | HFA         | Ec                          |
| <i>Cichlidae</i>       | <i>Sarotherodon melanotheron</i>   | THE         | Es                          |
| <i>Cichlidae</i>       | <i>Tilapia guineensis</i>          | TGU         | Es                          |
| <i>Clariidae</i>       | <i>Clarias anguillaris</i>         | CLS         | Co                          |
| <i>Clariidae</i>       | <i>Heterobranchus sp</i>           | HET         | C                           |
| <i>Clupeidae</i>       | <i>Ethmalosa fimbriata</i>         | EFI         | Em                          |
| <i>Clupeidae</i>       | <i>Ilisha africana</i>             | IAF         | Em                          |
| <i>Clupeidae</i>       | <i>Sardinella madarensis</i>       | SEB         | ME                          |
| <i>Cynoglossidae</i>   | <i>Cynoglossus senegalensis</i>    | CYS         | Em                          |
| <i>Dasyatidae</i>      | <i>Dasyatis margarita</i>          | DAM         |                             |
| <i>Drepaneidae</i>     | <i>Drepane africana</i>            | DAF         | ME                          |
| <i>Elopidae</i>        | <i>Elops lacerta</i>               | ELA         | ME                          |
| <i>Ephippidae</i>      | <i>Chaetodipterus goreensis</i>    | CHG         | Mo                          |
| <i>Ephippidae</i>      | <i>Chaetodipterus lippei</i>       | CLI         | Ma                          |
| <i>Gerreidae</i>       | <i>Eucinostomus melanopterus</i>   | GME         | ME                          |
| <i>Gerreidae</i>       | <i>Gerres nigri</i>                | GNI         | Es                          |
| <i>Haemulidae</i>      | <i>Brachydeuterus auritus</i>      | BAU         | ME                          |
| <i>Haemulidae</i>      | <i>Plectorhinchus macrolepis</i>   | PLM         | Em                          |
| <i>Haemulidae</i>      | <i>Plectorhinchus mediteruneus</i> | PME         | Mo                          |
| <i>Haemulidae</i>      | <i>Pomadasys jubelini</i>          | PJU         | Em                          |
| <i>Hemiramphidae</i>   | <i>Hyporamphus picarti</i>         | HPI         | Ma                          |
| <i>Lutjanidae</i>      | <i>Lutjanus dentatus</i>           | LUD         | Mo                          |
| <i>Lutjanidae</i>      | <i>Lutjanus goreensis</i>          | LGO         | Ma                          |
| <i>Mochokidae</i>      | <i>Synodontis nigrita</i>          | SNE         | C                           |
| <i>Monodactylidae</i>  | <i>Monodactylus sebae</i>          | PSB         | Es                          |
| <i>Mugilidae</i>       | <i>Liza dumerili</i>               | LDU         | Em                          |
| <i>Mugilidae</i>       | <i>Liza falcipinnis</i>            | LFA         | Em                          |
| <i>Mugilidae</i>       | <i>Liza grandisquamis</i>          | LGR         | Em                          |
| <i>Mugilidae</i>       | <i>Mugil bananensis</i>            | MBA         | ME                          |
| <i>Mugilidae</i>       | <i>Mugil cephalus</i>              | MCE         | ME                          |
| <i>Mugilidae</i>       | <i>Mugil curema</i>                | MCU         | Em                          |
| <i>Paralichthyidae</i> | <i>Citarichthys stampflii</i>      | CST         | Em                          |
| <i>Polynemidae</i>     | <i>Galeoides decadactyles</i>      | GDE         | ME                          |
| <i>Polynemidae</i>     | <i>Polydactylus quadrifoliés</i>   | POQ         | ME                          |
| <i>Polypteridae</i>    | <i>Polyptères sp.</i>              | POL         |                             |
| <i>Psettodidae</i>     | <i>Psettodes belcheri</i>          | PBE         | Mo                          |

- **Formes estuariennes d'origine marine (Em)**, parfaitement adaptées aux conditions estuariennes. La reproduction a lieu en estuaire (souvent dans son secteur maritime) mais peut également survenir en milieu marin.
- **Formes estuariennes d'origine continentale (Ec)**, parfaitement adaptées aux conditions estuariennes. La reproduction a lieu en estuaire mais également dans les milieux continentaux, fluviaux et lacustres où elles sont également représentées.
- **Formes marines-estuariennes (ME)**, d'origine marine, très euryhalines, ne se reproduisent pas en estuaire, mais capables d'y effectuer un début de maturation sexuelle (seulement dans son secteur). Elles sont représentées par des populations permanentes et abondantes.
- **Formes marines accessoires (Ma)**, espèces littorales régulièrement capturées en estuaire bien que rarement très abondantes et dont la présence est limitée dans l'espace et/ou dans le temps aux zones sous influence marine prépondérante. Leur reproduction s'effectue en mer.
- **Formes marines occasionnelles (Mo)**, toujours très rares voire exceptionnelles dans des captures effectuées en estuaire.
- **Formes continentales à affinité estuarienne (Ce)**, parfois abondantes et qu'une certaine tolérance aux basses salinités les autorise à pénétrer en milieu saumâtre. La reproduction, lorsqu'elle s'effectue en estuaire est toujours limitée à proximité de l'embouchure des fleuves et rivières.
- **Formes continentales occasionnelles (Co)**, dont la présence est exceptionnelle en estuaire et toujours très limitée dans le temps ou l'espace aux eaux totalement douces ou très légèrement salées. Elles ne se reproduisent pas en estuaire.

Plusieurs auteurs ont travaillé sur les peuplements de poissons de l'estuaire de la Casamance (Le Reste, 1983; Albaret, 1984, 1987; Pagès & Debenay, 1987). 61 espèces ont été répertoriées en février 2005 et réparties dans 32 familles (Albaret *et al.*, 2005). Les familles les plus représentées étaient : les Carangidae et les Mugilidae avec chacune 6 espèces, les Heamulidae et les Sciaenidae (4 espèces), les Cichlidae, les Ariidae et les Clupeidae (3 espèces), les Clariidae, les Eppiphidae, les Gerreidae, les Lutjanidae, les Polynemidae et les Sphyraenidae (2 espèces). Toutes les autres familles sont représentées par une seule espèce (**Tableau 1**).

### Suite et fin du Tableau 1

|                       |                                     |     |    |
|-----------------------|-------------------------------------|-----|----|
| <i>Schilbeidae</i>    | <i>Schilbe intermedius</i>          | SIN | Ce |
| <i>Sciaenidae</i>     | <i>Pseudotolithus brachygnathus</i> | PBR | ME |
| <i>Sciaenidae</i>     | <i>Pseudotolithus elongatus</i>     | PEL | Em |
| <i>Sciaenidae</i>     | <i>Pseudotolithus senegalensis</i>  | PSN | Ma |
| <i>Sciaenidae</i>     | <i>Pseudotolithus typus</i>         | PTY | ME |
| <i>Serranidae</i>     | <i>Epinephelus aeneus</i>           | EAE | ME |
| <i>Soleidae</i>       | <i>Synaptura lusitanica</i>         | SLU | Ma |
| <i>Sphyraenidae</i>   | <i>Sphyraena afra</i>               | SPI | ME |
| <i>Sphyraenidae</i>   | <i>Sphyraena guachancho</i>         | SGU | ME |
| <i>Tetraodontidae</i> | <i>Ehippion guttifer</i>            | EGU | ME |
| <i>Tetraodontidae</i> | <i>Lagocephalus laevigatus</i>      | LLA | Ma |
| <i>Trichiuridae</i>   | <i>Trichiurus lepturus</i>          | TLE | ME |

Le Code noté dans le tableau correspond à une abréviation adoptée communément par les chercheurs pour chaque espèce afin de simplifier l'écriture surtout sur le terrain.

**Tableau 2 :** Valeurs de la salinité relevée dans la partie haute du fleuve Casamance en 2005 par l'équipe RAP.

| Latitude  | longitude | localité              | Salinité |       |       |
|-----------|-----------|-----------------------|----------|-------|-------|
|           |           |                       | février  | avril | Mai   |
| 12°59.365 | 15°37.112 | Pont Soungrougou      | 66       | -     | 132   |
| 12°42.475 | 15°33.036 | Sédhiou               | 42       | 53    | 66    |
| 12°50.147 | 15°26.400 | Sakar                 | 27       | 52    | 66    |
| 12°51.552 | 15°17.109 | Barrage anti-sel aval | 12       | 42    | 43/53 |
| 12°51.552 | 15°17.109 | Barrage amont         | 0        | 2     | 5/4   |
| 12°50.965 | 15°15.103 | Diana Malary          | 2        | 4     | 4     |

| stations        | Kafountine    | Pte St Georges | Ziguinchor | Goudomp | Dimbandi | Sédhiou | Mankono | Diana karsia | Boguel |
|-----------------|---------------|----------------|------------|---------|----------|---------|---------|--------------|--------|
| Salinité        | 35            | 35-46          | 38-52      | 49-66   | 50-79    | 52-83   | 12-91   | 6-75         | 1-64   |
| D (km)          | 0             | 25             | 62         | 114     | 158      | 170     | 207     | 218          | 233    |
| <b>SME (Es)</b> | -----         |                |            |         |          |         |         |              |        |
| <b>TGU (Es)</b> | -----         |                |            |         |          |         |         |              |        |
| <b>HFA Ec)</b>  | ===== ? ----- |                |            |         |          |         |         |              |        |
| <b>EFI (Em)</b> | -----         |                |            |         |          |         |         |              |        |
| <b>ELA (ME)</b> | -----         |                |            |         |          |         |         |              |        |

**Figure 5 :** Distribution des espèces étudiées sur le long du fleuve Casamance : Es = formes estuariennes strictes, Ec = formes estuariennes continentales, ME = marines estuariennes, Em = estuariennes d'origine marine. Les traits pleins correspondent à la saison sèche et les pointillés à la saison des pluies (Modifié d'Albaret, 1987).

## II.1.2- Le site de Maka

Le barrage de Maka qui porte le nom du village de Maka est situé à une quarantaine de kilomètres en amont de Sédhiou par 12°51 de latitude et 15°17 de longitude. Les principales activités de la population locale sont la riziculture et la pêche.

La baisse de la pluviométrie à la suite de la sécheresse des années 70 a entraîné l'invasion des eaux marines dans tout le réseau hydrographique, la baisse généralisée des nappes, l'acidification et la salinisation des vasières (Albergel *et al.*, 1991) jusqu'au niveau des zones les plus éloignées de l'amont de l'estuaire (cas de Maka). Ceci compromet l'utilisation des terres pour la riziculture qui est une activité traditionnelle des populations locales et réduit également la richesse spécifique en poissons (Albaret, 1987).

Pour faire face à cette sursalinisation alarmante des terres cultivables, le barrage anti-sel de Maka a été mis en eau en 1998 par les populations locales, en vue de rétablir des conditions dulçaquicoles. Cet ouvrage est constitué d'une digue en latérite et d'un édifice en béton armé au niveau du lit principal, muni de quatre ouvertures équipées de vannes (faites de bois) glissantes verticalement. Dès que le barrage atteint sa côte maximale, les vannes sont ouvertes pour préserver la digue (**Annexe.IX**).

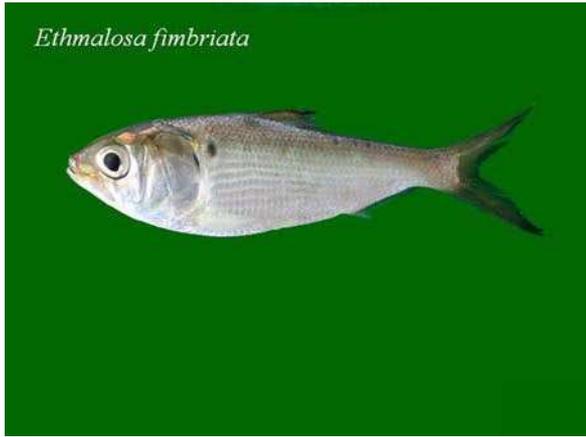
La mise en place du barrage anti-sel de Maka a entraîné une séparation de l'estuaire en deux environnements de salinité contrastée : la partie aval salée (43 en mai 2005), la partie amont, d'eau douce (0), ou parfois très faiblement salée, **Tableau 2**.

## II.2- Matériel biologique : Espèces ciblées

Cinq espèces ont été choisies pour cette étude (*Hemichromis fasciatus*, *Tilapia guineensis*, *Sarotherodon melanotheron heudelotii*, *Elops lacerta*, *Ethmalosa fimbriata*), car elles ont précédemment été capturées en amont comme en aval du barrage (Ecoutin *et al.*, 2005). Ces cinq espèces peuvent vivre et se reproduire dans des écosystèmes aquatiques ayant des salinités très variables (Albaret, 1987 ; Pandaré *et al.*, 1997 ; Panfili *et al.*, 2006), **figure 5**.

Dans la suite de ce travail nous utiliserons parfois les codes de ces espèces pour les nommer : *Sarotherodon melanotheron* (SME), *Tilapia guineensis* (TGU), *Hemichromis fasciatus* (HFA), *Ethmalosa fimbriata* (EFI), *Elops lacerta* (ELA).

Les espèces ont été décrites par Paugy *et al.*, (2003a, b).



**Figure 6 :** Photos des cinq espèces de poissons étudiés (Vidy G. de l'équipe UR RAP)

### II.2.1- *Ethmalosa fimbriata* (Bowdich, 1825), **figure 6**

C'est une espèce estuarienne d'origine marine (Albaret, 1999). Ce genre monospécifique se distingue des autres Clupeidae par l'échancrure médiane dont est pourvue la mâchoire. Le corps plutôt élevé est assez comprimé latéralement. *E. fimbriata* présente une paupière adipeuse bien développée, une nageoire dorsale munie de 16 à 19 rayons, une anale de 19 à 23 et des ventrales de 8 rayons. 37 à 42 écailles à bord distal lacinié sont disposées le long de la ligne longitudinale avec 16 à 19 et 10 à 13 écussons respectivement pré-pelviens et post-pelviens. Elle a une coloration argentée dans l'alcool avec le dos brunâtre ou verdâtre. L'arrière de la partie supérieure de l'opercule est pourvu d'une tâche noire arrondie. La taille maximale observée (TMO) chez *E. fimbriata* est de 350 mm (longueur standard).

Cette espèce est connue des zones côtières, des estuaires et parfois même des cours inférieurs de fleuve, de la Mauritanie à l'Angola. Elle se caractérise par une adaptation extrême aux conditions très variables des eaux saumâtres et côtières de la côte ouest africaine (Charles-Dominique, 1982). *E. fimbriata* tolère des taux de salinité très élevés y compris au moment de la reproduction. Des individus en maturation ont été observés à des salinités de 60. Elle peut supporter des salinités allant jusqu'à 80 en Casamance (Albaret, 1987). Elle a été retrouvée à des salinités 130 (Laë & Vidy comm. intern.) au niveau de l'estuaire du Saloum. Elle a un régime alimentaire de type planctophage (Bainbridge, 1957 ; Fagade & Olaniyan, 1972), mais celui-ci reste lié aux disponibilités alimentaires du milieu (Lazarro, comm. pers.). La reproduction est étalée dans le temps avec une intensité maximale en saison sèche (Gerlotto, 1979 ; Albaret *et al.*, 2000). La fécondité de cette espèce est plus ou moins variable. Elle est de 150 à 300 ovocytes par gramme de femelle mature (Albaret & Gerlotto, 1976) mais pouvant atteindre environ 500 ovocytes par gramme de femelle mature (Fagade, 1974). La croissance d'*E. fimbriata* est affecté par les fortes salinités (> 60) qui entraînent sa réduction (Panfili *et al.*, 2004a).

### II.2.2- *Elops lacerta* (Valenciennes, 1846), **figure 6**

C'est une espèce marine estuarienne dont les écophases juvéniles ont lieu en estuaire. Poisson osseux primitif de la famille des Elopidae, son corps est fusiforme. *E. lacerta* présente de gros yeux partiellement recouverts par une paupière adipeuse. La bouche, largement fendue est terminale et la mâchoire supérieure dépasse nettement le bord postérieur de l'œil, par contre la mâchoire inférieure est proéminente. Ces deux mâchoires sont séparées

par une plaque gulaire osseuse ventrale. Très souvent confondu avec *Elops senegalensis*, il présente 17 à 19 branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial et 72 à 83 écailles en ligne latérale, ornées de tubules non ramifiés. Ses flancs sont argentés et brillants ; le dos noir gris et les nageoires toutes pâles sont teintées de jaune et plus ou moins largement bordées de gris sombre. La TMO est de 900 mm (longueur totale).

*E. lacerta* est présent sur les côtes ouest africaines de la Mauritanie à la Namibie. Cette espèce colonise les eaux côtières peu profondes au-dessus des fonds sablo-vaseux. Elle pénètre en eaux saumâtres et dans le cours inférieur des fleuves. *E. lacerta* est susceptible de supporter des salinités allant de 0 à 110 (Pandaré *et al.*, 1997). *E. lacerta* est une espèce carnassière à tendance piscivore (Hié Daré, 1980). C'est une espèce à reproduction marine (Albaret, 1987). Sa croissance est généralement rapide en lagune où elle est représentée par sa phase immature. Il existe une corrélation positive entre l'âge et la longueur à la fourche d'*E. lacerta*. (Hié Daré, 1982).

### II.2.3- *Sarotherodon melanotheron heudelotii* (Duméril, 1859), **figure 6**

*S. m. heudelotii* appartient à la famille des Cichlidae. C'est une espèce estuarienne stricte (Albaret, 1999). Comme toutes les espèces du genre, elle présente des écailles ventrales ayant presque la même taille que celles des flancs. La papille génitale du mâle est petite. L'os pharyngien inférieur cordiforme est plus long que large ou aussi long que large. Sa partie dentée est plus courte que la partie antérieure. Cette espèce se caractérise particulièrement par la présence en moyenne de 29 écailles en ligne latérale et de 15 à 19 branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial. La longueur de la tête constitue 33,5 à 37,7% de la longueur standard. *S. m. heudelotii* présente généralement une coloration bleu-nacré plus foncée vers l'arrière. Les jeunes poissons sont argentés avec des nageoires impaires grisâtres ou transparentes. La TMO pour cette espèce est de 230 mm (longueur standard).

Cette espèce a une large répartition. Elle est connue des lagunes et estuaires du Sénégal jusqu'à la Sierra Leone (Freetown). *S. m. heudelotii* est un incubateur buccopharygien (Lowe-McConnell, 1982). *S. m. heudelotii* a une reproduction continue (Albaret, 1987 ; Legendre, 1991 ; Pandaré *et al.*, 1997) et une fréquence de ponte élevée avec une protection poussée des œufs et des larves qui contribuent largement à l'efficacité de sa reproduction (Albaret, 1994). Sa fécondité relative est plus élevée en saison sèche qu'en saison des pluies. En enclos d'élevage *S. m. heudelotii* produit des ovocytes plus petits et plus nombreux que dans le milieu naturel (Legendre & Ecoutin, 1989). Cette espèce a un régime alimentaire omnivore (Fagade, 1971). Mais elle peut altérer son régime alimentaire avec les changements des conditions

environnementales (Kone & Teugels, 2003). Sa croissance est réduite en environnement hypersalé (au dessus de 60 dans le Saloum (Panfili *et al.*, 2004b)). *S. m. heudelotii* est une espèce euryhaline qui a été retrouvée à des salinités de 130 (Laë & Vidy, comm. intern.) dans le Saloum. En Casamance elle a été retrouvée à des salinités supérieures à 90 (Albaret, 1987).

#### II.2.4- *Tilapia guineensis* (Bleeker in Günther, 1862), **figure 6**

*Tilapia guineensis* appartient également à la catégorie des espèces estuariennes strictes (Albaret, 1999). Cette espèce diffère de la précédente par l'os pharyngien inférieur, qui est aussi long que large avec la pointe antérieure plus courte que la partie dentée. Les dents pharyngiennes postérieures sont tricuspides. Elle présente des dents pharyngiennes médianes élargies et des dents externes des mâchoires bicuspides, non spatulées. Elle est pourvue de 29-30 écailles en ligne latérale et de 8-10 branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial. La coloration est généralement argentée, passant au blanchâtre sur le ventre et au jaune-vert sur le dos et le dessus de la tête. Elle présente sur les flancs six à huit bandes verticales plus sombres et très peu marquées. La nageoire dorsale est grisâtre et transparente avec une tache « tilapienne » bien marquée. La caudale n'est pas tachetée mais présente une partie supérieure grisâtre et une partie inférieure jaunâtre. La gorge et l'abdomen sont parfois rougeâtres ou noirâtres après conservation. La TMO est chez *T. guineensis* est de 282 mm (longueur standard).

L'espèce est connue des eaux douces et saumâtres du Sénégal jusqu'en Angola. Tout comme *S. m. heudelotii*, *T. guineensis* a une reproduction continue (Albaret, 1987 ; Pandaré *et al.*, 1997), une protection poussée des œufs et des larves et une croissance lente (Albaret, 1987). En enclos d'élevage *T. guineensis* produit plus d'ovocytes mais de tailles plus petites qu'en milieu naturel (Legendre & Ecoutin, 1989) C'est un constructeur de nids (Lowe-McConnell, 1982 ; Legendre & Ecoutin, 1989). Son régime alimentaire est omnivore à forte tendance phytophage (Fagade, 1971). *T. guineensis* est une espèce euryhaline (Albaret, 1999) pouvant supporter des salinités largement supérieures à celle de la mer. Sa présence a été notée à des salinités de 89-91 en Casamance (Albaret, 1987).

#### II.2.5- *Hemichromis fasciatus* (Peters, 1852), **figure 6**

C'est une espèce estuarienne d'origine continentale (Albaret, 1999). *H. fasciatus* est un Cichlidae piscivore très vorace (Fagade & Olaniyan, 1973 ; Adebesei, 1981). Son corps est cylindrique. Elle a une dentition très réduite ainsi que des prémaxillaires extrêmement protractiles, une mâchoire inférieure très proéminente. *H. fasciatus* dispose en moyenne 29

écailles en ligne latérale et 7-8 branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial. *H. fasciatus* est pourvu de cinq bandes verticales sombres sur chaque flanc. Le museau présente un profil supérieur droit ou concave. Sa coloration est généralement rouge cuivrée à olivâtre jusqu'au brun foncé sur le dos. La partie inférieure du corps est rouge orangé, plus rose sur le ventre. A la partie supérieure de l'opercule se trouve une grande tache irrégulière noire. La TMO est de 204 mm (longueur standard).

*H. fasciatus* est largement distribuée dans les eaux douces et saumâtres de l'Afrique, depuis le Sénégal jusqu'à l'Angola (Paugy *et al.*, 2003b). C'est une espèce extrêmement commune en Côte d'Ivoire tant en eau douce qu'en eau saumâtre. *H. fasciatus* est une espèce monogame gardant et protégeant ces œufs et alevins mais ne pratiquant pas l'incubation buccale (Albaret, 1982).

### II.3- Protocole d'échantillonnage

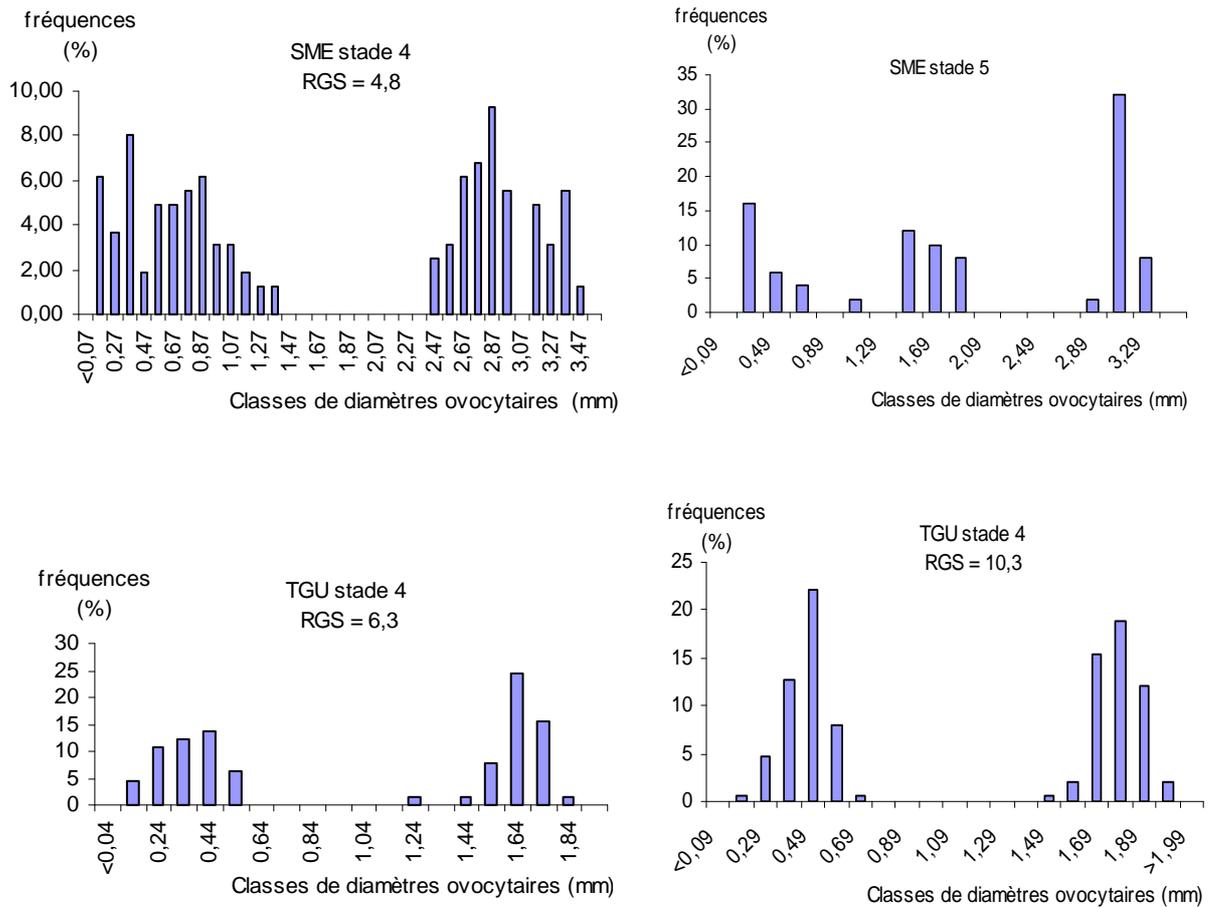
La comparaison des différentes espèces vivant à la fois en amont et en aval du barrage de Maka a été réalisée à partir des résultats des pêches professionnelles, menées sur chacun de ces deux milieux. Certaines de ces pêches sont liées à une activité traditionnelle de pêche, d'autres correspondent à une demande explicite de notre équipe de recherche. Pour compléter notre échantillonnage, deux stations ont été ajoutées (en plus de l'aval et de l'amont immédiats du barrage) à notre échantillonnage : l'une plus en amont (Diana Malary) l'autre plus en aval (Sakar) du barrage, (**figure 1**).

#### II.3.1- Engins d'échantillonnage

L'échantillonnage a été réalisé à l'aide de deux types d'engins de pêche : l'épervier de maille 29–30 mm et le filet maillant de mailles 25 à 36 mm lors de la première mission et principalement à partir de pêches à l'épervier (principalement de maille 29 mm) lors des deux dernières missions. Cet engin est moins sélectif que les filets maillants. Néanmoins des débarquements provenant de filets de pêcheurs ont été utilisés dans la mesure où les poissons étaient en bon état. Pour chaque débarquement d'une unité de pêche, les individus capturés ont été déterminés à l'espèce, comptés et pesés dans leur totalité. Par pêche, un certain nombre d'individus a été mesuré (longueur à la fourche en mm), pesé (en gramme) puis sexé pour la détermination du stade sexuel (stade caractéristique des différentes étapes de la spermatogenèse et de l'ovogenèse). Par station et espèce, il a été échantillonné environ 200 individus selon la proportion des individus des espèces présentes (à l'exception de la première mission).



**Figure 7 :** *Sarotherodon melanotheron heudelotii* avec trois classes de tailles (photo : Gueye M.)



**Figure 8 :** Structure des diamètres ovocytaires des femelles de stades 4 et 5 chez *Sarotherodon melanotheron* et *Tilapia guineensis*

Dans chaque station, les individus ont été échantillonnés suivant les différentes classes de tailles (grande, moyenne et petite taille), **figure 7**.

### II.3.2- Mesure des paramètres environnementaux

Pour chaque campagne et à chaque station, la salinité a été mesurée au réfractomètre, la température à l'aide d'un thermomètre. Un GPS a permis de déterminer la position géographique de chaque station.

### II.3.3- Prélèvement de gonades

L'échelle de maturation adoptée par Legendre & Ecoutin (1989) a été utilisée pour la détermination rapide des stades sexuels par examen macroscopique. Elle est établie après caractérisation de chaque stade par le rapport gonado-somatique (RGS), la distribution de la fréquence en taille des ovocytes et l'examen histologique des gonades. Le RGS est la part d'énergie d'un individu allouée à la reproduction (Legendre, 1991). Cette échelle est adaptée à une utilisation multispécifique. Pour les femelles, elle comprend sept stades dont chacun correspond à une distribution caractéristique dans la fréquence en taille des ovocytes (**figure 8**).

**Le stade 1** correspond aux individus complètement immatures. Les gonades sont légèrement allongées et élargies. Elles ne présentent pas de vascularisation superficielle.

**Le stade 2** est caractérisé par l'individualisation d'un groupe d'ovocytes de petit diamètre en prévitellogénèse. A la surface des gonades apparaît une légère vascularisation.

**Au stade 3**, Une croissance ovocytaire s'amorce véritablement avec l'entrée d'une partie des ovocytes en phase de vitellogénèse (incorporation de la vitellogénine). A ce stade les individus sont matures c'est à dire que la réversibilité ovocytaire n'est plus possible. La vascularisation de surface s'accroît.

**Le stade 4** est caractérisé par une nette séparation du groupe modal d'ovocytes de diamètre le plus avancé du reste de la population ovocytaire. Ce groupe modal correspond aux ovocytes qui seront émis à la prochaine ponte, leur dénombrement permet d'estimer la fécondité. La quasi-totalité de la cavité abdominale est occupée par les gonades qui présentent une importante vascularisation superficielle.

**Le stade 5**, très fugace, correspond à l'émission des produits génitaux et à l'ovulation. Les ovules (femelles) et le liquide spermatique (mâles) sont expulsés à la moindre pression sur l'abdomen.

**Les stades 6-2 et 6-3** sont consécutifs à la ponte et se distinguent principalement des stades 2 et 3 par la présence dans l'ovaire d'un petit nombre de gros ovocytes résiduels (non ovulés) en atresie.

Seules les gonades des femelles de stade 4 sont prises en considération pour la détermination de la fécondité. En fait, au stade 5 les ovocytes peuvent avoir été en partie émis, naturellement, ou lors du tri des captures. D'ailleurs ce stade est rarement rencontré. Sur le terrain, pour les individus femelles de stade sexuel > 2, les gonades ont été prélevées et pesées au dixième de gramme (balance électronique).

Pour les femelles de stade 4, 10 gonades par espèce et par station ont été prélevées dans la mesure du possible. La détermination du stade 4 a été faite à la fois de manière visuelle et par le calcul du RGS (> 4 pour être prélevée). Ces gonades ont été conservées dans du liquide de Bouin (75 ml d'acide picrique saturé ; 20 ml de formol à 40% ; 5 ml d'acide acétique) lors de la première mission et dans du liquide de Gilson (100 ml d'éthanol, 9 ml d'acide acétique glacial, 20 ml d'acide nitrique à 60%, de chlorure de mercure II, et 875 ml d'eau distillée) lors des deux autres missions. Ces liquides assurent la conservation des ovocytes même à longue échéance. Mais contrairement au liquide de Bouin, le Gilson opère une ségrégation parfaite, aboutissant à la libération des ovocytes par digestion du stroma ovarien. Ceci explique le changement du Bouin par le Gilson comme produit de conservation des gonades lors de nos deux dernières missions. Dans le cas où un stade 5 a été rencontré, la gonade a été prélevée, pesée et décrite (par exemple sa couleur, sa position par rapport à la cavité abdominale, l'aspect des ovocytes) et un ou deux exemplaires ont été conservés dans le Gilson pour faire une structure des diamètres ovocytaires (**figure 8**).

Pour les Cichlidae, les gonades entières (stade 4) ont été conservées ; pour le cas particulier d'*Ethmalosa fimbriata*, la gonade a été sous-échantillonnée en raison du nombre important d'ovocytes que la femelle pouvait pondre. Par découpe avec un scalpel, environ 0,5g de gonade a été prélevé et mis dans du liquide de Gilson (deux dernières missions). Quant à *Elops lacerta* aucune gonade n'a été prélevée en raison de l'absence de femelle de stade 4 dans nos captures. Les gonades prélevées étaient agitées au moins une à deux fois par semaine pour assurer la séparation des ovocytes sous l'effet du liquide de Gilson.

#### II.3.4- Prélèvement de contenus stomacaux

Les prélèvements des estomacs ont été réalisés de préférence le matin et l'heure de retour de la pêche a été notée à chaque fois. Les estomacs de certains poissons échantillonnés ont été prélevés à la pince après incision entre les nageoires pectorales et l'anus. Au moins 10

contenus stomacaux par espèce et par station ont été prélevés et conservés dans du formol à 10%.

#### II.3.5- Prélèvement de branchies

Afin d'estimer l'abondance des parasites branchiaux, 5 branchies par espèce et par station ont été prélevées et conservées dans du formol à 3%. L'analyse des parasites branchiaux a été menée en collaboration avec Arfang Diamanka (Laboratoire de Nématologie).

#### II.4- Exploitation des échantillons au laboratoire

##### II.4.1- Analyse des contenus stomacaux

Plusieurs méthodes ont été définies par Hyslop (1980), chacune d'elles donne une précision sur le comportement alimentaire des espèces de poissons : la méthode des « points », la méthode numérique, la méthode gravimétrique, la méthode volumétrique, la méthode calorifique, la méthode de la fréquence d'occurrence.

Parmi ces différentes méthodes, celle de la fréquence d'occurrence a été utilisée lors de cette étude. Elle consiste à exprimer en pourcentage le nombre de fois qu'une proie ou une catégorie alimentaire est trouvée dans les estomacs analysés par rapport au nombre total d'estomacs remplis (Fagade & Olaniyan, 1972). Elle présente l'avantage d'être rapide et ne requiert qu'un minimum d'appareillage. Elle est bien convenable dans l'étude des variabilités spatiales et temporelles des relations trophiques. Cette méthode fournit des informations qualitatives sur ce qu'un animal a récemment mangé.

L'étude des contenus stomacaux s'est faite par observation à la loupe binoculaire avec de l'alcool à 70% (permet des observations morphologiques) comme liquide de montage. Les proies contenues dans les estomacs ont été déterminées jusqu'à la limite du possible. Une détermination de la composition qualitative du régime alimentaire des différentes espèces de poissons étudiées a été réalisée en notant uniquement les aliments et sans pour autant les quantifier.

##### II.4.2- Analyse de la structure en taille

Les longueurs à la fourche (LF) ont été utilisées pour élaborer les structures en taille. Toutes les mesures ont été faites au millimètre près. Ensuite, des classes de taille de 1 cm ont été établies. Le choix porté sur la LF s'explique par un souci de défaut de la longueur standard ou totale des individus sous la pression de leurs prédateurs.

#### II.4.3- Analyse de la fécondité

La fécondité est définie comme étant le nombre d'ovocytes constituant le groupe modal le plus avancé qui sera émis lors d'une ponte par une femelle (Albaret, 1982). Afin de déterminer la fécondité absolue, tous les ovocytes d'une (première mission) ou des deux gonades (deux dernières missions) prélevées de chaque femelle de poisson à l'exception de l'ethmalose, ont été comptés. Pour ce dernier en raison du nombre important d'ovocytes, les ovocytes contenus dans 0,5g de gonade ont été comptés et rapportés au poids des deux gonades. La fécondité relative correspond au nombre total d'ovocytes de chaque femelle rapporté au poids de la femelle en kg (fécondité relative au poids de la femelle) ou au poids des ovaires en kg (fécondité relative au poids des ovaires).

Le RGS tel que nous l'avons calculé est le poids des gonades (Pg) rapporté au poids total de l'individu (gonades comprises) : P.

Il a été calculé suivant cette formule :

$$\text{RGS} = (\text{Pg}/\text{P}) \times 100$$

Néanmoins le liquide de Gilson présente un inconvénient par son action rétrécissant du diamètre des ovocytes (Albaret, 1982). Mais le court séjour des gonades dans le Gilson lors de notre étude (moins d'un mois), ne peut induire aucune réduction sur le diamètre des ovocytes (Albaret, 1982). De ce fait le coefficient de réduction de celui-ci n'a pas été pris en compte.

Pour l'étude du diamètre ovocytaire, des mesures du diamètre des ovocytes ont été effectuées. Le principe consiste à utiliser une loupe binoculaire munie d'un micromètre. Ce dispositif est relié à un ordinateur pour la prise de photos, mais les mesures se font directement à l'aide du micromètre. En raison de la forme ovoïde des ovocytes, nous avons mesuré la grande longueur et la grande largeur de chacun d'eux, dont la moyenne donne le diamètre ovocytaire en millimètre en tenant compte du grossissement.

Le maximum possible d'ovocytes a été mesuré pour chaque gamme d'ovocytes (au moins 50 ovocytes au total). Le diamètre mesuré était celui d'ovocytes en maturation avancée (stade 4) et non celui d'ovocytes en pré-ponte. Ceux-ci (ovocytes de stade 4) sont caractérisés chez de très nombreuses espèces par une dernière transformation avant la ponte : leur volume augmente par pénétration d'eau, ils deviennent translucides et libres à l'intérieur de la gonade. Le stade 5 est fugace et rarement observé. Par conséquent il ne peut pas être retenu pour des comparaisons. La structure ovocytaire nous a permis de mettre en évidence la séparation du

groupe modal d'ovocytes qui va à la ponte de celui de la ponte suivante (Legendre, 1991), **figure 8.**

La taille de première maturité ( $L_{50}$ ) est la taille à laquelle 50% des individus se trouvent à un stade avancé de leur premier cycle sexuel. Pour les Cichlidae, les femelles considérées comme matures sont celles dont les gonades présentent un stade supérieur ou égal à 3 de l'échelle de maturation sexuelle adoptée par Legendre & Ecoutin (1989). Rappelons que la  $L_{50}$  ne se détermine qu'à la période de reproduction. Pour le cas particulier des espèces à reproduction étalée, le cumul de toutes les données est nécessaire. La détermination de la taille de première maturité a été effectuée par la méthode graphique classique. Cette méthode consiste à tracer la courbe d'évolution des pourcentages cumulés (en ordonnée) des individus matures (stade de maturité sexuelle  $\geq 3$ ) en fonction de leur taille (en abscisse). A partir de l'ordonnée correspondant à 50%, une droite horizontale est tracée. La verticale passant par la jonction de la droite horizontale et de la courbe coupe l'axe des abscisses à la taille correspondant à la  $L_{50}$ .

#### II.4.4- Détermination des parasites branchiaux

A l'aide de la loupe binoculaire, quatre hémibranchies respiratoires pour chaque individu ont été placées dans de l'eau distillée et observées. Les Monogènes (ectoparasites branchiaux de poissons) qui y sont retrouvés, ont été prélevés et placés entre lame et lamelle avec un liquide de montage (solution de glycérine + eau distillée). Les lames sont observées afin de déterminer les espèces qui parasitent les poissons. A l'aide d'une microcaméra appliquée à la loupe binoculaire, des photos ont été prises.

Sur la base des résultats obtenus par la recherche de la présence ou de l'absence de parasites branchiaux, le degré d'infection parasitaire de *S. m. heudelotii* a été évalué en fonction de la salinité.

#### II.4.5- Facteur de Condition (K)

Le facteur de condition (K), dit de Fulton (1953), est un paramètre qui renseigne sur la forme physique du poisson. Les poissons qui vivent dans des milieux difficiles présentent en général des poids faibles par rapport à leur longueur. Il a été calculé en utilisant la formule standard à partir des données du poids et de la taille individuelle :

$$K = \frac{P}{FL^3} * 10^5$$

Où P est le poids total (en gramme) et FL, la taille à la fourche (mm).

## II.5- Analyses statistiques

Les comparaisons des tailles moyennes, du facteur de condition (K), de la fécondité relative, des diamètres ovocytaires, du RGS en fonction des stations et des mois d'échantillonnage ont été effectuées par le test de Student (comparaison de deux moyennes) avec le logiciel Statistica.

Les occurrences de proies ont également fait l'objet d'analyses statistiques par la méthode d'Analyse à Composante Principale (ACP) avec le logiciel ADE sous R (Chessel *et al.*, 2004). Nous avons appliqué cette ACP à des données quantitatives qui sont représentées par les occurrences des proies. Notre tableau se présente comme suit : La première colonne porte les noms des espèces, la deuxième ceux des stations, la troisième ceux des mois et les colonnes suivantes portent les noms des variables (V1, V2..... Vn) qui sont constituées par les différentes proies. En dessous du nom de chaque proie, est reportée l'occurrence correspondant et cela pour chaque espèce.

Dans ce cas les objets se regroupent dans le plan factoriel suivant leur degré de similarité et les variables viennent se positionner dans le même plan suivant leur degré d'influence sur les groupes de variables.

## III. Résultats

### III 1- Évolution de la salinité et de la température

Les salinités et les températures moyennes enregistrées au cours de notre étude aux différentes stations retenues, figurent dans le **Tableau 3**. Des salinités faibles, moyennes et proches des maximales annuelles ont été respectivement mesurées en octobre, en février et en mai. La salinité montre également une variation en fonction des stations. Les salinités élevées à Sakar diminuent vers l'amont, jusqu'à Maka aval, les eaux de la partie amont du barrage restant généralement douces, sauf au mois de mai.

L'évolution de la température met également en évidence des variations spatio-temporelles. A Sakar et à Maka aval (aval barrage), les températures restent presque identiques pour une période d'échantillonnage donnée. Au pied amont du barrage, une faible baisse est généralement observée. Elles deviennent plus élevées à Diana Malary. Les températures mesurées en octobre restent beaucoup plus élevées que celles du mois de février. Cependant elles sont légèrement supérieures à celles de mai dans toutes les stations à l'exception de Diana Malary où elles deviennent plus élevées qu'en octobre.

**Tableau 3 :** Evolution de la salinité et de la température dans les différentes stations d'échantillonnage sur le fleuve Casamance en octobre 2006 et en février et mai 2007.

| mois    | Salinité |           |            |              | Température (°C) |           |            |              |
|---------|----------|-----------|------------|--------------|------------------|-----------|------------|--------------|
|         | Sakar    | Maka aval | Maka amont | Diana Malary | Sakar            | Maka aval | Maka amont | Diana Malary |
| octobre | 5        | 2         | 0          | 0            | 29,4             | 29,7      | 28,7       | 30,9         |
| février | 34       | 6         | 0          | 0            | 20,7             | 21,6      | 22,9       | 27,7         |
| mai     | 75       | 66        | 19         | 9            | 27,5             | 29,2      | 26,8       | 32           |

**Tableau 4A et B :** *Sarotherodon melanotheron heudelotii* : Tailles minimales (Min), moyennes (Moy) et maximales (Max) des individus mesurées par station (A) et par mois (B) et résultats du test de Student. n : nombre d'individus mesurés, E-t : écart type, p : probabilité.

**A**

| Stations     | n   | Longueur à la fourche (mm) |     |     |    | E-t       | Test (Student) |
|--------------|-----|----------------------------|-----|-----|----|-----------|----------------|
|              |     | Min                        | Max | Moy |    |           |                |
| Sakar        | 427 | 70                         | 196 | 138 | 24 | p = 0,186 |                |
| Maka aval    | 458 | 60                         | 219 | 139 | 23 |           |                |
| Maka amont   | 531 | 72                         | 258 | 139 | 24 |           |                |
| Diana Malary | 576 | 22                         | 194 | 134 | 23 |           |                |

**B**

| Mois    | n   | Longueur à la fourche (mm) |     |     |    | E-t       | Test (Student) |
|---------|-----|----------------------------|-----|-----|----|-----------|----------------|
|         |     | Min                        | Max | Moy |    |           |                |
| octobre | 314 | 70                         | 219 | 150 | 20 | p = 0,000 |                |
| février | 865 | 60                         | 211 | 140 | 21 |           |                |
| mai     | 813 | 22                         | 258 | 132 | 27 |           |                |

### III 2- Distribution des tailles

Au cours de notre échantillonnage, au total 3896 individus d'espèces confondues ont été pesés, mesurés et sexés sur l'ensemble des stations étudiées. Les structures en tailles des mâles et de femelles ont été regroupées car le test de Student ne montre pas de différence significative des tailles entre le sexe ( $P > 0.05$ ).

#### III.2.1- *Sarotherodon melanotheron heudelotii*

Le nombre total d'individus échantillonné pour cette espèce s'élève à 1992 individus. Les structures en tailles sont illustrées dans l'**Annexe I**.

Globalement, il n'ya pas de différence de distribution nette des classes de tailles entre les stations amont et aval du barrage. Néanmoins en février les classes modales trouvées en amont (140-150 mm à Diana Malary et 130-140 mm à Maka amont) étaient plus élevées que celles observées dans les stations aval du barrage (120-130 mm à Maka aval et à Sakar). Au mois de mai en particulier, une très forte réduction des classes de tailles a été notée à Diana Malary (100-120 mm) par rapport aux stations aval et de Maka amont.

Du point de vue variations saisonnières, une réduction progressive des classes de tailles a été notée entre octobre (160-180 mm) et mai (100-120 mm), **Annexe I**.

Il n'existe pas de différence significative entre les tailles moyennes des individus de *S. m. heudelotii* entre l'amont et l'aval du barrage (Student,  $p = 0,18 > 0,05$ ). (**Tableau 4A**). Par contre la taille moyenne des individus de cette espèce présente une différence hautement significative entre les mois d'échantillonnage (Student,  $p = 0,000 < 0,05$ ). Elle est plus élevée au mois d'octobre ( $150 \pm 20$  mm) qu'en février ( $140 \pm 21$  mm) et mai, mois durant lequel la plus faible moyenne ( $132 \pm 27$  mm), a été trouvée (**Tableau 4B**).

#### III.2.2- *Tilapia guineensis*

Au total 635 individus de *T. guineensis* ont été échantillonnés. La distribution des tailles est représentée dans l'**Annexe II**. Pour cette espèce, le nombre d'individus capturés au cours de nos sorties reste faible, comparé au nombre obtenu pour *S. m. heudelotii*, surtout en octobre.

La distribution des classes de tailles des individus de *T. guineensis* en amont est partiellement identique à celle d'en aval du barrage. Mais les classes de tailles observées à Sakar (130-150 mm) sont inférieures à celles de l'amont du barrage (140-170 mm) durant les mois d'octobre et février. Dans le cadre temporel, les classes de tailles ont subi une nette

**Tableau 5A et B : *Tilapia guineensis* :** Tailles minimales (Min), moyennes (Moy) et maximales (Max) des individus mesurés par station (A) et par mois (B) et résultats du test de Student. n : nombre d'individus mesurés, E-t : écart type, p : probabilité.

La même lettre écrite devant les mois signifie que les moyennes de tailles ne diffèrent pas significativement entre ces mois. Les lettres différentes signifient qu'il existe une différence significative entre les mois.

**A**

| Stations     | n   | Longueur à la fourche (mm) |     |     |     | Test (Student) |
|--------------|-----|----------------------------|-----|-----|-----|----------------|
|              |     | Min                        | Max | Moy | E-t |                |
| Sakar        | 216 | 89                         | 210 | 135 | 23  | p = 0,818      |
| Maka aval    | 118 | 78                         | 220 | 135 | 23  |                |
| Maka amont   | 103 | 95                         | 265 | 136 | 24  |                |
| Diana Malary | 198 | 67                         | 213 | 135 | 23  |                |

**B**

| Mois    | n   | Longueur à la fourche (mm) |     |     |     | Test (Student) |
|---------|-----|----------------------------|-----|-----|-----|----------------|
|         |     | Min                        | Max | Moy | E-t |                |
| octobre | 64  | 70                         | 128 | 141 | 25  | a              |
| février | 198 | 78                         | 120 | 142 | 21  | ab             |
| mai     | 373 | 67                         | 265 | 131 | 23  | c              |

**Tableau 6A et B : *Hemichromis fasciatus* :** Tailles minimales (Min), moyennes (Moy) et maximales (Max) des individus mesurées par station (A) et par mois (B) et résultats du test de Student. n : nombre d'individus mesurés, E-t : écart type, p : probabilité.

La même lettre écrite devant les mois signifie que les moyennes de tailles ne diffèrent pas significativement entre ces mois. Les lettres différentes signifient qu'il existe une différence significative entre les mois.

**A**

| Stations     | n   | Longueur à la fourche (mm) |     |     |     | Test (Student) |
|--------------|-----|----------------------------|-----|-----|-----|----------------|
|              |     | Min                        | Max | Moy | E-t |                |
| Sakar        | 4   | 145                        | 146 | 156 | 26  | p = 0,966      |
| Maka aval    | 22  | 117                        | 215 | 163 | 22  |                |
| Maka amont   | 101 | 96                         | 207 | 163 | 22  |                |
| Diana Malary | 65  | 93                         | 202 | 163 | 21  |                |

**B**

| Mois    | n  | Longueur à la fourche (mm) |     |     |     | Test (Student) |
|---------|----|----------------------------|-----|-----|-----|----------------|
|         |    | Min                        | Max | Moy | E-t |                |
| octobre | 53 | 96                         | 202 | 169 | 19  | a              |
| février | 91 | 120                        | 206 | 163 | 18  | ab             |
| mai     | 48 | 93                         | 215 | 154 | 28  | c              |

réduction particulièrement au mois de mai sur toutes les stations (120-130 mm à Maka aval et à Sakar, 110-130 mm à Diana Malary, 120-130 mm et 140-150 mm à Maka amont). Par contre elles étaient plus grandes en octobre (allant de 130 mm à 170 mm suivant les stations)

## **Annexe II.**

Le test de Student ne révèle aucune différence significative de la taille moyenne des individus entre l'amont et l'aval du barrage (**Tableau 5A**, Student  $p = 0,82 > 0,05$ ). Par contre ce test montre une différence hautement significative de la taille moyenne des individus de *T. guineensis* entre octobre et mai ( $p = 0,000 < 0,05$ ). Il existe également une différence hautement significative entre le mois de février et celui de mai (Student,  $p = 0,000 < 0,05$ ). Mais il n'y a pas de différence significative entre octobre et février (Student,  $p = 0,86 > 0,05$ ). La plus faible moyenne a été observée au mois de mai ( $131 \pm 23$  mm), **Tableau 5B**.

### III.2.3- *Hemichromis fasciatus*

*H. fasciatus* était pratiquement absente dans nos prises au niveau de la station de Sakar (en aval du barrage). Le seul individu capturé dans cette station en mai mesurait 145 mm pour un poids de 45g.

La distribution des classes de tailles est presque identique de part et d'autre du barrage. Par conséquent il n'y a pas de différence significative de la taille moyenne des individus d'*H. fasciatus* entre l'amont et l'aval du barrage (**Tableau 6A**, Student,  $p = 0,97 > 0,05$ ). Les classes de tailles observées au mois de mai dans la partie amont du barrage (150-160 mm à Maka amont et 130-140 mm à Diana Malary) sont largement inférieures à celles rencontrées en octobre et en février. Pour ces deux derniers mois, elles varient globalement de 160 mm à 180 mm sans grande différence entre eux, **Annexe III**. Le test de Student montre une différence très significative de la taille des individus entre octobre et mai (**Tableau 6B**,  $p = 0,003 < 0,05$ ). Les tailles moyennes diffèrent également significativement entre février et mai ( $p = 0,015 < 0,05$ ). Par contre aucune différence significative n'a été notée entre le mois d'octobre et celui de février ( $p = 0,156 > 0,05$ ).

**Tableau 7A et B :** *Ethmalosa fimbriata* : Tailles minimales (Min), moyennes (Moy) et maximales (Max) des individus mesurées par station (A) et par mois (B) et résultats du test de Student. n : nombre d'individus mesurés, E-t : écart type, p : probabilité.

La même lettre écrite devant les mois signifie que les moyennes de tailles ne diffèrent pas significativement entre ces mois. Les lettres différentes signifient qu'il existe une différence significative entre les mois.

**A**

| Longueur à la fourche (mm) |     |     |     |     |     |                |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| Stations                   | n   | Min | Max | Moy | E-t | Test (Student) |
| Sakar                      | 172 | 99  | 160 | 115 | 24  | p = 0,00       |
| Maka aval                  | 150 | 55  | 143 | 113 | 25  |                |
| Diana Malary               | 13  | 57  | 65  | 61  | 3   |                |

**B**

| Longueur à la fourche (mm) |     |     |     |     |     |                |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| Mois                       | n   | Min | Max | Moy | E-t | Test (Student) |
| octobre                    | 176 | 55  | 144 | 106 | 25  | a              |
| février                    | 161 | 79  | 160 | 130 | 15  | b              |
| mai                        | 94  | 57  | 160 | 97  | 22  | c              |

**Tableau 8 A et B :** *Elops lacerta* : Tailles minimales (Min), moyennes (Moy) et maximales (Max) des individus mesurées par station (A) et par mois (B) et résultats du test de Student. n : nombre d'individus mesurés, E-t : écart type, p : probabilité.

La même lettre écrite devant les mois signifie que les moyennes de tailles ne diffèrent pas significativement entre ces mois. Les lettres différentes signifient qu'il existe une différence significative entre les mois.

**A**

| Longueur à la fourche (mm) |     |     |     |     |     |                |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| Stations                   | n   | Min | Max | Moy | E-t | Test (Student) |
| Sakar                      | 185 | 100 | 228 | 145 | 28  | p = 0,000      |
| Maka aval                  | 294 | 84  | 230 | 150 | 30  |                |

**B**

| Longueur à la fourche (mm) |     |     |     |     |     |                |
|----------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|----------------|
| Mois                       | n   | Min | Max | Moy | E-t | Test (Student) |
| octobre                    | 75  | 84  | 230 | 146 | 33  | a              |
| février                    | 66  | 90  | 228 | 130 | 32  | b              |
| mai                        | 338 | 102 | 228 | 147 | 25  | ac             |

### III.2.4- *Ethmalosa fimbriata*

Pour *E. fimbriata*, aucun individu n'a été capturé en amont du barrage en octobre et en février. Les captures qui ont eu lieu au mois de mai résultent probablement de la destruction des vannes du barrage. Pour cette raison, il n'y aura pas de comparaison entre populations d'amont et d'aval du barrage. Néanmoins, nous pouvons étudier l'évolution de la taille d'*E. fimbriata* entre la station de Sakar et celle de Maka aval, mais également leurs variations temporelles. La taille des ethmaloses diffère très significativement entre Sakar et Maka aval (**Tableau 7A**,  $p = 0,00 < 0,05$ ). La station de Diana Malary n'est pas prise dans ce test car les ethmaloses y ont été capturés uniquement en mai. La taille moyenne des individus décroît de Sakar ( $115 \pm 24$  mm) à Diana Malary ( $61 \pm 3$  mm, mois de mai) en passant par Maka aval où une moyenne intermédiaire ( $113 \pm 25$  mm) entre ces deux stations a été trouvée (**Tableau 7A**). Les tailles moyennes des ethmaloses diffèrent significativement en fonction des mois ( $p < 0,05$ ). Elle est plus élevée en février ( $130 \pm 15$  mm) que durant les mois d'octobre ( $106 \pm 25$  mm) et de mai, mois pendant lequel la plus faible moyenne ( $97 \pm 22$  mm) a été trouvée **Tableau 7B**.

### III.2.5- *Elops lacerta*

Un seul individu d'*E. lacerta*, d'une taille de 200 mm et 72 g de poids, a été capturé à Maka amont en octobre. Sinon tout au cours de nos échantillonnages, aucun individu de cette espèce n'a été capturé en amont du barrage.

Le test de Student montre une différence hautement significative de la taille moyenne des individus entre Sakar et Maka aval (**Tableau 8A**,  $p = 0,000 < 0,05$ ). Les individus les plus fréquents à Sakar (120-140 mm) sont de petites classes de tailles, comparés à ceux de Maka aval (140-160 mm), **Annexe V**. Une différence très significative des tailles moyennes existe également entre octobre et février ( $p = 0,004 < 0,05$ ) et entre février et mai ( $p = 0,000 < 0,05$ ). Par contre aucune différence significative n'est notée entre octobre et mai ( $p = 0,53 > 0,05$ ). La plus petite taille moyenne des individus a été observée en février ( $130 \pm 32$  mm), **Tableau 8B**.

**Tableau 9 :** Valeurs moyennes du facteur (Moy) de condition chez *Sarotherodon melanotheron heudelotii* en fonction des stations et des mois et résultats du test de Student. E-t : écart type, p = probabilité.

|                       | Mois             | octobre            | février | mai  | Moy  | E-t  | Test (Student)          |  |
|-----------------------|------------------|--------------------|---------|------|------|------|-------------------------|--|
| <b>Stations</b>       | <b>Nbre obs.</b> | 314                | 865     | 811  |      |      |                         |  |
| <b>Sakar</b>          | 207              | 2,06               | 2,03    | 1,98 | 2,08 | 0,18 | amont/aval<br>p = 0,801 |  |
| <b>Maka aval</b>      | 217              | 1,98               | 2,12    | 1,88 | 2,05 | 0,18 |                         |  |
| <b>Maka amont</b>     | 187              | 2,11               | 2,17    | 1,92 | 2,04 | 0,19 |                         |  |
| <b>Diana Malary</b>   | 200              | 2,13               | 2,08    | 1,96 | 2,02 | 0,21 |                         |  |
| <b>Moy</b>            |                  | 2,10               | 2,10    | 1,93 |      |      |                         |  |
| <b>E-t</b>            |                  | 0,14               | 0,19    | 0,20 |      |      |                         |  |
| <b>Test (Student)</b> |                  | Périodes p ≥ 0,197 |         |      |      |      |                         |  |

**Tableau 10 :** Valeurs moyennes (Moy) du facteur de condition chez *Tilapia guineensis* en fonction des stations et des mois et résultats du test de Student. E-t : écart type, p = probabilité.

|                     | Mois            | octobre | février | mai  | Moy  | E-t  | Test (Student)          |
|---------------------|-----------------|---------|---------|------|------|------|-------------------------|
| <b>Stations</b>     | <b>Nbre obs</b> | 64      | 194     | 317  |      |      |                         |
| <b>Sakar</b>        | 156             | 1,71    | 1,90    | 1,96 | 1,95 | 0,17 | amont/aval<br>p = 0,958 |
| <b>Maka aval</b>    | 72              | 1,82    | 1,83    | 1,84 | 1,94 | 0,17 |                         |
| <b>Maka amont</b>   | 22              | 1,97    | 2,03    | 1,76 | 1,93 | 0,18 |                         |
| <b>Diana Malary</b> | 121             | 2,00    | 2,01    | 1,75 | 1,90 | 0,19 | Périodes<br>p ≥ 0,139   |
| <b>Moy</b>          |                 | 1,93    | 1,95    | 1,85 |      |      |                         |
| <b>E-t</b>          |                 | 0,20    | 0,18    | 0,19 |      |      |                         |

**Tableau 11 :** Valeurs moyennes (Moy) du facteur de condition chez *Hemichromis fasciatus* en fonction des stations et des mois et résultats du test de Student. E-t : écart type, p = probabilité.

|                       | Mois            | octobre            | février | mai  | Moy  | E-t  | Test (Student)          |
|-----------------------|-----------------|--------------------|---------|------|------|------|-------------------------|
| <b>Stations</b>       | <b>Nbre obs</b> | 53                 | 88      | 47   |      |      |                         |
| <b>Maka aval</b>      | 22              | 1,70               | 1,64    | 1,61 | 1,64 | 0,13 | amont/aval<br>p = 0,099 |
| <b>Maka amont</b>     | 101             | 1,68               | 1,38    | 1,52 | 1,62 | 0,14 |                         |
| <b>Diana Malary</b>   | 65              | 1,65               | 1,57    | 1,59 | 1,62 | 0,14 |                         |
| <b>Moy</b>            |                 | 1,67               | 1,63    | 1,57 |      |      |                         |
| <b>E-t</b>            |                 | 0,11               | 0,14    | 0,14 |      |      |                         |
| <b>Test (Student)</b> |                 | Périodes p ≥ 0,678 |         |      |      |      |                         |

**Tableau 12 :** Valeurs moyennes (Moy) du facteur de condition chez *Ethmalosa fimbriata* en fonction des stations et des mois et résultats du test de Student. E-t : écart type, p = probabilité.

|                     | Mois            | octobre | février | mai   | Moy  | E-t  | Test                         |
|---------------------|-----------------|---------|---------|-------|------|------|------------------------------|
| <b>Stations</b>     | <b>Nbre obs</b> | 80      | 163     | 77    |      |      |                              |
| <b>Sakar</b>        | 142             | 1,62    | 1,48    | 1,43  | 1,46 | 0,16 | Sakar/Maka aval<br>p = 0,999 |
| <b>Maka aval</b>    | 148             | 1,43    | 1,31    | 1,43  | 1,44 | 0,15 |                              |
| <b>Diana Malary</b> | 13              |         |         | 1,21* |      |      | Périodes<br>p ≥ 0,581        |
| <b>Moy</b>          |                 | 1,50    | 1,45    | 1,43  |      |      |                              |
| <b>E-t</b>          |                 | 0,16    | 0,15    | 0,14  |      |      |                              |

\* : Cette valeur n'est pas prise en compte dans le calcul de la moyenne du K au mois de mai

### III 3- Facteur de Condition (K)

#### III.3.1- *Sarotherodon melanotheron heudelotii*

Il n'y a pas de différence significative du facteur de condition (K) ni entre l'amont et l'aval du barrage (Student,  $p = 0,80 > 0,05$ ) ni en fonction des mois d'échantillonnage (Student,  $p \geq 0,197$ ). Néanmoins la valeur moyenne de K est plus faible en mai ( $K = 1,94 \pm 0,04$ ) qu'en février ( $K = 2,10 \pm 0,19$ ) et octobre ( $K = 2,10 \pm 0,14$ ) **Tableau 9**.

#### III.3.2- *Tilapia guineensis*

Les valeurs moyennes et les écarts types du facteur K au niveau des stations sont illustrées en fonction des mois d'échantillonnage dans le **Tableau 10**.

Aucune différence significative n'est révélée par le test de Student sur le facteur de condition ni entre l'amont et l'aval du barrage ( $p = 0,96 > 0,05$ ) ni en fonction des mois d'échantillonnage ( $p \geq 0,139$ ). Mais la valeur moyenne de ce facteur reste plus faible au mois de mai ( $K = 1,85 \pm 0,19$ ), **Tableau 10**.

#### III.3.3- *Hemichromis fasciatus*

Il n'existe pas de différence significative du facteur de condition ni entre l'amont et l'aval du barrage ( $p = 0,099 > 0,05$ ) ni entre les mois d'échantillonnage ( $p \geq 0,68$ ). La valeur moyenne la plus faible du facteur K a été observée au mois de mai ( $K = 1,57 \pm 0,14$ ) **Tableau 11**.

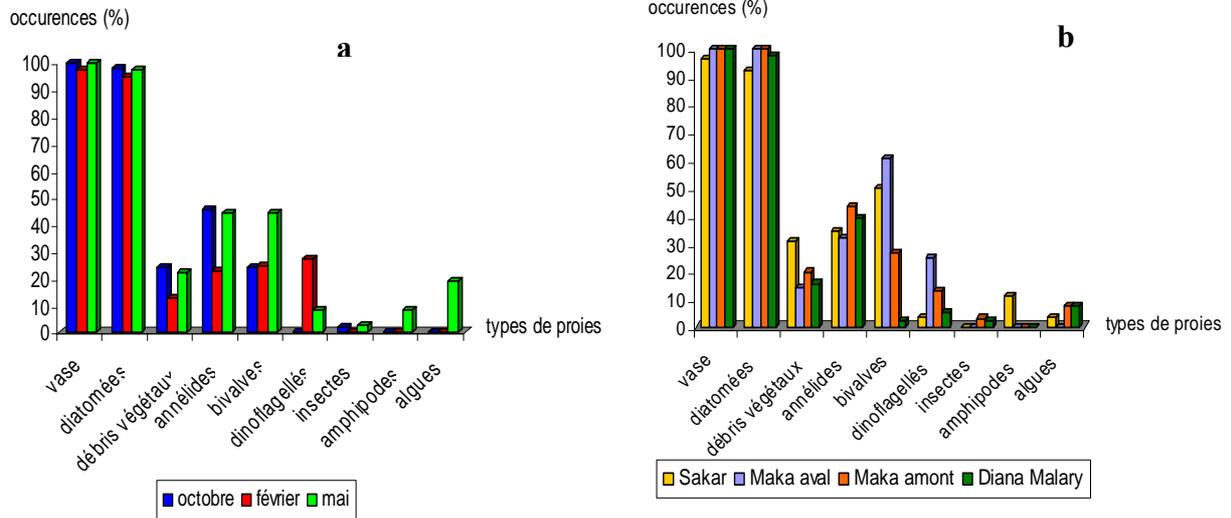
#### III.3.4- *Ethmalosa fimbriata*

Les moyennes du facteur de condition ne diffèrent pas significativement entre Sakar et Maka aval ( $p = 0,999 > 0,05$ ). La moyenne de K est légèrement plus élevée à Sakar ( $K = 1,46 \pm 0,16$ ) qu'à Maka aval ( $K = 1,44 \pm 0,15$ ), **Tableau 12**. Il n'y a également pas de différence significative du facteur K de l'ethmalose en fonction des différents mois ( $p \geq 0,58$ ).

La valeur moyenne de K a subi une réduction progressive d'octobre ( $K = 1,50 \pm 0,16$ ) à mai ( $K = 1,45 \pm 0,15$ ) en passant par une valeur intermédiaire en février ( $K = 1,43 \pm 0,14$ ), **Tableau 12**.

**Tableau 13 :** Valeurs moyennes (Moy) du facteur de condition chez *Elops lacerta* en fonction des stations et des mois et résultats du test de Student. E-t : écart type, p =probabilité.

|                       | Mois                    | octobre | février | mai  | Moy  | E-t  | Test (Student)                  |
|-----------------------|-------------------------|---------|---------|------|------|------|---------------------------------|
| <b>Stations</b>       | <b>Nbre obs</b>         | 75      | 66      | 332  |      |      |                                 |
| <b>Sakar</b>          | 145                     | 0,96    | 0,81    | 0,78 | 0,82 | 0,16 | Sakar/Maka<br>aval<br>p = 0,748 |
| <b>Maka aval</b>      | 187                     | 0,83    | 0,93    | 0,76 | 0,79 | 0,08 |                                 |
| <b>Moy</b>            |                         | 0,85    | 0,88    | 0,76 |      |      |                                 |
| <b>E-t</b>            |                         | 0,27    | 0,09    | 0,07 |      |      |                                 |
| <b>Test (Student)</b> | Périodes $p \geq 0,167$ |         |         |      |      |      |                                 |



**Figure 9 :** Histogrammes des occurrences moyennes de proies de *Sarotherodon melanotheron heudelotii* suivant les mois (a) et les stations (b).

### III.3.5- *Elops lacerta*

Il n'existe pas de différence significative de la moyenne du facteur K entre Sakar et Maka aval ( $p = 0,748 > 0,05$ ). La moyenne trouvée à Maka aval est légèrement inférieure à celle observée à Sakar ( $K = 0,82 \pm 0,16$ ), **Tableau 13**.

Aucune différence significative n'est révélée par le test de Student sur le facteur de condition d'*Elops lacerta* en fonction des mois ( $p \geq 0,167$ ). La plus grande valeur moyenne de ce facteur a été observée au mois de février ( $K = 0,88 \pm 0,09$ ). Elle a été plus faible en mai ( $K = 0,76 \pm 0,07$ ) avec une valeur moyenne intermédiaire entre ces deux mois en février ( $K = 0,85 \pm 0,27$ ), **Tableau 13**.

## III 4- Régime alimentaire

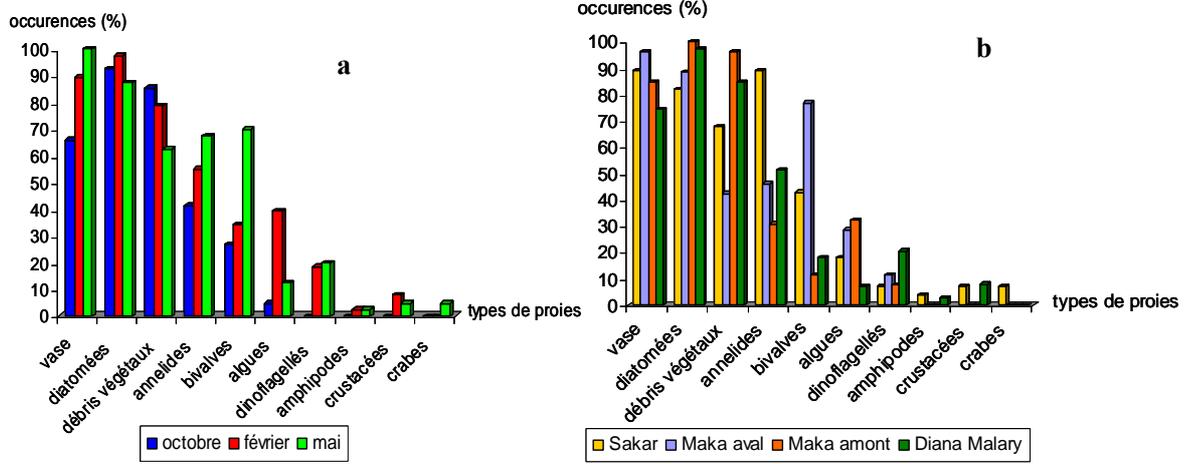
Au total 449 contenus stomacaux ont été analysés au cours de cette étude.

### III.4.1- *Sarotherodon melanotheron heudelotii*

Au total 122 estomacs ont été analysés. 6,6% de ces estomacs étaient vides. Les poissons étudiés avaient des tailles comprises entre 70 mm et 224 mm. Nous avons rencontré principalement de la vase et des diatomées (occurrence : 100% en générale) dans les estomacs des individus de *S. m. heudelotii*. Les détails des occurrences sont présentés dans l'**Annexe VII**, où apparaissent des proportions assez importantes d'œufs de poissons et accessoirement des gastéropodes, des isopodes et des écailles de poissons. Lors de nos échantillonnages, quelques mâles ont été capturés avec des œufs de poissons dans leur estomac. Nous nous sommes servis des occurrences les plus sensibles aux variations des conditions environnementales pour élucider les variations spatio-temporelles du régime alimentaire de cette espèce.

Ces résultats montrent une occurrence moyenne importante des bivalves (44,4%) et des dinoflagellés (27,5 %) respectivement en mai et février-mai. Une nouvelle apparition dans les estomacs de cette espèce d'amphipodes et d'algues au mois de mai a été également notée (**figure 9a**).

Les occurrences moyennes varient également en fonction des stations. Par rapport aux autres stations, à Sakar (station la plus salée) une réduction des pourcentages de vase et des diatomées a été observée au détriment des débris végétaux (30,8%). Les bivalves ont été largement plus fréquents dans les estomacs des individus des stations aval que dans ceux des stations amont du barrage. Des amphipodes (11,5%) étaient présents dans les estomacs à



**Figure 10 :** Histogrammes des occurrences moyennes de proies de *Tilapia guineensis* suivant les mois (a) et les stations (b).

Sakar, par contre ils étaient absents dans ceux des autres stations (**figure 9b**). Les algues étaient uniquement présentes dans les estomacs des individus capturés au niveau des stations amont du barrage (Maka amont et Diana Malary).

L'ACP des occurrences de proies chez *S. m. heudelotii* montre que son régime trophique varie très peu en fonction du temps et de l'espace. Un détachement de deux points, l'un en octobre à Maka aval et l'autre en mai à Sakar correspondent respectivement aux gastéropodes et aux amphipodes. Mais leurs fréquences d'occurrence sont très faibles. Ces items ne sont donc pas très représentatifs pour discriminer une variabilité alimentaire de *S. m. heudelotii* (**Annexe IX**).

#### III.4.2- *Tilapia guineensis*

119 estomacs de *T. guineensis*, de tailles comprises entre 67 et 265 mm, ont été analysés dans cette étude. Parmi ces estomacs, seulement deux (1,7%) étaient vides. Les proies rencontrées dans les estomacs de cette espèce sont constituées essentiellement de débris végétaux et de diatomées (près de 100%). Des écailles de poissons ont aussi été trouvées dans ces estomacs. Les détails des occurrences sont présentés dans l'**Annexe VII**.

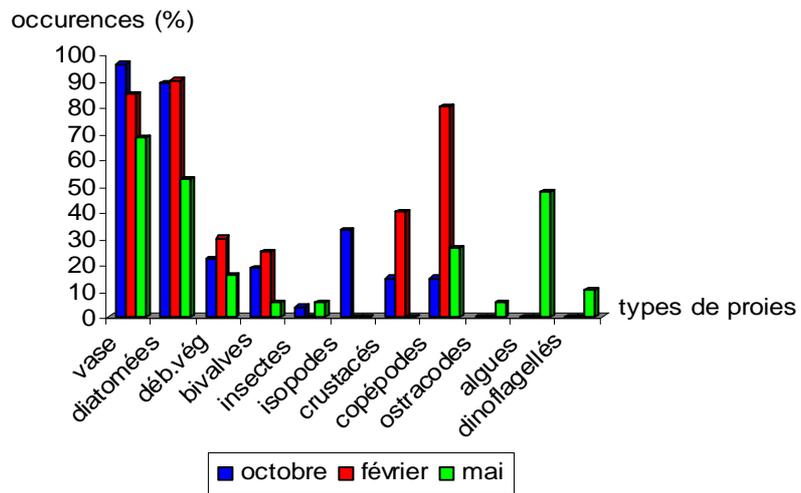
Les occurrences de vase, de bivalves, et d'algues augmentent progressivement d'octobre à mai avec des valeurs intermédiaires en février. Les œufs de poissons ont également pris de l'importance (50% à Diana Malary, **Annexe VII**) dans les estomacs remplis des individus en mai. Contrairement à ce qui a été observé chez *S. m. heudelotii*, il y a une augmentation des pourcentages de vase d'octobre à mai au détriment des occurrences des débris végétaux qui diminuent. Il y a également une nouvelle apparition dans les estomacs de *T. guineensis* de dinoflagellés, d'amphipodes, des crustacés (février, mai) et de crabes (mai), **figure 10a**.

Les occurrences les plus élevées de vase, d'annélides et de bivalves sont enregistrées dans les stations aval du barrage. Une réduction des occurrences des débris végétaux est accompagnée d'une augmentation des celles de la vase en aval du barrage (**figure 10b**). L'inverse est observé en amont du barrage. Des amphipodes, des crustacés et des crabes ont été observés dans les estomacs à Sakar et Diana Malary.

Les résultats obtenus par l'ACP (**Annexe IX**) montrent que *T. guineensis* et *S. m. heudelotii* ont des spectres trophiques qui se recoupent. Mais celle de *T. guineensis* est plus large. Pour ce dernier les amphipodes, les crabes et les crustacés caractérisent le bol alimentaire des individus échantillonnés en mai et les dinoflagellés et les insectes celui de

**Tableau 14 :** Occurrences (en %) des espèces de poissons proies d'*Hemichromis fasciatus* en fonction des mois et des stations.

| Mois    | Stations     | Estomacs remplis (%) | Estomacs vides (%) | SME (%) | TGU (%) | Mugil (%) |
|---------|--------------|----------------------|--------------------|---------|---------|-----------|
| octobre | Diana Malary | 100                  | 0                  | 15      | 0       | 0         |
| février | Maka amont   | 100                  | 0                  | 20      | 0       | 0         |
|         | Diana Malary | 90                   | 10                 | 11      | 0       | 0         |
| mai     | Maka aval    | 100                  | 0                  | 11      | 0       | 9         |
|         | Maka amont   | 90                   | 10                 | 44      | 33      | 0         |
|         | Diana Malary | 90                   | 10                 | 56      | 11      | 0         |



**Figure 11:** Histogramme des occurrences moyennes de proies d'*Ethmalosa fimbriata* en fonction des mois d'échantillonnage.

février à Sakar. A Maka aval au mois de mai, la vase et les bivalves abondent dans les estomacs des spécimens. En février, dans les stations de Maka amont et de Diana Malary, les prises alimentaires des individus capturés étaient pour l'essentielle constituées de débris végétaux, d'annélides, d'ostracodes et de copépodes. En octobre les œufs de poissons étaient présents dans le bol alimentaire de cette espèce.

#### III.4.3- *Hemichromis fasciatus*

*H. fasciatus* était peu représenté à Maka aval et pratiquement absent à Sakar au cours nos échantillonnages. 84 estomacs d'*H. fasciatus*, de tailles comprises entre 93 et 215 mm, ont été analysés lors de cette étude. Cinq estomacs (5,9%) étaient vides. L'étude des contenus stomacaux ne montre pas de variation nette du régime trophique de cette espèce dans le temps et dans l'espace. Nous avons trouvé principalement dans les estomacs des individus d'*H. fasciatus* des larves et des juvéniles de poissons (généralement 100% d'occurrence) durant les trois périodes d'échantillonnage dans l'ensemble des stations où cette espèce a été échantillonnée. Les proies rencontrées dans les estomacs d'*H. fasciatus* comprennent également des proportions assez importantes d'œufs de poissons (jusqu'à 80% en février en amont) et accessoirement des crustacés, des isopodes, des insectes (**Annexe VIII**).

Les espèces de poissons rencontrées dans les estomacs sont composées principalement de juvéniles de *S. m. heudelotii*, mais également au mois de mai de *T. guineensis* (en amont du barrage) et même de Mugil (Maka aval), **Tableau 14**.

Aucune tendance temporelle et spatiale ne se dessine suite à l'analyse factorielle (ACP) des occurrences de proies d'*H. fasciatus* (**Annexe IX**).

#### III.4.4- *Ethmalosa fimbriata*

Parmi les 66 estomacs d'*E. fimbriata* examinés, 63 (95,5%) étaient remplis et seulement 3 étaient vides, soit 4,5%. Les spécimens avaient des tailles allant de 55 mm à 160 mm. Tous les inventaires stomacaux révèlent du sable ou de la vase mais également des diatomées et des copépodes. Des écailles ont été également trouvées dans les estomacs. Les détails sur les occurrences sont illustrés dans l'**Annexe VIII**.

Les occurrences moyennes de vase, de diatomées, de débris végétaux et de bivalves ont été plus élevées en octobre et en février qu'au mois de mai. Par contre les isopodes ont été rencontrés dans ces estomacs uniquement en octobre. A l'inverse les ostracodes, les algues et les dinoflagellés ont été rencontrés dans les estomacs des spécimens examinés seulement au

**Tableau 15 :** Occurrences (en %) des espèces de poissons proies d'*Elops lacerta* en fonction des mois et des stations.

| Mois    | Stations  | Estomacs remplis (%) | Estomacs vides (%) | ELA (%) | EFI (%) | SME (%) | TGU (%) |
|---------|-----------|----------------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|
| octobre | Maka aval | 88                   | 12                 | 9       | 18      | 9       | 0       |
| février | Sakar     | 100                  | 0                  | 20      | 0       | 20      | 0       |
|         | Maka aval | 100                  | 0                  | 78      | 0       | 44      | 0       |
| mai     | Sakar     | 40                   | 60                 | 0       | 0       | 0       | 25      |
|         | Maka aval | 80                   | 20                 | 13      | 13      | 0       | 0       |

**Tableau 16 :** Nombre de femelles de stade 4 capturées en fonction des stations et des mois pour chaque espèce.

| Stations     | Périodes | Nombre de femelles de stade 4 |     |     |     |     |
|--------------|----------|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|
|              |          | SME                           | TGU | HFA | EFI | ELA |
| Sakar        | octobre  | -                             | -   | -   | -   | -   |
|              | février  | 37                            | 8   | -   | 41  | -   |
|              | mai      | 8                             | 12  | 4   | -   | -   |
| Maka aval    | octobre  | 3                             | -   | 2   | -   | -   |
|              | février  | 33                            | 1   | -   | -   | -   |
|              | mai      | 37                            | 14  | -   | -   | -   |
| Maka amont   | octobre  | -                             | -   | -   | -   | -   |
|              | février  | 15                            | 1   | 3   | -   | -   |
|              | mai      | 37                            | 4   | -   | -   | -   |
| Diana Malary | octobre  | 3                             | 2   | -   | -   | -   |
|              | février  | 52                            | 4   | -   | -   | -   |
|              | mai      | 20                            | 9   | 2   | -   | -   |

mois de mai. Les crustacés et les copépodes ont été plus fréquents en février comparés aux autres mois (**figure 11**).

Dans l'ACP considérant les proies composant le bol alimentaire d'*E. fimbriata*, le régime alimentaire des individus capturés au mois de mai à Sakar est discriminé par les dinoflagellés qui se détachent de l'origine. Les copépodes, les isopodes, les crustacés et les algues discriminent le régime trophique des spécimens capturés en février en aval du barrage (Sakar et Maka aval). D'autres points correspondant aux débris végétaux, aux diatomées, à la vase et aux ostracodes forment un nuage proche de l'origine dénotant une certaine homogénéité spatio-temporelle au niveau des proies d'*E. fimbriata*. L'ACP révèle plutôt une tendance saisonnière du régime alimentaire de l'ethmalose (**Annexe IX**).

#### III.4.5- *Elops lacerta*

*E. lacerta* était pratiquement absent en amont du barrage au cours de nos échantillonnages. Au total 58 estomacs ont été analysés dont 11 (19%) étaient vides. Les poissons étudiés avaient des tailles comprises entre 84 mm et 230 mm.

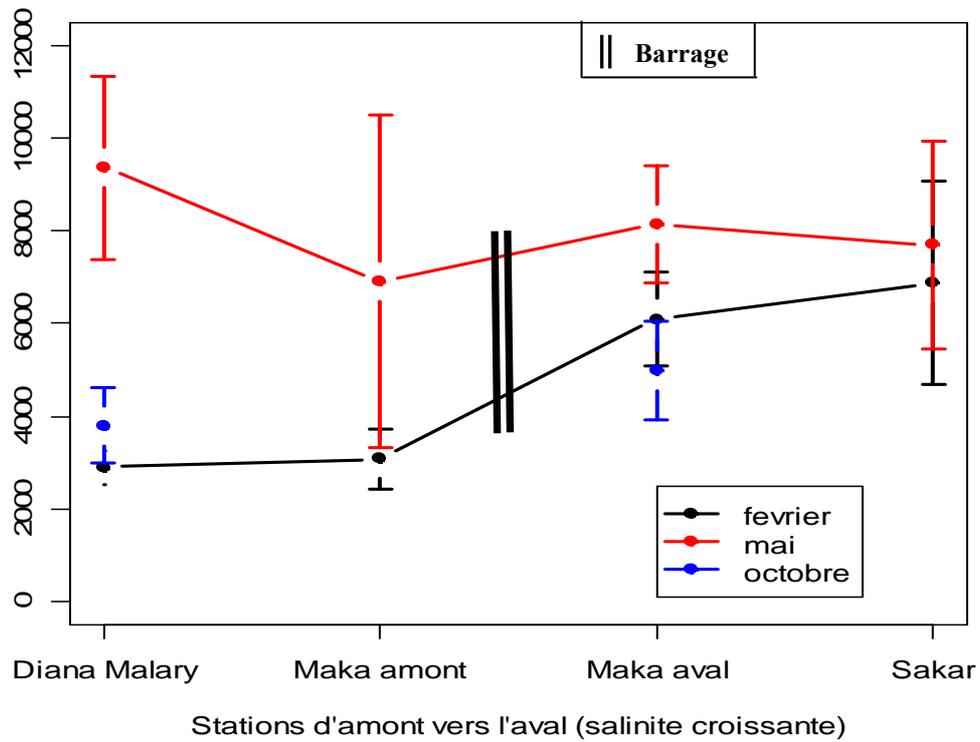
Les résultats d'analyses des contenus stomacaux de cette espèce ne révèlent pas de changements spatio-temporels importants au niveau de ces proies. Les juvéniles de poissons (100% d'occurrence) constituent l'essentielle des proies rencontrées dans les estomacs d'*E. lacerta*. Néanmoins quelques insectes (60% à Sakar), crustacés et isopodes ont été trouvés dans les contenus stomacaux de cette espèce en octobre (**Annexe VIII**). Tout comme *H. fasciatus*, ces deux tilapias (*S. m. heudelotii* et *T. guineensis*) ont été trouvés dans le bol alimentaire d'*E. lacerta*. Mais les juvéniles d'*E. fimbriata* et d'*E. lacerta* étaient aussi bien représentés dans les estomacs de cette espèce (**Tableau 15**).

Tout comme *H. fasciatus* les résultats de l'analyse factorielle (ACP) des occurrences de proies d'*E. lacerta* ne révèlent aucune tendance temporelle et spatiale (**Annexe IX**).

### III.5- Reproduction

134 gonades d'espèces confondues (*S. m. heudelotii* et *T. guineensis*) ont été prélevées au cours de cette étude. L'absence d'ethmaloses (octobre et février) et d'*E. lacerta* (sauf en octobre) en amont du barrage, ajoutée au faible nombre de femelles de stade 4 d'*H. fasciatus* en amont et en aval du barrage au cours des différentes périodes d'échantillonnage expliquent l'absence d'étude comparative de la reproduction chez ces trois espèces, **Tableau 16**.

Fécondité relative moyenne (ovocytes/kg de femelle)



**Figure 12 :** Courbes des fécondités relatives moyennes des femelles de *Sarotherodon melanotheron heudelotii* en fonction des stations et des mois d'échantillonnage.

**Tableau 17 :** Fécondité relative moyenne de *Sarotherodon melanotheron heudelotii* en fonction des mois et des stations et résultats du test de Student. Nb. obs : nombre d'observation, Moy : moyenne.

| Stations     | Périodes | Nb obs | Moy  | Ecart type | Moy       | Test (Student)           |
|--------------|----------|--------|------|------------|-----------|--------------------------|
| Sakar        | octobre  | -      | -    | -          | 6147±2344 | amont/aval<br>p = 0,019  |
|              | février  | 10     | 6867 | 2194       |           |                          |
|              | mai      | 6      | 7695 | 2248       |           |                          |
| Maka aval    | octobre  | 3      | 4973 | 1142       | 6147±2344 | amont/aval<br>p = 0,019  |
|              | février  | 10     | 6088 | 947        |           |                          |
|              | mai      | 10     | 8137 | 1251       |           |                          |
| Maka amont   | octobre  | -      | -    | -          | 5442±3310 | février/mai<br>p = 0,004 |
|              | février  | 10     | 3079 | 633        |           |                          |
|              | mai      | 10     | 6911 | 3581       |           |                          |
| Diana Malary | octobre  | 3      | 3806 | 813        | 5442±3310 | février/mai<br>p = 0,004 |
|              | février  | 10     | 2907 | 368        |           |                          |
|              | mai      | 10     | 9363 | 1975       |           |                          |

En ce qui concerne *S. m. heudelotii* et *T. guineensis*, la fécondité relative, le diamètre ovocytaire, la taille de première maturité ( $L_{50}$ ) et le Rapport gonado-somatique (RGS) des femelles de stade 4 seront analysés.

### III.5.1- *Sarotherodon melanotheron heudelotii*

#### III.5.1.1- Fécondité relative

Une fécondité relative moyenne de  $6172 \pm 2808$  ovocytes/kg de femelle a été trouvée chez *S. m. heudelotii* dans cette partie de l'estuaire de la Casamance au cours de cette étude.

Ce paramètre varie en fonction des mois d'échantillonnage. Les fécondités relatives moyennes des femelles capturées au cours du mois de mai étaient plus élevées que celles observées en février sur toutes les stations. En raison de l'insuffisance des données disponibles en octobre, ce mois n'a pas été pris en compte dans la comparaison de la fécondité relative (**figure 12**).

Il existe une différence très significative de la fécondité relative moyenne entre février et mai (**Tableau 17**, Student  $p = 0,005 < 0,05$ ). Une différence significative n'a pas été notée entre février et mai à Sakar ( $p = 0,878 > 0,05$ ). Par contre il existe une différence hautement significative entre ces deux mois à Diana Malary ( $p = 0,000 < 0,05$ ), **figure 12**.

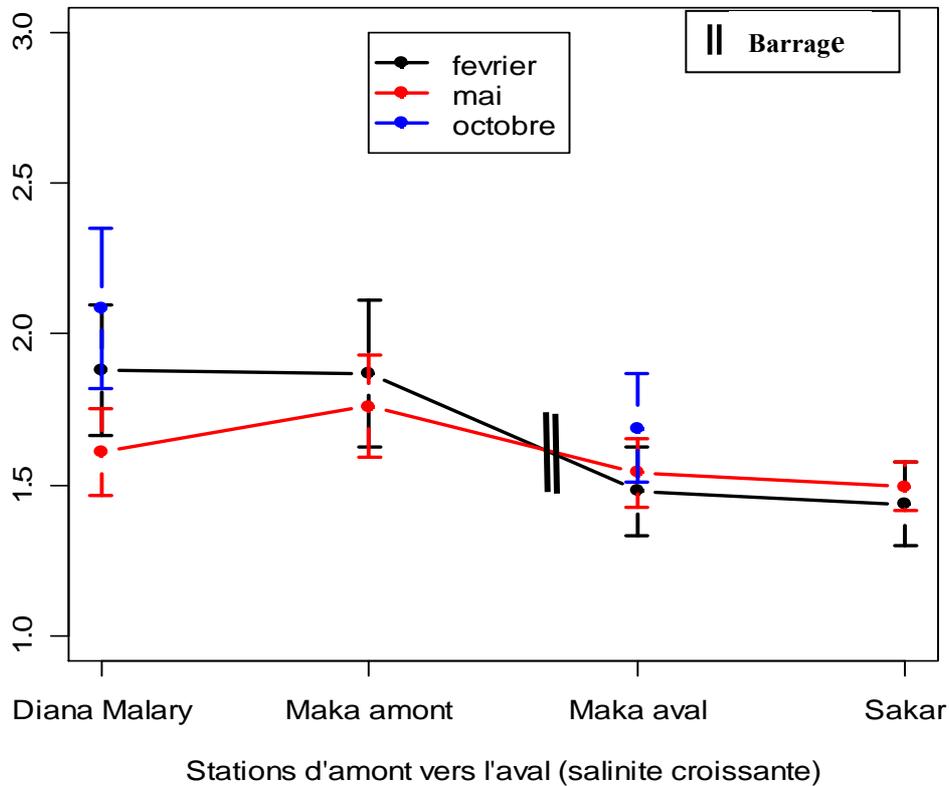
Il existe une différence significative de la fécondité relative moyenne entre l'amont et l'aval du barrage (Student,  $p = 0,019 < 0,05$ ). La fécondité relative moyenne est plus forte en aval ( $6147 \pm 2344$  ovocytes/kg de femelle) qu'en amont ( $5442 \pm 3310$  ovocytes/kg de femelle) du barrage **Tableau 17**. Contrairement à Maka amont, une forte fécondité relative moyenne a été notée dans la station de Diana Malary au mois de mai (**figure 12**).

#### III.5.1.2- Diamètres ovocytaires

Le diamètre ovocytaire moyen de *S. m. heudelotii* dans cette partie de l'estuaire de la Casamance est de  $1,7 \pm 0,27$  mm.

La moyenne des diamètres ovocytaires trouvée en aval du barrage ( $1,5 \pm 0,14$  mm) est inférieure à celle observée dans les stations amont du barrage ( $1,8 \pm 0,23$  mm) quelle que soit la période d'échantillonnage. Les moyennes des diamètres ovocytaires sont très proches d'une part entre Sakar et Maka aval et d'autre part entre Maka amont et Diana Malary (**Tableau 18**, **figure 13**). Les plus gros ovocytes ont été observés à Diana Malary en octobre et en février ( $2,1 \pm 0,27$  mm et  $1,9 \pm 0,22$  mm respectivement). En mai, une faible chute de la moyenne des diamètres ovocytaires a été notée dans cette station ( $1,6 \pm 0,14$  mm) par rapport à Maka

Diamètre ovocytaire moyen (mm)



**Figure 13 :** Courbes d'évolution du diamètre ovocytaire des femelles de *Sarotherodon melanotheron heudelotii* en fonction des stations et des mois d'échantillonnage.

**Tableau 18 :** Diamètres ovocytaires moyens de *Sarotherodon melanotheron heudelotii* en fonction des mois et des stations et résultats du test de Student. DO : diamètres ovocytaires, Nb. obs : nombre d'observation, Moy : moyenne.

| Stations     | Périodes | Nb obs | DO.min (mm) | DO.max (mm) | DO.moy (mm) | Ecart type | Moy      | Test (Student)          |
|--------------|----------|--------|-------------|-------------|-------------|------------|----------|-------------------------|
| Sakar        | octobre  | -      | -           | -           | -           | -          | 1,5±0,14 | amont/aval<br>p = 0,975 |
|              | février  | 499    | 1,3         | 1,7         | 1,4         | 0,14       |          |                         |
|              | mai      | 312    | 1,4         | 1,6         | 1,5         | 0,08       |          |                         |
| Maka aval    | octobre  | 161    | 1,5         | 1,9         | 1,7         | 0,18       |          |                         |
|              | février  | 522    | 1,2         | 1,7         | 1,5         | 0,15       |          |                         |
|              | mai      | 510    | 1,4         | 1,7         | 1,5         | 0,11       |          |                         |
| Maka amont   | octobre  | -      | -           | -           | -           | -          | 1,8±0,23 | périodes<br>p ≥ 0,176   |
|              | février  | 500    | 1,5         | 2,1         | 1,9         | 0,24       |          |                         |
|              | mai      | 514    | 1,5         | 2,0         | 1,8         | 0,17       |          |                         |
| Diana Malary | octobre  | 183    | 1,9         | 2,4         | 2,1         | 0,27       |          |                         |
|              | février  | 500    | 1,5         | 2,3         | 1,9         | 0,22       |          |                         |
|              | mai      | 510    | 1,3         | 1,7         | 1,6         | 0,14       |          |                         |

amont ( $1,8 \pm 0,17$  mm) **Tableau 18**. Les valeurs maximales des diamètres ovocytaires observées en aval sont inférieures à celles trouvées en amont du barrage. Une légère baisse de la valeur maximale a été notée au mois de mai (1,7 mm) par rapport à février (2,3 mm) et octobre (2,4 mm) dans la station de Diana Malary, **Tableau 18**.

Le test de Student ne montre pas de différence significative du diamètre ovocytaire moyen entre l'amont et l'aval du barrage (**Tableau 18**,  $p = 0,975 > 0,05$ ).

La moyenne des diamètres ovocytaires varie également en fonction des mois. Celle qui a été observée au mois d'octobre à Diana Malary ( $2,1 \pm 0,27$  mm) est de loin supérieure à celles observées durant les autres mois quelle que soit la station considérer. En amont du barrage, la plus faible moyenne observée ( $1,6 \pm 0,14$  mm) correspond à celle du mois de mai. (**Tableau 18**).

De la même manière le diamètre ovocytaire maximal subit une réduction progressive d'octobre (2,4 mm) à mai (2,0 mm) en passant par une valeur intermédiaire en février (2,3 mm) **Annexe VI**.

Il n'y a pas de différence significative de la moyenne du diamètre des ovocytes entre les périodes d'échantillonnage (**Tableau 18**,  $p \geq 0,176$ ).

### III.5.1.3- Taille de première maturité sexuelle ( $L_{50}$ )

Nous nous sommes limités à la  $L_{50}$  des femelles à cause des faibles proportions de mâles matures capturés au cours de nos échantillonnages.

La taille de première maturité ( $L_{50}$ ) de *S. m. heudelotii* globalement déterminée dans cette partie de l'estuaire de la Casamance au cours de cette étude est de 139 mm.

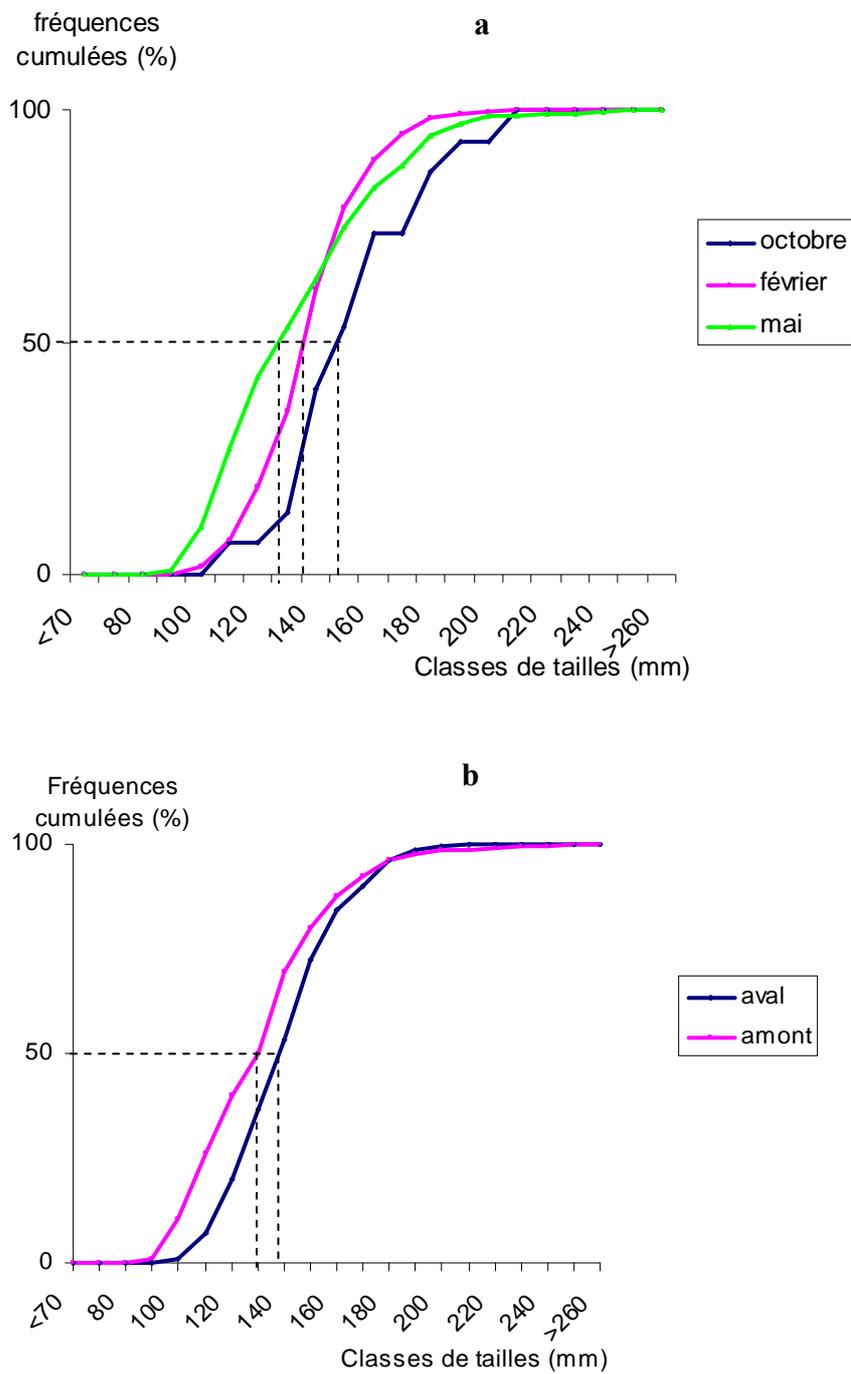
La taille de première maturité sexuelle ( $L_{50}$ ) obtenue en mai (132 mm) était plus faible que celle trouvée en octobre (152 mm). En février une  $L_{50}$  intermédiaire entre ces deux mois (140 mm) a été déterminée **figure 14a**. De la même manière que la  $L_{50}$ , la taille du plus petit individu mature (PPIM) a subi une réduction graduelle d'octobre (118 mm) à mai (90 mm) avec une taille intermédiaire entre ces deux mois en février (101 mm) **Annexe VI**.

La taille de première maturité sexuelle ( $L_{50}$ ) des femelles matures de *Sarotherodon melanotheron heudelotii* a également variée entre l'amont et l'aval du barrage. En amont une taille de première maturité de 130 mm a été trouvée. Par contre en aval du barrage la  $L_{50}$  de cette espèce était de 138 mm. La  $L_{50}$  de cette espèce déterminée à Diana Malary au mois de

mai était très faible (106 mm) **figure 14b**. La taille du PPIM est plus faible dans la partie amont (90 mm) qu'en aval du barrage (101 mm) **Annexe VI**.

#### III.5.1.4- Rapport gonado-somatique (RGS)

Le test de Student ne montre aucune différence significative du rapport gonado-somatique (RGS) des femelles de stade 4 entre les mois d'échantillonnage (**Tableau 19**,  $p \geq 0,124$ ). Il n'existe également pas de différence significative du RGS entre l'amont et l'aval du barrage ( $p = 0,966$ ). La plus forte moyenne du RGS correspond au mois de mai ( $6,2 \pm 1,76$ ) et la plus faible en octobre ( $4,7 \pm 0,46$ ) avec une valeur intermédiaire en février ( $5,1 \pm 0,96$ ) **Tableau 19**.



**Figure 14 :** Détermination par méthode graphique de la taille de première maturité sexuelle ( $L_{50}$ ) des femelles matures de *Sarotherodon melanotheron heudelotii* par intervalle de 10 mm en fonction des mois (a) et en amont et en aval du barrage (b)

### III.5.2- *Tilapia guineensis*

#### III.5.2.1- Fécondité relative

La fécondité relative moyenne de *T. guineensis* trouvée dans cette partie de l'estuaire est de  $66379 \pm 28564$  ovocytes/kg de femelle.

Pour cette espèce, seule une femelle de stade 4 a été capturée à Maka aval de même qu'à Maka amont en février. Néanmoins une variation de la fécondité relative moyenne des femelles de *T. guineensis* en fonction du temps a été observée. Cette tendance est confirmée par les fécondités trouvées à Sakar et à Diana Malary où nous avons pris plus de femelles de stade 4 au cours de ce mois. La plus forte fécondité relative a été rencontrée durant le mois de mai dans la station de Maka aval ( $98208 \pm 27295$  ovocytes/kg de femelle). Par contre la plus faible a été trouvée à Diana Malary en février ( $36067 \pm 3445$  ovocytes/kg de femelle), **Tableau 20, figure 15.**

Le test de Student montre une différence hautement significative de la fécondité relative entre février et mai (**Tableau 20**,  $p = 0,0005 < 0,05$ ). La plus forte fécondité relative a été notée au mois de mai ( $77885 \pm 29369$  ovocytes /kg de femelle) **Tableau 20.**

Il n'existe pas de différence significative de la fécondité relative entre l'amont et l'aval du barrage ( $p = 0,069 > 0,05$ ). Mais la fécondité relative moyenne de *T. guineensis* a été plus forte en aval ( $72166 \pm 30185$  ovocytes /kg de femelle) qu'en amont du barrage ( $57119 \pm 23596$  ovocytes/kg de femelle) **Tableau 20.**

#### III.5.2.2-.Diamètres ovocytaires

Un diamètre ovocyttaire moyen de  $0,9 \pm 0,13$  mm a été trouvée chez *T. guineensis* au cours de cette étude.

En raison du nombre faible de femelles de stade 4 capturées en octobre, ce mois n'a pas été pris en compte dans le test statistique. Le test de Student ne révèle pas de différence significative du diamètre ovocyttaire de *T. guineensis* entre février et mai ( $p = 0,511 > 0,05$ ). Néanmoins les plus gros ovocytes ont été trouvés durant le mois de février ( $1,0 \pm 0,11$  mm) comparés à ceux de mai ( $0,9 \pm 0,14$  mm) et d'octobre ( $0,9 \pm 0,07$  mm) **Tableau 21.** Mais il est nécessaire de tenir en compte les différences des proportions des femelles de stade 4 entre ces mois.

Le diamètre moyen des ovocytes de *T. guineensis* ne diffère également pas de façon significative entre l'amont et l'aval du barrage (Student,  $p = 0,766 > 0,05$ ) **Tableau 21.**

**Tableau 19 :** Rapport gonado-somatique (RGS) des femelles de stade 4 de *Sarotherodon melanotheron heudelotii* en fonction des mois et des stations et résultats du test de Student. Nb. obs : nombre d'observation, Moy : moyenne.

| Stations     | Périodes | Nb obs | RGS.moy (mm) | Ecart type | Moy       | Test (Student)          |
|--------------|----------|--------|--------------|------------|-----------|-------------------------|
| Sakar        | octobre  | -      | -            | -          | 5,5 ± 1,3 | amont/aval<br>p = 0,965 |
|              | février  | 10     | 5,5          | 1,1        |           |                         |
|              | mai      | 6      | 5,4          | 0,9        |           |                         |
| Maka aval    | octobre  | 3      | 4,8          | 0,6        |           |                         |
|              | février  | 17     | 5,2          | 0,9        |           |                         |
|              | mai      | 12     | 6,3          | 2          |           |                         |
| Maka amont   | octobre  | -      | -            | -          | 5,6 ± 1,6 | périodes<br>p ≥ 0,123   |
|              | février  | 10     | 4,4          | 0,6        |           |                         |
|              | mai      | 10     | 6,3          | 1,9        |           |                         |
| Diana Malary | octobre  | 3      | 4,6          | 0,4        |           |                         |
|              | février  | 10     | 5,2          | 1          |           |                         |
|              | mai      | 13     | 6,4          | 1,8        |           |                         |

**Tableau 20 :** Fécondités relatives moyennes de *Tilapia guineensis* en fonction des mois et des stations et résultats du test de Student. Nb. Obs : nombre d'observation, Moy : moyenne.

| Stations     | Périodes | Nb obs | Moy   | E-t   | Moy           | Test (Student)           |
|--------------|----------|--------|-------|-------|---------------|--------------------------|
| Sakar        | octobre  | 2      | 57020 | 6350  | 72166 ± 30185 | amont/aval<br>p = 0,069  |
|              | février  | 8      | 51871 | 11022 |               |                          |
|              | mai      | 10     | 74933 | 32648 |               |                          |
| Maka aval    | octobre  | 1      | 42580 | -     |               |                          |
|              | février  | 1      | 50792 | -     |               |                          |
|              | mai      | 10     | 98208 | 27295 |               |                          |
| Maka amont   | octobre  | 4      | -     | -     | 57119 ± 23596 | février/mai<br>p = 0,000 |
|              | février  | 1      | 36810 |       |               |                          |
|              | mai      |        | 68721 | 12642 |               |                          |
| Diana Malary | octobre  | 2      | 39018 | 129   |               |                          |
|              | février  | 4      | 36067 | 3445  |               |                          |
|              | mai      | 9      | 67598 | 26685 |               |                          |

### III.5.2.3-.Taille de première maturité sexuelle ( $L_{50}$ )

Durant nos échantillonnages, le nombre de femelles matures (stade  $\geq 3$ ) capturées était plus réduit en octobre (6 femelles matures) qu'en février et mai. Néanmoins nous avons pu déterminer la  $L_{50}$  de cette espèce pendant ce mois.

La taille de première maturité ( $L_{50}$ ) déterminée globalement chez *T. guineensis* dans cette partie de l'estuaire au cours de notre étude est de 125 mm.

La  $L_{50}$  de *T. guineensis* varie en fonction des mois d'échantillonnage. La plus faible taille de première maturité a été trouvée pendant le mois de mai (115 mm). Par contre la  $L_{50}$  la plus élevée a été déterminée en octobre (135 mm). Au mois de février une taille de première maturité sexuelle intermédiaire entre octobre et mai a été trouvée (126 mm) **figure 16a**. La  $L_{50}$  de *T. guineensis* varie très peu entre l'amont (129 mm) et l'aval (131 mm) du barrage **figure 16b**. La détermination de la  $L_{50}$  à Diana Malary en mai a abouti à une taille très faible (117 mm) par rapport à celles trouvées à Maka aval (120 mm), Sakar (125 mm) et Maka amont (130 mm).

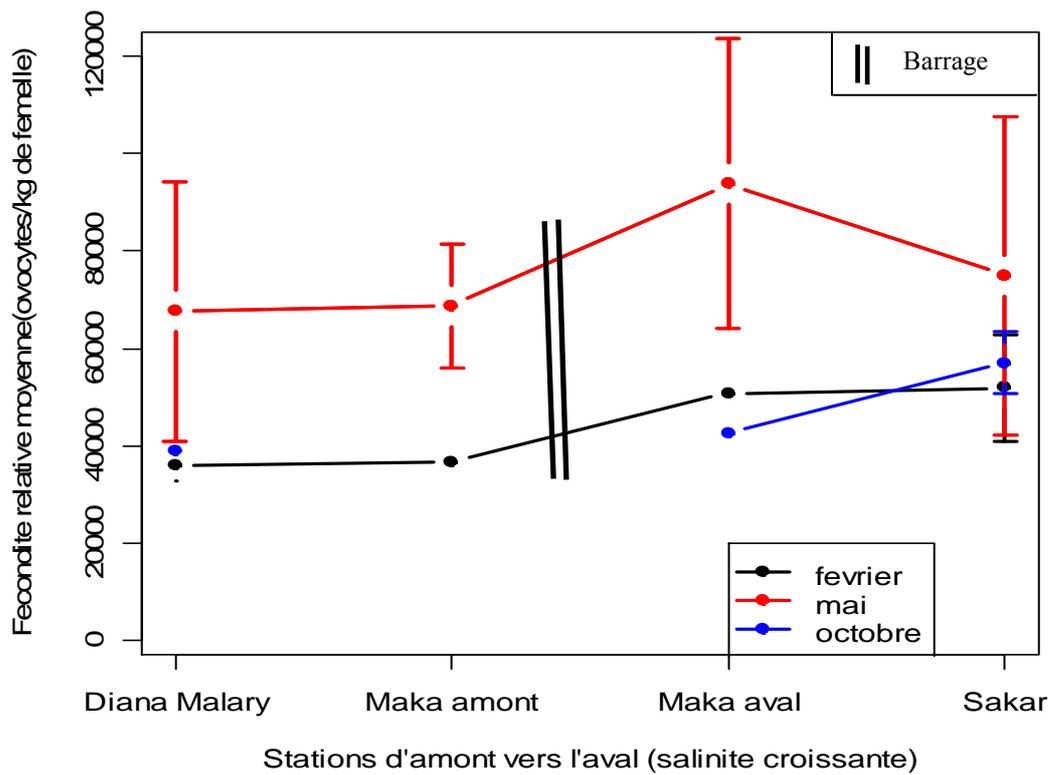
Le PPIM a une plus petite taille en mai (94 mm) qu'en octobre (123 mm) et février (125 mm). La taille du plus petit individu mature est plus faible en aval (94 mm) qu'amont du barrage (102 mm) **Annexe VI**.

### III.5.2.4-.Rapport gonado-somatique (RGS)

Il n'existe pas de différence significative du RGS des femelles de stade 4 entre les mois d'échantillonnage (Student, **Tableau 22**  $p \geq 0,257$ ). Le RGS des femelles de stade 4 est plus élevé en mai ( $9,3 \pm 3,1$ ) qu'en février ( $7,2 \pm 2,2$ ) et octobre ( $5,6 \pm 0,7$ ) où des valeurs intermédiaires et minimales de ce paramètre ont été respectivement trouvées (**Tableau 22**).

Le RGS ne diffère pas significativement entre l'amont et l'aval du barrage (Student, **Tableau 22**,  $p = 0,970 > 0,05$ ).

Les valeurs du RGS de *T. guineensis* observées en aval du barrage ( $9,1 \pm 3,2$ ) sont plus élevées que celles d'amont ( $7,3 \pm 2,4$ ) **Tableau 22**.



**Figure 15 :** Courbes des fécondités relatives des femelles de *Tilapia guineensis* en fonction des stations et des mois d'échantillonnage.

### III.6- Parasites branchiaux

En raison de l'indisponibilité des résultats sur les parasites des autres espèces, seule l'infection parasitaire de *S. m. heudelotii* a été étudiée.

Les résultats sur les parasites ont été obtenus suite à une collaboration avec Arfang Diamanka qui a analysé les parasites sur des prélèvements de branchies que nous avons effectués.

Les variations des ectoparasites branchiaux chez *S. m. heudelotii* suivant le gradient de salinité sur la Casamance sont représentées sur la **figure 17**. En ce qui concerne les parasites nous avons pris en considération le facteur salinité. Le degré d'infection parasitaire de *S. m. heudelotii* est étudié sur l'ensemble des individus échantillonnés indépendamment des stations et des mois.

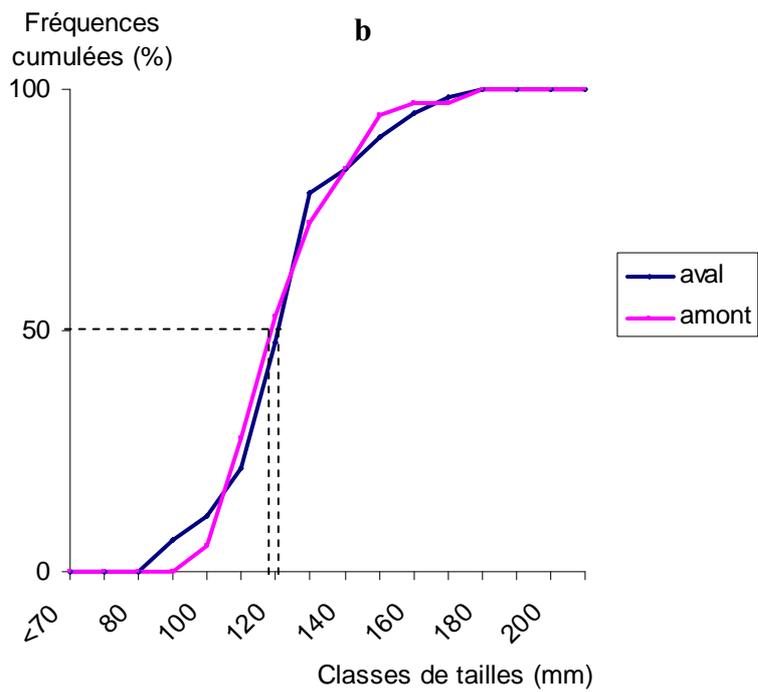
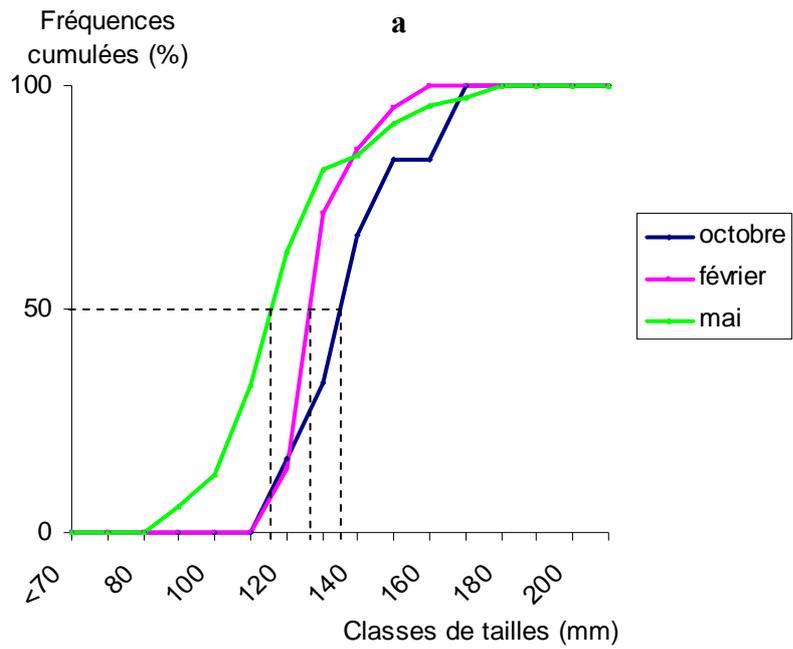
Les résultats obtenus sur l'infection parasitaire de cette espèce, montrent un faible effectif des parasites de cette espèce à la salinité 0. Le maximum d'ectoparasites est observé chez *S. m. heudelotii* au environ de la salinité 5. Au-delà de 30 les individus ne sont plus infectés par les parasites.

## IV Discussion :

### IV.1- Paramètres environnementaux

Plusieurs auteurs se sont intéressés à l'évolution de la salinité dans l'estuaire de la Casamance (Albaret, 1984, 1987 ; Pages & Debenay, 1987 ; Bassel, 1993 ; Pandaré *et al.*, 1997). Les variations de la salinité au niveau des différentes stations étudiées sont d'ordre temporel (d'un mois à un autre) et spatial (d'aval en amont). Tous les prélèvements effectués révèlent que la salinité à Sakar est restée supérieure à celle enregistrée à Maka aval. Ces auteurs ont montré au cours de leurs études une tendance à la sursalinisation de l'estuaire de l'estuaire avec un gradient de salinité positif d'aval en amont.

Les variations spatio-temporelles observées, peuvent s'expliquer par l'influence marine dont la zone aval du barrage est soumise et par l'obstacle que constitue le barrage au passage de l'eau salée vers l'amont. Mais elles sont également liées au phénomène d'évaporation croissante avec l'avancée de la saison sèche. Ces résultats ont légèrement varié par rapport aux salinités enregistrées en 2005 en amont et en aval du barrage (**Tableau 2**). Ces variations sont liées aux phénomènes combinés d'ouverture et de dégradation des vannes dont le barrage



**Figure 16 :** Détermination par la méthode graphique de la taille de première maturité sexuelle ( $L_{50}$ ) des femelles matures de *Tilapia guineensis* par intervalle de 10 mm en fonction des mois (a) et en amont et en aval du barrage (b).

a fait objet durant cette étude. Mais elles sont également influencées par une invasion marine plus importante à Sakar qu'en 2005.

Les salinités enregistrées en amont du barrage au mois de mai sont dues à la pénétration d'eau salée dans la partie amont suite à la dégradation avancée des écluses du barrage.

Les températures sont plus élevées en octobre et en mai qu'en février, Ce résultat trouve sa logique car ces deux mois sont situés respectivement en fin d'été et en fin de saison sèche (périodes de fortes températures). La légère baisse des températures notée au pied amont du barrage peut être liée à l'effet des courants d'eaux salées qui passaient à travers les vannes et se déversaient dans cette partie du barrage, car ces courants pourraient provoquer une remontée des eaux profondes plus fraîches. Par contre les températures plus élevées à Diana Malary que dans les autres stations étudiées s'expliquent par l'éloignement de cette station par rapport au barrage qui constitue de plus un obstacle au passage de ces courants marins.

## IV.2- Distribution des tailles

### IV.2.1- Les tilapias

Les tilapias se caractérisent généralement par une large tolérance à la salinité. Cette capacité d'adaptation aux eaux saumâtres ou marines est modulée par les facteurs environnementaux (Prunet & Bornancin, 1989).

L'aptitude des tilapias à développer certains mécanismes physiologiques leur permet de survivre après transfert d'eau douce en eau de mer ou en eau saumâtre. Bien que les tilapias soient des poissons euryhalins qui tolèrent une large gamme de salinité, une telle aptitude varie suivant les espèces (Prunet & Bornancin, 1989).

Les proportions de *Tilapia guineensis* dans l'estuaire, révélées par nos échantillonnages, restent largement en dessous de celles de *S. m. heudelotii*. Ces résultats confirment ceux déjà observés par Albaret (1987) qui évoque que *Tilapia guineensis* a une aire de répartition comparable à celle de *S. m. heudelotii*, mais il n'est jamais en aussi grand nombre.

L'absence de différence significative de la taille moyenne des tilapias étudiés suggère une large tolérance par ces espèces des variations des conditions environnementales entre l'amont et l'aval du barrage. Des études ont montré que ces espèces peuvent supporter de larges gammes de salinité. Elles peuvent vivre et se reproduire à des salinités allant de 0 à 90 (Albaret, 1987) et jusqu'à 110 pour l'espèce *S. m. heudelotii* (Gilles *et al.*, 2004). Cette dernière espèce se maintient dans des salinités de 130 dans le Saloum

**Tableau 21 :** Diamètres ovocytaires moyens de *Tilapia guineensis* en fonction des mois et des stations et résultats du test de Student. DO : diamètres ovocytaires, Nb. obs : nombre d'observation, Moy : moyenne.

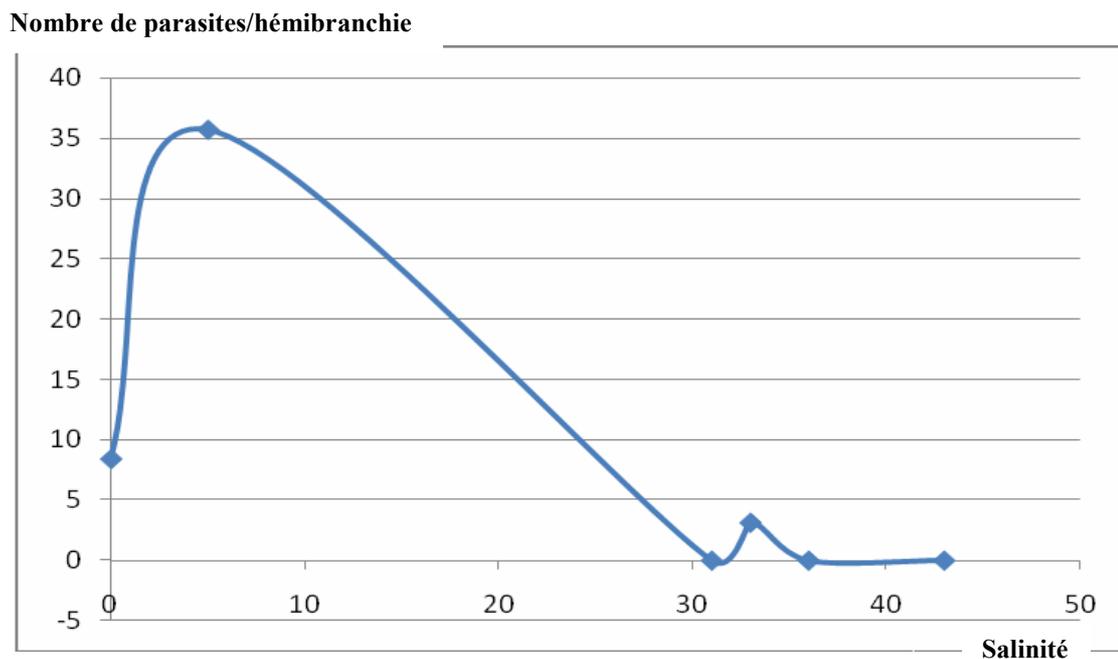
| Stations     | Périodes | Nb obs | Moy | E-t  | Moy         | Test (Student)           |
|--------------|----------|--------|-----|------|-------------|--------------------------|
| Sakar        | octobre  | 162    | 0,8 | 0,06 | 0,95 ± 0,15 | amont/aval<br>p = 0,766  |
|              | février  | 400    | 1,0 | 0,12 |             |                          |
|              | mai      | 500    | 0,9 | 0,17 |             |                          |
| Maka aval    | octobre  | 66     | 1   | 0,00 |             |                          |
|              | février  | 50     | 1,0 | 0,00 |             |                          |
|              | mai      | 500    | 1   | 0,15 |             |                          |
| Maka amont   | octobre  | -      | -   | -    | 0,93 ± 0,11 | février/mai<br>p = 0,511 |
|              | février  | 49     | 1,2 | 0,00 |             |                          |
|              | mai      | 200    | 0,9 | 0,04 |             |                          |
| Diana Malary | octobre  | 191    | 0,9 | 0,04 |             |                          |
|              | février  | 200    | 1   | 0,06 |             |                          |
|              | mai      | 447    | 0,9 | 0,11 |             |                          |

**Tableau 22 :** Rapport gonado-somatique (RGS) des femelles de stade 4 de *Tilapia guineensis* en fonction des mois et des stations et résultats du test de Student.

| Stations     | Périodes | Nb obs | Moy  | E-t | Moy     | Test (Student)          |
|--------------|----------|--------|------|-----|---------|-------------------------|
| Sakar        | octobre  | 2      | 5,8  | 0,7 | 9,1±3,2 | amont/aval<br>p = 0,970 |
|              | février  | 8      | 7,8  | 2,4 |         |                         |
|              | mai      | 12     | 8,2  | 2,7 |         |                         |
| Maka aval    | octobre  | 1      | 6,3  |     |         |                         |
|              | février  | 1      | 7,1  |     |         |                         |
|              | mai      | 13     | 11,8 | 2,8 |         |                         |
| Maka amont   | octobre  |        |      |     | 7,3±2,4 | Périodes<br>p ≥ 0,256   |
|              | février  | 1      | 7,9  |     |         |                         |
|              | mai      | 4      | 8,5  | 3,1 |         |                         |
| Diana Malary | octobre  | 2      | 5    | 0,5 |         |                         |
|              | février  | 4      | 5,9  | 1,7 |         |                         |
|              | mai      | 9      | 7,8  | 2,3 |         |                         |

(Laë & Vidy, comm. intern.). Ce fait serait particulièrement influencé par le passage de l'eau salée dans la partie amont du barrage au mois de mai qui était longtemps dominé par des eaux douces. Ceci a entraîné une réduction de la taille des individus en amont et en particulier à Diana Malary. Cette situation est renforcée par l'effet de la forte température enregistrée dans cette station au mois de mai. Ces nouvelles conditions augmenteraient la sensibilité des individus, qui ont demeurée depuis longtemps dans cette station (en eau douce), à l'augmentation de la salinité en particulier. Watanabe & Kuo (1985) ont montré que la tolérance à la salinité peut être augmentée par une exposition précoce du poisson à la salinité. Si les populations de la station de Maka amont sont épargnées de cet effet, c'est parce qu'elle était en contact partielle avec la partie aval du barrage en octobre avec l'ouverture des vannes. Mais cela peut s'expliquer également par la différence de température entre Maka amont et Diana Malary.

La différence significative existant entre les mois avec des tailles moyennes faibles en mai combinée aux tailles moyennes plus faibles en aval qu'en amont du barrage pourrait être attribuée à l'augmentation spatio-temporelle de la salinité. Une réduction des classes de tailles avec l'augmentation de la salinité a été observée chez *Tilapia guineensis* sur la Casamance (Pandaré *et al.*, 1997). A l'inverse les spécimens, de grandes tailles, capturés en amont du barrage en conjonction avec ceux d'octobre seraient une conséquence des faibles salinités qui y étaient enregistrées. Cette réduction de la taille des individus de tilapias que nous pouvons assimiler à une réduction de croissance, vu la relation linéaire positive entre la tailles maximales et la croissance (Lauzanne, 1978 ; Legendre & Albaret, 1991), est le résultat d'une différence de croissance dont le facteur principal impliqué serait la salinité. Ces résultats recourent ceux de Panfili *et al.*, (2004b) qui ont observé une différence de croissance entre les populations du Saloum et de la Gambie. Les tilapias utiliseraient une part de l'énergie destinée à leur croissance au profit du phénomène d'osmorégulation et du déplacement. Bœuf & Payan (2001) rapportent que la salinité est le facteur clé de contrôle de la croissance des poissons par l'osmorégulation mais ils suggèrent une révision du coût énergétique attribué à ce phénomène. Des poissons élevés dans un milieu isotonique possèdent le plus faible taux métabolique standard comparés à d'autres placés en eau douce. Tandis que la plus forte dépense énergétique affectée au déplacement a été notée chez les individus placés en eau salée (*in* Bœuf & Payan, 2001).



**Figure 17 :** Evolution des parasites branchiaux chez *Sarotherodon melanotheron heudelotii* en fonction de la salinité sur le fleuve Casamance.

**Tableau 23 :** Synthèse de différents résultats sur les tailles maximales observées (TMO) chez trois espèces.  
En gras : nos résultats

| Espèces                          | TMO (mm)   | TMO (mm) | Taille d'un an (mm) | Type de longueur | Localisation       | Références               |
|----------------------------------|------------|----------|---------------------|------------------|--------------------|--------------------------|
| <i>Ethmalosa fimbriata</i>       | <b>160</b> | 300      | 145                 | FL               | Afrique de l'Ouest | Charles-Dominique, 1982  |
| <i>Tilapia guineensis</i>        | <b>265</b> | 315      | 165                 | FL               | lagune Ebrié       | Legendre & Ecoutin 1991  |
| <i>Sarotherodon Melanotheron</i> | <b>258</b> | 334      | 180                 | FL               | lagune Ebrié       | Legendre & Ecoutin, 1989 |

Les tailles maximales observées (TMO) dans l'estuaire au cours de cette étude sont inférieures à celles obtenues en lagune Ebrié par Legendre & Ecoutin (1989, 1991) et dans d'autres lagunes ouest africaines (Charles-Dominique, 1982) **Tableau 23**. Ceci suggère que les populations de poissons de la partie amont de l'estuaire de la Casamance sont très stressées sous l'effet particulier des fortes salinités qui y sont enregistrées.

#### IV.2.2- *Ethmalosa fimbriata*

La réduction progressive de la taille des ethmaloses de Sakar à Diana Malary pourrait traduire une migration anadrome différentielle des classes d'âges d'aval en amont. Les immatures pénétreraient plus en amont que les adultes dans l'estuaire. Des résultats identiques ont été trouvés par Albaret (1984) sur la Casamance et par Salzen (1958) sur l'estuaire de Freetown. Albaret & Charles-Dominique (1982), interprètent ce phénomène comme une stratégie adaptative mise en œuvre en réponse à la péjoration de l'environnement. Mais les variations temporelles observées lors de cette étude, avec des individus de plus grandes tailles en février qu'en mai et octobre, traduiraient plutôt une migration vers l'amont des basses classes d'âges en octobre, qui sous la contrainte que constitue de la digue à leur passage, restent en aval pour atteindre de grandes tailles en février et même y reproduire (femelles matures rencontrées). Les individus de petites tailles capturés en mai seraient la progéniture de ces femelles matures qui regagneraient les milieux paraliques. Des observations identiques ont été faites sur les ethmaloses de la lagune Ebrié par Gerlotto (1979). Néanmoins l'existence de différence significative de la taille des individus entre les mois avec de très petites tailles en mai suggère un effet de la salinité sur la variation des classes de tailles observée. De plus les très petites tailles des individus à Diana Malary pourraient constituer une réponse au stress de salinité et de température. Des auteurs ont évoqué que l'ethmalose serait sensible à la péjoration de son environnement (nanisme ou maturation précoce, Albaret & Charles-Dominique, 1982).

#### IV.2.3- *Elops lacerta*

Malgré la différence significative trouvée sur les tailles d'*Elops lacerta* entre Sakar et Maka aval, les individus capturés sont immatures. Cette différence spatio-temporelle s'expliquerait tout simplement par une pénétration des juvéniles dans l'estuaire. Des études ont montré que l'utilisation de l'estuaire est surtout le fait de la phase larvaire (Hié Daré, 1982) et juvénile (Baran, 1995). Ces immatures peuvent aller plus loin en amont de l'estuaire

(eau douce) et même y rester jusqu'à certaines tailles pour ensuite retourner en mer pour les besoins de la reproduction. Ceci recoupe les résultats d'Albaret (1987) sur la Casamance, qui considère *E. lacerta* comme une espèce amphibiotique exclusivement thalassotoque et à reproduction marine. Ces observations expliquent les grandes classes de tailles rencontrées à Maka aval par rapport à Sakar, car suite à l'obstacle que constitue le barrage à leur passage, ces spécimens y restent et y grandissent. Les différences temporelles qui existent, avec en particulier des plus petites classes de tailles en février, situeraient le début de cette entrée des juvéniles dans l'estuaire en février et avant octobre. De même la variation de la salinité pourrait avoir influencé également la répartition des classes de tailles malgré l'instabilité de cette espèce dans l'estuaire au vu de la différence significative des tailles en fonction des mois.

#### IV.3- Facteur de condition (K)

##### IV.3.1- Les tilapias

L'absence de différence significative du facteur de condition des tilapias entre les stations et les mois suggère une tolérance de ceux-ci aux variations des conditions d'amont et d'aval du barrage. Ce fait peut s'expliquer également par l'effet de l'eau salée qui avait envahi la partie amont au mois de mai. Ceci aurait induit un comportement qui n'est pas trop différent de celui des poissons d'aval du barrage.

Les faibles moyennes du facteur K au mois de mai montrent que les conditions rencontrées par *S. m. heudelotii*, *T. guineensis* et *H. fasciatus* durant les mois d'octobre et de février étaient meilleures que celles dont ces espèces étaient exposées pendant le mois de mai. Cela peut être lié aux effets des fortes salinités mesurées durant cette période. Panfili *et al*, (2004b) ont constaté une variation du facteur de condition au Saloum dont ils prétendent être en relation avec les variations saisonnières de la salinité. Pour le cas particulier d'*Hemichromis fasciatus* les conditions lui ont été plus favorables en octobre (mois où l'eau était pratiquement douce dans toutes les stations où cette espèce a été capturée) que pendant les autres mois d'échantillonnage. La forte valeur atteinte par la salinité durant le mois de mai constituerait un élément d'explication à la faible moyenne du facteur K durant cette période. Cette observation s'avère logique car *Hemichromis fasciatus* est une espèce estuarienne d'origine continentale (Albaret, 1999).

#### IV.3.2- *Ethmalosa fimbriata* et *Elops lacerta*

L'absence de différence significative entre les stations situées en aval du barrage s'expliquerait par les faibles variations de la salinité et de la température qui y sont enregistrées. Néanmoins la faible valeur moyenne de K à Sakar révèle des conditions plus favorables à ces espèces dans cette station qu'à Maka aval. La plus forte valeur de K d'*E. fimbriata* a été observée au mois d'octobre où la salinité dans cette station était de 5. Par contre ce facteur était plus élevé pour *E. lacerta* en février qu'en octobre et mai. Ces résultats laissent présumer que les meilleures conditions pour ces deux espèces correspondraient à des seuils de salinité. Les valeurs faibles du facteur K d'*E. fimbriata* en février et mai et surtout à la station de Diana Malary, montrent qu'en dessous ou en deçà de ces seuils les conditions deviennent défavorables à ces espèces. En Gambie les conditions les plus favorables à *E. fimbriata* ont été rencontrées en fin de saison des pluies et elles suivent un cycle annuel (Panfili *et al.*, 2004a). Mais vu les faibles variations de ce paramètre entre ces deux stations, il est probable que d'autres paramètres soient impliqués en plus de la salinité. La catégorie écologique à laquelle appartient *E. fimbriata* : estuarienne d'origine marine (Albaret, 1999) peut aussi servir d'élément explicatif à cette situation observée. La forte valeur de K en octobre et en février respectivement pour *E. fimbriata* et *E. lacerta* montre que le seuil de cette dernière espèce serait plus élevé que celui d'*E. fimbriata*. *E. lacerta* résisterait alors mieux aux variations de la salinité qu'*E. fimbriata*. Pandaré *et al.*, (1997) ont observé une plus large répartition d'*E. lacerta* suivant un gradient positive de la salinité que d'*E. fimbriata*.

#### IV.4- Régime alimentaire

##### IV.4.1- *Sarotherodon melanotheron heudelotii* et *Tilapias guineensis*

Le pourcentage d'estomacs vides chez ces tilapias peut être relié à la proportion importante des captures aux filets maillants faites en octobre, étant donné que ce pourcentage a été plus important pendant ce mois. Par contre durant les autres périodes d'échantillonnage l'épervier a été principalement utilisé. *T. guineensis* et *S. m. heudelotii* ont des comportements alimentaires intermittents (Fagade, 1971 ; Fagade, 1979). Pour cette dernière espèce la période de plus faible prise alimentaire est située entre minuit et trois heures du matin (Fagade, 1979). Les filets étaient placés lors de nos échantillonnages pendant la nuit, ce qui pouvait aussi entraîner la poursuite de la digestion pendant le temps que les poissons étaient encore dans le filet.

Cette étude révèle comme d'autres (Pauly, 1976 ; Fagade, 1979 ; Kone & Teugels, 2003) un rapprochement des régimes alimentaires de ces deux espèces. Cependant *T. guineensis* est à tendance herbivore alors que *S. m. heudelotii* est plutôt filtreur de vase. *S. m. heudelotii* et *T. guineensis* diversifient leurs proies en élargissant leur spectre trophique en aval du barrage et au cours du mois de mai. En d'autres termes il existerait une corrélation positive entre le régime alimentaire de ces espèces et de l'augmentation de la salinité. Mais le spectre trophique de *T. guineensis* est plus large que celui de *S. m. heudelotii*. Fagade (1971) constatait que cette dernière espèce avait un rapport : poids estomacs/poids corporel plus faible que *T. guineensis*. Levêque & Paugy (1999) ont montré l'existence de variations ontogéniques du régime alimentaire de plusieurs poissons en Afrique. Ils mettent ces variations chez les Cichlidae en rapport avec le type de dentition.

Dans tout les cas, le protocole que nous avons entrepris lors de cette étude, consistant à échantillonner toutes les classes de tailles dans chaque station et sur tout le long des périodes d'échantillonnage réduirait les effets évoqués par ces auteurs.

D'autres auteurs (Ugwemba & Adebisi, 1992) ont trouvés des changements saisonniers du régime alimentaire de *Sarotherodon melanotheron* au Nigeria, qu'ils attribuaient aux variations d'abondance des types de proies dans l'environnement. Mais des études faites sur la Casamance (Diouf & Diallo, 1987), ont montré qu'il existe une relation entre les variations qualitatives et quantitatives du zooplancton et la salinité. Leur abondance diminue lorsque la salinité dépasse 70. Durant notre étude une salinité moyenne de 75 a été mesurée au mois de mai dans la station de Sakar, où des proies supplémentaires ont été rencontrées dans les estomacs des spécimens capturés. Tout ceci confirme que les variations spatio-temporelles observées chez ces espèces seraient liés aux variations de la salinité.

Durant cette étude, les bivalves ont constitué un bon indice de proies pour les fortes salinités en ce qui concerne ces deux espèces. *S. m. heudelotii* réduit les occurrences de vase en faveur des débris végétaux lorsque la salinité augmente. Par contre l'inverse est observé chez *T. guineensis*. Ces tilapias augmenteraient leur spectre trophique pour compenser les pertes d'énergie dues au phénomène d'osmorégulation afin d'accomplir leurs activités biologiques. Le choix porté par ces espèces sur les bivalves dans ces conditions d'hyperhalinité pourrait être lié à leur composition en lipides.

Les œufs rencontrés dans les estomacs de *T. guineensis* constituent une proie pour cette espèce. Par contre ceux trouvés dans les estomacs de *S. m. heudelotii*, nécessitent d'être discuté. L'incubation buccale par les mâles est actuellement un phénomène bien connue à la suite de plusieurs études (Albaret, 1987 ; Fagade, 1979 ; Legendre & Ecoutin, 1989, 1996 ;

Legendre, 1991). Les estomacs de ces mâles étaient pratiquement vides avec un nombre élevé d'œufs suggérant ainsi leur ingestion sous l'effet de stress. Pauly (1976) et Fagade (1979) considèrent que les œufs trouvés dans des estomacs de *S. m. heudelotii*, ont été avalés à cause de la pression de captures des mâles incubateurs. Mais la capture des ces individus à des périodes et au niveau des stations les plus salées (en février à Sakar et en mai à Maka aval), mettrait également en évidence un rôle de la salinité dans l'amplification de ce phénomène.

#### IV.4.2- *Ethmalosa fimbriata*

Le régime alimentaire d'*E. fimbriata* a été étudié par plusieurs auteurs (Bainbridge, 1957 ; Fagade & Olaniyan, 1972 ; Nieland, 1980).

Les résultats d'analyses des contenus stomacaux révèlent une variation saisonnière du régime alimentaire des ethmaloses. Mais les migrations différentielles des classes de tailles dans l'espace et dans le temps présumées au cours de notre étude compromettent une interprétation qui relirait cette variation aux fluctuations spatio-temporelles de la salinité. Fagade & Olaniyan (1972), ont prouvé l'existence d'une variation ontogénique du régime des ethmaloses. Les juvéniles sont zooplanctonophage, puis deviennent par la suite phytoplanctonophage en grandissant. Mais les proies (surtout les copépodes) trouvées dans les estomacs des spécimens pris en février, n'illustrent pas une telle relation, car les plus grandes ethmaloses ont été capturées au cours de ce mois. L'engin de pêche principalement utilisé à savoir l'épervier, pourrait réduire l'effet de digestion intra-stomacale des éléments fragiles tels que le phytoplancton comme le prétendait Bainbridge (1957). Lazarro (comm. pers.) qui a mené une étude en lagune Ebrié (Côte d'Ivoire) sur environ 200 contenus stomacaux d'*E. fimbriata* suggère que ces variations seraient liées aux disponibilités alimentaires. Mais des études faites sur la Casamance (Diouf & Diallo, 1987), ont montrés qu'il existe une relation entre les variations qualitatives et quantitatives du zooplancton et la salinité. Leur abondance diminue lorsque la salinité dépasse 70. Durant notre étude une salinité de 75 a été enregistrée au mois de mai dans la station de Sakar, où des proies supplémentaires ont été également rencontrées dans les estomacs des spécimens capturés. Ces changements du régime alimentaire de ces espèces pourraient être donc liés directement aux variations de la salinité ou indirectement par l'intermédiaire de la disponibilité des proies, car ces dernières sont directement influencées par les variations de la salinité. Mais les migrations différentielles des classes de tailles présumées chez *E. fimbriata* dans l'espace et dans le temps lors de cette étude, méritent une attention particulière dans l'interprétation de la variation de ce trait de vie chez cette espèce.

#### IV.4.3- *Hemichromis fasciatus* et *Elops lacerta*

Les items rencontrés dans les estomacs de ces espèces sont constitués essentiellement de larves et de juvéniles de poissons. Des observations identiques ont été déjà réalisées chez *Elops lacerta* (Fagade & Olaniyan, 1973 ; Hié Daré, 1980) et *Hemichromis fasciatus* (Adebisi, 1981).

Par ailleurs, l'identification des poissons contenus dans les estomacs a été plus ou moins difficile pour certains à cause de leur état de digestion avancée. Aucune variation spatio-temporelle importante du régime trophique de ces espèces n'a été notée malgré la présence quelques fois dans les estomacs de crustacées et d'insectes. Ceci pourrait susciter une compétition intra et interspécifique lorsque les espèces proies se raréfient. Des auteurs ont prouvés que *H. fasciatus* et *E. lacerta* peuvent se nourrir de toutes sortes de poissons se trouvant dans leur environnement, voire même leurs propres juvéniles pour *E lacerta* (Fagade & Olaniyan, 1973).

Dans cette présente étude, quelque soit la station et le mois d'échantillonnage, *E. lacerta* oriente ses prises de proies sur les ethmaloses, les tilapias, mais également ses propres juvéniles. Par contre *H. fasciatus* a été surtout prédateur de tilapias (*S. m. heudelotii* et *T. guineensis*). L'adaptation de ces espèces à divers types de poissons proies constituerait une stratégie pour réduire la compétition et subvenir à leurs besoins nutritionnels, surtout dans un environnement où les poissons sont soumis à des flux migratoires temporaires. Ceci n'a pas été le cas dans notre étude, car les poissons principalement rencontrés résident pour la plupart dans l'estuaire.

Divers études ont été menées pour la détermination du régime alimentaire de ces différentes espèces (Pauly, 1976 ; Fagade, 1979 ; Hié Daré, 1980 etc...). Mais dans notre bibliographie nous n'avons pas trouvé de travaux relatifs à la comparaison du régime alimentaire de ces espèces entre l'amont et l'aval d'un barrage anti-sel. Ainsi, dans l'impossibilité de comparer nos résultats à d'autres, nous les considérons comme préliminaires en attendant une étude plus approfondie.

#### IV.5- Reproduction

##### IV.5.1- *Sarotherodon melanotheron heudelotii* et *Tilapia guineensis*

##### IV.5.1.1- Fécondité et taille des ovocytes

Le choix porté sur l'étude de la fécondité relative à la place de la fécondité absolue relève des résultats obtenus sur cette dernière par diverses études (Legendre & Ecoutin, 1989, 1996). Ces auteurs ont montré une relation nettement positive entre le nombre d'ovocytes pondus et le poids corporel des femelles. Ceci reflète l'avantage que présente l'étude du nombre d'ovocytes par kg de femelle ou d'ovaire par rapport à celle du nombre d'ovocytes produits par individu mature.

La fécondité et la taille des ovocytes des poissons varient généralement en fonction des paramètres environnementaux. En situation environnementale difficile, le poisson qui se reproduit doit ajuster sa fécondité ainsi que la qualité des ovocytes produits (Schreck *et al.*, 2001). Plusieurs auteurs ont montré l'existence d'un équilibre entre la fécondité et la taille des ovocytes chez les poissons en général (Albaret, 1982 ; Duarte & Alcaraz, 1989) et chez les tilapias en particulier (Legendre & Ecoutin, 1989, 1996 ; Duponchelle, 1997 ; Gueye, 2006). Les comparaisons des fécondités relatives moyennes et des tailles moyennes des ovocytes de *S. m. heudelotii* et de *T. guineensis* montrent une tendance inverse entre les évolutions spatio-temporelles de la fécondité et du diamètre ovocytaire. Globalement les populations d'aval du barrage ayant de fortes fécondités relatives ont en conséquence des ovocytes de petites tailles. Par contre celles d'amont ont des fécondités relatives faibles et de gros ovocytes. Mais la population de poissons de Diana Malary a en particulier une forte fécondité forte en mai. Cette évolution « en miroir » du nombre et de la taille des ovocytes a déjà été observée chez *S. m. heudelotii* par Legendre & Ecoutin (1996) en Côte d'Ivoire, par Panfili *et al.* (2004b) et par Gueye (2006) dans le Saloum.

Ces observations mettent en évidence une stratégie adaptative de ces espèces aux variations spatio-temporelles des paramètres environnementaux, dont la salinité : paramètre le plus fluctuant dans l'estuaire au cours de cette étude. Une approche expérimentale du rôle de la salinité sur la reproduction, réalisée par Gueye (2006) montre clairement qu'elle peut constituer un facteur limitant pour la reproduction chez *S. m. heudelotii* quand celle-ci avoisine 70. Des résultats similaires ont été obtenus par Panfili *et al.* (2004b, 2006) au Saloum.

Ces résultats sont proches de ceux que nous avons obtenus lors de cette étude. Une salinité maximale de 75 a été mesurée, salinité où des variations spatiales et temporelles de la fécondité relative et du diamètre ovocytaire moyen de *S. m. heudelotii* et de *T. guineensis* ont été observées. De plus nous avons travaillé sur des populations (d'amont et d'aval du barrage) qui pourraient génétiquement se différencier le long du temps et sous l'effet des conditions particulières dont elles sont exposées. Pouyaud (comm. pers) rapporte que tous les tilapias de

l'espèce *Sarotherodon melanotheron* du Sénégal et de la Gambie appartiennent à la sous-espèce *S. m. heudelotii* avec une structuration génétique des différentes populations probablement liée à l'échelle temporelle. D'autres auteurs (Gourène *et al.*, 1993 ; Pouyaud, 1994 ; Falk *et al.*, 2003) qui ont travaillé sur la génétique des poissons en Afrique de l'ouest, affirment que les différentes populations de *S. m. heudelotii* devraient être génétiquement différentes.

Ces variations notées sur ces traits de vie montrent que ces espèces doivent adapter leurs caractéristiques reproductives aux variations des conditions environnementales et en particulier à celle de la salinité. En environnement salé tel est le cas de particulier de la partie aval du barrage et du mois de mai, ces tilapias produisent un grand nombre de petits ovocytes. Par contre en eau douce ou faiblement salée (amont du barrage), ils produisent un petit nombre de gros ovocytes. Diverses études (Legendre & Ecoutin, 1996 ; Panfili *et al.*, 2004b ; Gueye, 2006) prétendent qu'un poisson dans un environnement donné doit « choisir » entre : produire un grand nombre de petits ovocytes ou produire un petit nombre de gros ovocytes.

Ces stratégies reproductives adoptées par ces espèces en amont et en aval du barrage s'expliquent par le fait qu'elles allouent une partie de leur énergie à l'osmorégulation au détriment de la reproduction. Mais également les petits ovocytes en eau salée (aval du barrage) pourraient diminuer les échanges avec le milieu extérieur et réduire les dépenses énergétiques pour le maintien de la pression osmotique. Ces résultats ont déjà été démontrés chez *S. m. heudelotii* (Panfili *et al.*, 2004b; Gilles *et al.*, 2004). La production de nombreux ovocytes de petites tailles en aval du barrage peut s'expliquer par l'adoption par ces populations d'une stratégie particulière d'accélération de l'effort de reproduction pour assurer leur pérennité malgré le stress halin. Gueye (2006) avait trouvé des résultats identiques chez *S. m. heudelotii* dans le Saloum. A l'inverse le petit nombre d'ovocytes de grandes tailles produits par *S. m. heudelotii* et *T. guineensis* en amont du barrage pourrait constituer un choix stratégique afin de donner naissance à une progéniture peu nombreuse mais très résistante aux contraintes dont elle pourrait être exposée. Legendre & Trébaol (1991) attribuaient les fortes variations de la fécondité absolue en Côte d'Ivoire à l'incubation buccale. Mais cela n'est pas le cas en amont du barrage, car les mâles incubateurs capturés, ont été rencontrés à Sakar (février) et à Maka aval (mai) : stations et périodes où les plus fortes fécondités relatives ont été trouvées. Ceci confirme une fois encore le rôle de la salinité dans ce phénomène.

La forte fécondité relative moyenne et par conséquent les nombreux ovocytes de petites tailles rencontrés dans la station de Diana Malary au mois de mai, trouvent leurs justifications dans l'envahissement de cette station par les eaux salées de l'aval suite à la destruction des vannes

au cours de ce mois mais également à la forte température. Cette nouvelle situation a pu augmenter la sensibilité de la population de poisson qui a demeurée longtemps en eau douce à l'augmentation de la salinité. Watanabe & Kuo (1985) ont observé une meilleure résistance à la salinité après une exposition aussi précoce que possible des individus aux fortes salinités. Ces résultats expliquent également l'absence d'une induction identique de la population de Maka amont, station soumise à des invasions temporaires d'eau salée. Les variations spatio-temporelles de ces caractéristiques biologiques sont pratiquement identiques pour *S. m. heudelotii* et *T. guineensis* et répondent aux mêmes interprétations. En revanche, l'absence de différence significative de la fécondité relative chez *T. guineensis* entre l'amont et l'aval du barrage peut être liée au nombre réduit de femelles de stade 4 capturées en octobre et en février au pied amont et aval du barrage, mais également à la dégradation des vannes en mai. Par contre la comparaison des diamètres ovocytaires, nécessite moins de femelles de stade 4 que celle de la fécondité relative, d'où l'absence de différence significative des diamètres ovocytaires s'expliquerait par la large gamme de tolérance aux variations de la salinité en particulier dont dispose cette espèce. Mais également aux effets de la dégradation des vannes en mai. L'absence de différence significative de la fécondité relative chez ces deux espèces entre octobre et février serait liée à la faible variation de la salinité entre ces deux périodes.

La fécondité relative moyenne de *S. m heudelotii* trouvée dans cette partie de l'estuaire de la Casamance (6172 ovocytes/kg de femelle) peut être rapprochée à celle obtenue par Gueye (2006) dans le Saloum chez cette même espèce (6042 ovocytes/kg de femelle). Le diamètre moyen des ovocytes ( $1,7 \pm 0,27$  mm) trouvé au cours de cette étude est légèrement inférieur à celui obtenu dans le Saloum ( $2,6 \pm 0,06$  mm) par Gueye (2006). Ceci suggère que les populations de poissons de cette partie de la Casamance, qui est un estuaire inverse tout comme l'estuaire du Saloum, sont très stressées (**Tableau 24**).

#### IV.5.1.2.-Taille de première maturité sexuelle ( $L_{50}$ )

Nous avons orienté notre discussion sur la  $L_{50}$  qui permet une étude comparative de la taille de première maturité sexuelle d'une espèce vivant dans des environnements distincts. La  $L_{95}$  est surtout utilisée pour l'évaluation du potentiel halieutique de l'espèce.

Plusieurs auteurs ont montré que la taille de première maturité sexuelle varie en fonction des conditions environnementales chez les tilapias (Lowe McConnell, 1982 ; Eyeson, 1983 ; Legendre & Ecoutin, 1996 ; Duponchelle, 1997).

**Tableau 24** : Synthèse de différents résultats obtenus sur la fécondité relative, le diamètre ovocytaire et la L<sub>50</sub> de *Sarotherodon melanotheron heudelotii* et de *Tilapia guineensis*.

|            | Fécondité relative | Diamètre ovocytaire | L <sub>50</sub> | Localisation     | Références                   |
|------------|--------------------|---------------------|-----------------|------------------|------------------------------|
| <b>SME</b> | <b>6172</b>        | <b>1,7 ± 0,27</b>   | <b>139</b>      | <b>Casamance</b> | <b>Présente étude</b>        |
|            | 6042               | 2,61 ± 0,06         | 78              | Saloum           | Gueye, 2006                  |
|            |                    |                     | 131             | Saloum           | Panfili <i>et al</i> , 2004b |
|            |                    |                     | 176             | Ebrié naturel    | Legendre & Ecoutin           |
|            |                    |                     | 140             | Ebrié enclos     | Legendre & Ecoutin, 1989     |
|            |                    |                     | 150             | Casamance        | Albaret, 1987                |
| <b>TGU</b> |                    |                     | 159             | Ebrié naturel    | Legendre & Ecoutin, 1989     |
|            |                    |                     | 154             | Ebrié enclos     | Legendre & Ecoutin, 1989     |

Les plus faibles  $L_{50}$  en amont qu'en aval du barrage de *S. m. heudelotii* et de *T. guineensis* sont liées surtout au fort stress causé par le passage de l'eau salée en amont du barrage au mois de mai, par la forte température enregistrée à Diana Malary pendant ce mois et par la faible profondeur des eaux en amont de Diana Malary. Cette dernière situation aurait entraînée les poissons vers les zones situées plus en aval de l'estuaire (comme Diana Malary), ce qui peut causer un manque d'espace à ces poissons pour accomplir leurs activités bioécologiques, d'où une plus forte agressivité des individus. Ce fait est bien confirmé par les faibles  $L_{50}$  observées à Diana Malary (106 mm pour *S. m. heudelotii*, 117 mm pour *T. guineensis*) au mois de mai. Tous ces résultats illustrent les réponses de ces espèces lorsqu'elles sont exposées de façon brusque à des salinités élevées après avoir vécu longtemps en eau douce mais aussi à de fortes températures. Comme l'a montré l'étude de Watanabe & Kuo (1985), ces tilapias deviennent plus sensibles à l'augmentation de la salinité que ceux qui étaient préalablement exposés. Gilles *et al.*, (2004) affirment que les adultes peuvent être transférés sans acclimatation de l'eau douce à l'eau mer et inversement. Mais cela n'exclut pas des variations de leurs traits biologiques aux conditions changeantes du milieu. De plus, lors de cette étude les salinités avaient atteint même des valeurs supérieures à 36 (75). Des variations de la  $L_{50}$  entre différentes populations ont été déjà démontrées chez plusieurs espèces tropicales dans tous les écosystèmes aquatiques ouest africains : en lagune (Guyonnet *et al.*, 2003), en estuaire (Panfili *et al.*, 2004b) en eau douce de lac (Duponchelle & Panfili, 1998) et en rivière (Paugy, 2002). La taille à la première maturité sexuelle est un paramètre biologique particulièrement sensible aux variations environnementales (Panfili *et al.*, 2006). Les variations temporelles de la  $L_{50}$  observées au cours de cette étude suggèrent que ces espèces sont sensibles aux fluctuations de la salinité et de la température. Des variations sur la taille à la première maturité sont fréquentes chez les tilapias (Faunce, 2000). Mais la question qui reste encore à déterminer est de savoir si ces changements sont dus à une maturité précoce ou à un phénomène de nanisme (Eyeson, 1983). Certains auteurs prétendent que ceci pourrait être une conséquence d'une précocité des individus (Panfili *et al.*, 2006 ; Gueye, 2006). En revanche une différence de croissance entre les populations de l'estuaire du Saloum et de la Gambie a été montrée (Panfili *et al.*, 2004b). De plus ces auteurs également ont constaté que la croissance de *S. m. heudelotii* était inhibée par les très fortes ou très faibles salinités. D'autres auteurs ont montré l'effet réducteur de la salinité sur la taille de *T. guineensis* et de *S. m. heudelotii* (Pandaré *et al.*, 1997) et sur divers poissons en générale (Bœuf & Payan, 2001) Nos résultats obtenus sur la variation temporelle des tailles moyennes et maximales

appuyés par l'existence de la relation : taille maximales/croissance (Lauzanne, 1978 ; Legendre & Albaret, 1991), expliquent ces changements de  $L_{50}$  par une par une différence de croissance des poissons en réponse au stress de salinité en particulier. Mais à cause de l'absence de variation significative des tailles des individus entre l'amont et l'aval du barrage, nous ne pouvons pas exclure définitivement la précocité des individus.

Nos résultats ont également montré que l'augmentation de la salinité et de la température entraîne chez ces tilapias une réduction de la taille du plus petit individu mature. Cette taille a été plus petite dans les stations aval que dans celles d'amont du barrage. Mais également elle a été plus faible en mai qu'en février et octobre. Ces résultats confirment celles de Panfili *et al.*, (2006) au Saloum, qui remarquent que le plus petit individu mature (PPIM) était un bon indicateur de la  $L_{50}$  trouvée dans un environnement donné.

La taille de première maturité sexuelle trouvée ( $L_{50}$ ) chez *S. m. heudelotii* dans cette partie de l'estuaire (139 mm) peut être rapprochée à celle trouvée par Panfili *et al.*, (2004b) dans le Saloum (131 mm). Elle peut également être rapprochée à celle déterminée en enclos d'élevage en Lagune Ebrié (140 mm) par Legendre & Ecoutin (1989) qui notent une diminution de la  $L_{50}$  par rapport à celle obtenu en milieu naturel (176 mm). Quant à la  $L_{50}$  de *T. guineensis* (125 mm), elle est inférieure aux  $L_{50}$  déterminées en enclos d'élevage (154 mm) et en milieu naturel (159 mm) dans la lagune Ebrié (Legendre & Ecoutin, 1989). Ceci peut être lié au faible nombre d'individus matures capturés pour cette espèce au cours de notre étude. Ces observations révèlent que les populations de *S. m. heudelotii* et de *T. guineensis* vivant dans cette partie de l'estuaire de la Casamance sont plus stressées que celles d'en milieu naturel de la lagune Ebrié, mais de manière similaire aux populations vivant dans le Saloum et en enclos d'élevage pour *S. m. heudelotii* en particulier. La différence notée sur la  $L_{50}$  de *S. m. heudelotii* par rapport à celle trouvée par Albaret (1987) en Casamance (150 mm) s'explique par une différence numérique (de femelles matures capturées) et spatiale d'échantillonnage. Cet auteur a travaillé sur pratiquement tout le long de l'estuaire, alors que notre étude a été menée sur un espace plus restreint (**Tableau 24**).

#### IV.5.1.3-.Rapport gonado-somatique (RGS)

Le rapport gonado-somatique moyen varie en fonction des stations et des saisons. Les RGS les plus élevés en mai par rapport au autres mois d'échantillonnage et en aval qu'en amont du barrage révèlent une réponse de ces tilapias au facteur croissant de salinité par une augmentation du rapport gonado-somatique. Ces tilapias régulent probablement leur reproduction en augmentant l'énergie qui lui est alloué au détriment de la croissance

somatique pour préserver l'effort reproductif malgré le stress halin. Le cycle de reproduction n'étant pas déterminé dans cette étude à cause d'un manque de données sur les RGS des stades  $\geq 2$  sur l'ensemble des mois d'échantillonnage, la variation de ce paramètre pourrait également être attribuée à une coïncidence de cette période à un pic d'activité sexuelle du moins pour *S. m. heudelotii*. Cela est d'autant plus confirmé par l'absence de différence significative du RGS de stade 4 de cette espèce en fonction entre l'amont et l'aval du barrage. Des études ont montré que les pics d'activité sexuelle de *S. m. heudelotii* étaient situés en fin de saison sèche (Albaret, 1987 ; Pandaré *et al.*, 1997). L'activité reproductrice de *T. guineensis* paraît maximale en mars et avril (Albaret, 1987). Ce dernier constat justifierait ces variations par les fluctuations spatio-temporelles de la salinité. Mais cette interprétation doit être prise avec précaution car le nombre de femelles de stade 4 capturées pour cette dernière espèce était faible dans certaines stations.

#### IV.6- Infection parasitaire

Les parasites sont de bons marqueurs de la salinité. Ils ne semblent être influencés que par la salinité, quelle que soit la période ou la station. La salinité optimale à l'infection parasitaire de *S. m. heudelotii* se situerait au environ de 5. L'étude du facteur biologique de *S. m. heudelotii* a montré également de meilleures conditions de cette espèce à des salinités identiques. Ceci n'est pas étonnant, car *S. m. heudelotii* est une espèce estuarienne stricte (Albaret, 1999) et donc ces meilleures conditions biologiques seraient en eau saumâtre tout comme les parasites qui l'infectent. *S. m. heudelotii* n'a pas donc développé de défense immunitaire contre ces parasites à cette salinité (5). La réduction du taux d'infection parasitaire de cette espèce aux salinités élevées s'explique par le fait que les conditions biologiques optimales aussi bien de l'espèce que de ces parasites se situeraient aux environs de la salinité 5. Ce résultat est de plus confirmé par le faible taux d'infection observé à la salinité 0. Les travaux de Pauly (1976) chez *Tilapia melanotheron* dans les lagunes ouest africaines ont abouti à des résultats identiques qu'il explique par l'origine limnique des parasites. Le traitement des individus de *S. m. heudelotii* avec des salinités supérieures à 35 pourrait constituer un moyen préventif contre les infections parasitaires.

### Synthèse

A travers cette étude, il a été mis en évidence l'effet du barrage mais également le rôle capital de la salinité sur les traits biologiques (reproduction, régime alimentaire, croissance) des espèces vivant en amont et en aval du barrage de Maka. Les tilapias ont fait preuve de

tolérance des variations des conditions environnementales d'amont et d'aval du barrage. Mais néanmoins ils adoptent des stratégies différentes, adaptées aux conditions de salinité et de température sévissant dans ces environnements respectifs. Le suivi de l'évolution de la salinité dans ces deux environnements nous a permis de vérifier le rôle de la salinité sur les variations spatiales et temporelles des caractéristiques biologiques de ces espèces. Il est devenu clair que les espèces de tilapias vivant en aval du barrage (Sakar et Maka aval) ont des tailles moyennes réduites par rapport à celles vivant en amont. La taille du plus petit individu mature et le diamètre ovocytaire moyen de ces espèces deviennent en générale plus faibles, tandis que leur fécondité relative et leur rapport gonado-somatique sont élevés. *S. m. heudelotii* et *T. guineensis* élargissent également leur spectre trophique en augmentant simultanément les prises en bivalves. *S. m. heudelotii* tend à ingérer d'avantage de débris végétaux au détriment de la vase. L'inverse est observé chez *T. guineensis* qui dispose un spectre trophique plus large.

Par contre en amont du barrage (Maka amont, Diana Malary) ces espèces adoptent des stratégies inverses. Leurs spectres trophiques sont réduits, la taille moyenne des individus devient plus élevée. Du point de vue de la reproduction, une diminution du nombre d'ovocytes produits par kilogramme de femelle et une augmentation simultanée du diamètre ovocytaire moyen sont notées chez *S. m. heudelotii* et *T. guineensis*. Le rapport gonado-somatique moyen des femelles de stade 4 est plus faible. Les variations de ces traits biologiques en amont et en aval du barrage suivent la même tendance que celles observées respectivement en octobre et mai avec des changements intermédiaires en février. Les valeurs légèrement plus élevées en aval qu'en amont du barrage de la taille du plus petit individu mature et de la taille de première maturité sexuelle sont une conséquence du passage d'eau salée dans la partie amont, de la forte température mesurée à Diana Malary en mai et au problème d'occupation de l'espace dont les poissons ont été confrontés dans cette station.

Les parasites sont de bons marqueurs de la salinité indifféremment de la période et de la station. Le taux d'infection parasitaire de *S. m. heudelotii* est maximal à la salinité 5 et s'annule pour des salinités supérieures à 35. *Ethmalosa fimbriata* varie son régime alimentaire en fonction des mois. En revanche *Elops lacerta* et *Hemichromis fasciatus* consomment essentiellement des juvéniles de poissons comme proies indépendamment des stations et des mois. Les tailles de ces trois espèces restent également sensibles aux variations de la salinité. Ces fluctuations chez *Ethmalosa fimbriata* et *Elops lacerta*, peuvent être attribuées soit à la salinité soit à la migration des individus. Malgré la restriction de l'aire de répartition

d'*Hemichromis fasciatus* dans les stations d'eaux douces ou faiblement salées, les changements observés sur ses paramètres biologiques seraient induits par la salinité.

## V. Résumé et Perspectives

En définitive l'étude comparative des traits biologiques de ces espèces dans l'espace (amont/aval) et dans le temps (entre les mois d'échantillonnage) nous a permis d'élucider le rôle capital de la salinité sur le comportement bio-écologique de ces différentes populations de poissons. Malgré les faibles variations de ces traits de vie entre l'amont et l'aval du barrage. Le barrage n'a pas d'effet majeur sur certains traits de vie des poissons à l'exception de la fécondité relative et du régime alimentaire. Ceci est lié à l'établissement de stress aux populations de poissons de la partie amont du barrage (surtout à Diana Malary) au mois de mai. Dans des conditions de très forte salinité (aval barrage et en mai) ces espèces allouent une partie de leur énergie destinée à la reproduction et à la croissance au profit de l'osmorégulation et augmentent leur spectre trophique pour compenser les pertes d'énergie. En eau douce ou faiblement salée elles assurent leur pérennité en élaborant une progéniture peu nombreuse mais très résistante à d'éventuelles pressions dans le milieu. Cette étude nous a également permis de concevoir que les différences de tailles moyennes et de taille de première maturité sexuelle des individus pourrait bien être une conséquence d'une différence de croissance des individus sous l'effet ici du stress de salinité et non d'une précocité des individus.

- Pour mieux appréhender les stratégies de reproduction et de croissance des espèces soumises en particulier à des flux migratoires (*Ethmalosa fimbriata* et *Elops lacerta*) en fonction des variations de la salinité, il est nécessaire de travailler en environnement contrôlé.
- Bien qu'elle soit importante pour l'étude comparative du régime alimentaire, la méthode d'analyse des contenus stomacaux présente des limites liées aux phénomènes de régurgitation et de digestion avancée des proies et ne donne pas d'information sur l'origine de la matière organique. Il est donc important de relancer une telle étude en utilisant un outil moderne d'analyse des réseaux trophiques comme l'analyse d'isotopes stables du carbone et de l'azote qui renseigne sur l'origine de la matière organique et le niveau trophique.
- Une étude comparée de l'âge des individus des différentes populations s'avère également nécessaire pour confirmer nos résultats.



Tailles :  
70 - 224 mm

Tilapia, *Sarotherodon melanotheron heudelotii* (Duméril, 1859).

Comportement alimentaire : détritivore-omnivore.

Niveau trophique : Consommateur primaire.

Guilde trophique : filtreur de vase à tendance microphytophage.



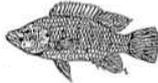
Tailles :  
67 - 265 mm

Tilapia, *Tilapia guineensis* (Bleeker in Günther, 1862).

Comportement alimentaire : herbivore-détritivore.

Niveau trophique : Consommateur primaire.

Guilde trophique : manguer de débris végétaux



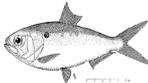
Taille :  
93-215 mm

Tilapia, *Hemichromis fasciatus*.

Comportement alimentaire : prédateur piscivore.

Niveau trophique : Consommateur tertiaire

Guilde trophique : prédateur de 2<sup>ème</sup> niveau



Tailles :  
55 - 160 mm

Ethmalose, *Ethmalosa fimbriata* (Bowdich, 1825).

Comportement alimentaire : zoophytoplanctonophage.

Niveau trophique : Consommateur secondaire.

Guilde trophique : filtreur de vase à tendance microphytophage



Taille :  
84-230 mm

Elops, *Elops lacerta*.

Comportement alimentaire : prédateur piscivore.

Niveau trophique : Consommateur tertiaire

Guilde trophique : prédateur de 2<sup>ème</sup> niveau

- L'étude génétique des différentes populations permettrait de confirmer si celles-ci se sont génétiquement différenciées ou si les réponses des individus au contraste de salinité étaient tout simplement phénotypiques.
- Il est nécessaire d'entreprendre une étude expérimentale pour mieux concevoir l'évolution de l'infection parasitaire de *Sarotherodon melanotheron heudelotii* et d'autres espèces en fonction des variations de la salinité.
- Il est également important d'entreprendre une étude comparative de populations entre différents barrages pour appréhender de façon plus globale les stratégies adoptées par ces espèces dans des conditions multivariées et l'effet différentiel de divers types de barrages sur les populations de poissons.

## *Références bibliographiques*

- Adebisi A.A., 1981.** Analyses of the stomach contents of the piscivorous fishes of the upper ogun river in Nigeria. *Hydrobiologia* 79, 167-177.
- Albaret J.J., 1982.** Reproduction et fécondité des poissons d'eau douce de Côte d'Ivoire. *Revue Hydrobiologie Tropicale* 15 (4), 347-371.
- Albaret J.J., 1984.** Premières observations sur la faune ichtyologique de la Casamance. *Archives Centre de Recherche Océanographique Dakar-Thiaroye* 131, 22pp.
- Albaret J.J., 1987.** Les peuplements de poissons de la Casamance (Sénégal) en période de sécheresse. *Revue Hydrobiologie Tropicale* 20, 291-310.
- Albaret J.J., 1994.** Les poissons : biologie et peuplements. In Durand J.R, Dufour, P., Guiral D., Zabi S.G., (eds.). Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome 2 : les milieux saumâtres. L'exemple de la lagune Ebrié. Paris, ORSTOM, 239-279.
- Albaret J.J., 1999.** Les peuplements des estuaires et des lagunes. In Lêvêque C. Paugy, D., (eds.). Les poissons des eaux continentales africaines. Editions IRD, Paris, France, 326-349.
- Albaret J.J., Gerlotto F., 1976.** Biologie de l'Ethmalose (*Ethmalosa fimbriata* Bowdich) en Côte d'Ivoire. I. Description de la reproduction et des premiers stades larvaires. *Document Scientifique Centre de Recherche Océanographique*, Abidjan VII (1), 113-133.
- Albaret J.J., Charles-Dominique E., 1982.** Observations d'un phénomène de maturation sexuelle précoce chez l'Ethmalose *Ethmalosa fimbriata* S. (Bowdich), dans une baie polluée de la lagune Ebrié (Cote d'Ivoire). *Document Scientifique Centre de Recherche Océanographique*, Abidjan, 13 (2), 23-31.
- Albaret J.J., Ecoutin J.M., 1990.** Influence des saisons et des variations climatiques sur les peuplements de poissons d'une lagune tropicale en Afrique de l'ouest. *Acta Oecologia* 11 (4), 557-583.
- Albaret J.J., Diouf P.S., 1994.** Diversité des poissons des lagunes et des estuaires ouest - africains. In Teuguels G.G., Guégan J.F., Albaret J. J., (eds.). Diversité biologique des poissons des eaux douces et saumâtres d'Afrique. Synthèses géographiques. *Annuaire du Musée référence Afrique Centre Zoologique*, Tervuren 275, 165-177.
- Albaret J.J., Guillard J., Simier M., Darboe F.S., Raffray J., Richard E., Sow I., Suwarch M., Tito de Morais L., Vidy G., 2000,** Les peuplements de poissons de l'estuaire du fleuve Gambie. Rapport scientifique (Mission Gambie), 52p.
- Albaret J.J., Ecoutin J.M., Sadio O., 2005.** Environnement, peuplement des poissons et exploitation halieutique en Casamance. Rapport scientifique (Mission Casamance, février 2005), 15p.
- Albergel J., Brunet D., Dubée G., Montoroi J.P., Zante P., 1991.** Gestion d'un barrage anti-sel en Basse Casamance (Sénégal). AUPELF-UREF, John Libbey Eurotext, Paris. *Département eaux continentales de l'ORSTOM.*, 275-285.
- Bainbridge V., 1957.** Food of *Ethmalosa dorsalis* (Cuvier and Valenciennes). *Nature* 179 (4565), 874-875.

- Baran E., 1995.** Dynamique spatio-temporelle des peuplements de poissons estuariens en Guinée : Relations avec le milieu abiotique. Thèse de Doctorat, Université. Bretagne Occidentale, Brest, ORSTOM, TDM n°242, 226pp.
- Bassel M., 1993.** Conséquence durable de deux décennies de sécheresse: l'hypersalinisation de la Casamance entre 1987 et 1992. Rapport DEA Géographie UCAD, 25pp.
- Blaber S.J.M., 1997.** Fish and fisheries of tropical estuaries. Chapman & Hall, London, UK, 367p.
- Bœuf G., Payan P., 2001.** How should salinity influence fish growth ? *Comparative Biochemistry and Physiology Part C* 130, 411-423.
- Charles-Dominique E., 1982.** Exposé synoptique des données biologiques sur l'Ethmalose (*Ethmalosa fimbriata* S. Bowdich ,1825) *Revue Hydrobiologie Tropicale* 15 (4), 373-397.
- Chessel D., Dufour AB., Thioulouse J. 2004.** The ade4 package-I- One-table methods. *R News* 4:5-10. [En ligne] <http://pbil.univ-lyon1.fr/ADE-4/ADE-4F.html>. Consulté le 22 octobre 2007.
- Cormier-Salem M.C., 1989.** Gestion et Evolution des espaces aquatiques: la Casamance. Thèse de doctorat, Etudes et Thèses, ORSTOM, Paris, 571pp.
- Day J.M., Hall C.A., Kemp W.M., Yanez-Arancibia A., 1989.** Estuarine ecology. Wiley and Sons, 558pp.
- Diouf P.S., 1996.** Les peuplements de poissons des milieux estuariens de l'Afrique de l'Ouest : l'exemple de l'estuaire hyperhalin du Sine-Saloum. Thèse de Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle. Université de Montpellier II. 177 p.
- Diouf P.S., Diallo A., 1987.** Variations spatio-temporelles du zooplancton d'un estuaire hyperhalin : la Casamance. *Revue Hydrbiologie Tropicale* 20 (3-4), 257-269.
- Duarte C.M., Alcaraz M., 1989.** To produce many small or few large eggs: a size-independent tactic of fish. *Oecologia*. 80, 401-404.
- Duponchelle F., 1997.** Reproduction du tilapia (Pisces, Cichlidae) *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) dans les retenues artificielles de Côte d'Ivoire : analyse comparative des modalités de reproduction et approche expérimentale de leur déterminisme. Thèse de doctorat d'Université. Université de Bretagne Occidentale, Rennes, 167p.
- Duponchelle F., Panfili J., 1998.** Variations in age and size at maturity of female Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*, populations from man-made lakes of Côte d'Ivoire. *Environmental Biology of Fishes* 52, 453-465.
- Ecoutin J.M., Durand J.R., Laë R., Hié Daré J.P., 1994.** L'exploitation des stocks. In Durand J.R, Dufour, P., Guiral D., Zabi S.G., (eds.). Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome 2 : les milieux saumâtres. L'exemple de la lagune Ebrié. Paris, ORSTOM, 399-444.
- Ecoutin J.M., Tito de Morais L., Raffray J., Sadio O., 2005.** Comparaison de populations de poissons du fleuve Casamance en situation environnementale contrastée. Rapport scientifique (Mission Casamance, mai 2005), 5p.
- Elliott M., Whitfield A.K., Potter I.C., Blaber S.J.M., Cyrus D.P., Nordlie F.G., Harrison T.D., 2007.** The guild approach to categorizing estuarine fish assemblages: a global review. *Fish and fisheries* 8, 241-268.
- Eyeson K.N., 1983.** Stunting and reproduction in pond-reared *Sarotherodon melanotheron*. *Aquaculture* 31, 257-267.
- Fagade S.O., 1971.** The food and feeding habits of *Tilapia* species in the Lagos lagoon. *Journal of Fish Biology* 3, 151-156.
- Fagade S.O., 1974.** Age determination in *Tilapia melanotheron* (Ruppel) in the Lagos lagoon, Lagos, Nigeria. Proceedings of the Symposium on ageing of fish, Urwin Broth. Ltd. Edit., 71-77.

- Fagade S.O., 1979.** Observations on the biology of two species Tilapia from the Lagos lagoon, Nigeria. *Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire T. 11, série. A, n° 3*, 627-653.
- Fagade S.O., Olaniyan C.I.O., 1972.** The Biology of the west african shad, *Ethmalosa fimbriata* (Bowdich) in the Lagos lagoon, Nigeria. *Journal of Fish Biology* 4 (4), 519-533.
- Fagade S.O., Olaniyan C.I.O., 1973.** The food and feeding interrelationships of the fishes of lagoon. *Journal of Fish Biology* 5, 205-227.
- Falk T.M., Teugels G.G., Abban E.K., Villwock W., Renwranz L., 2003.** Phylogeographic patterns in populations of the blackchinned tilapia complex (Teleostei, Cichlidae) from coastal areas in West Africa: support for the refuge zone theory. *Molecular Phylogeny Evolution* 27, 81-92.
- Faunce C.H., 2000.** Reproduction of blackchin tilapia, *Sarotherodon melanotheron*, within an impounded mangrove ecosystem in east central Florida. *Environmental Biology of Fishes* 57, 353-361.
- Gerlotto F., 1979.** Biologie d'*Ethmalosa fimbriata* (Bowdich) en Côte d'Ivoire. III. Etude des migrations en lagune Ebrié. *Document Scientifique Centre. Recherche Océanographique*, Abidjan, ORSTOM, 10 (2), 3-41.
- Gilles S., 1995.** Comparaison des performances de croissance en milieu lagunaire de trois populations génétiquement différenciées de *Sarotherodon melanotheron* originaire du Sénégal, de la Côte d'Ivoire et du Congo. In Agnès J-F., (ed.). Comptes Rendus de l'Atelier Biodiversité et Aquaculture. Centre de Recherches Océanographiques, Abidjan, 73-79.
- Gilles S., Zamora L., Amiel C., Rodriguez J.L., 2004.** Comparative study of reproductive characteristics of the euryhaline tilapia, *Sarotherodon melanotheron heudelotii* in fresh and sea waters. *Journal Aquaculture Tropicale* 19 (4), 277-284.
- Gourène B., Pouyaud L., Agnès J.F., 1993.** Importance de certaines caractéristiques biologiques dans la structuration génétique des espèces de poissons : le cas de *Ethmalosa fimbriata* et *Sarotherodon melanotheron*. *Journal Ivoirien d'Océanologie et de Limnologie*, Abidjan 2, 55-69.
- Gueye M., 2006.** Stratégie de la reproduction du tilapia estuarien, *Sarotherodon melanotheron heudelotii* (Duméril, 1859) en milieux naturels, approche expérimentale du rôle de la salinité sur la fonction de reproduction. Thèse de doctorat, UCAD, Dakar, 182pp.
- Guyonnet B., Aliaume C., Albaret J.J., Casellas C., Zerbi A., Lasserre G., Do Chi T., 2003.** Biology of *Ethmalosa fimbriata* (Bowdich) and fish diversity in the Ebrie Lagoon (Ivory Coast), a multipolluted environment. *ICES Journal of Marine Science* 60, 259-267.
- Hié Daré J.P., 1980.** Régime alimentaire de la phase lagunaire d'*Elops lacerta*. *Document Scientifique Centre de Recherche Océanographique* Abidjan. Vol XI n°1, 73-83.
- Hié Daré J.P., 1982.** Croissance de la phase lagunaire d'*Elops lacerta*. *Document Scientifique Centre de Recherche Océanographique* Abidjan, 13 (1), 53-72.
- Horn M.H., Allen L.G., 1985.** Fish community ecology in southern California bays and estuaries. In Yanez-Arancibia. A., (ed.). Fish community ecology in estuaries and coastal lagoons. Mexico, Editorial Universitaria, 169-190.
- Hyslop E.J., 1980.** Stomach contents analysis-a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology* 17, 411-429.
- IDEE Casamance, 2007.** Exploitation durable des ressources estuariennes de la région de Ziguinchor, 16p. [En ligne] <http://www.ideecasamance.org/erez.htm>. Consulté le 23 octobre 2007.

- Kone T., Teugels G.G., 1999.** Données sur la reproduction d'un tilapia estuarien (*Sarotherodon melanotheron*) isolé dans un lac de barrage ouest-africain. *Aquatic Living Resources* 12, 289-293.
- Kone T., Teugels G.G., 2003.** Food habits of brackish water tilapia *Sarotherodon melanotheron* in riverine and lacustrine environments of a West African coastal basin. *Hydrobiologia* 490, 75-85.
- Lauzanne L., 1978.** Croissance de *Sarotherodon galilaeus* (Pisces, Cichlidae) dans le lac Tchad. *Cybium* 3<sup>e</sup> série 3, 5-14.
- Legendre M., 1983.** Observations préliminaires sur la croissance et le comportement en élevage de *Sarotherodon melanotheron* (Ruppel, 1852) et de *Tilapia guineensis* (Bleeker, 1862) en lagune ébrié (Cote d'Ivoire). *Document Scientifique Centre de Recherche Océanographique* Abidjan, 14, 1-36.
- Legendre M., 1986.** Influence de la densité, de l'élevage monosexé et de l'alimentation sur la croissance de *Tilapia guineensis* et de *Sarotherodon melanotheron* élevés en cage-enclos en lagune ébrié (Cote d'Ivoire). *Revue Hydrobiologie Tropicale* 19 (1), 19-30.
- Legendre M., 1991.** Potentialités aquacoles des Cichlidae (*Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*) et Clariidae (*Heterobranchus longifilis*) autochtones des lagunes ivoiriennes. Etudes et Thèses, ORSTOM, Paris, 362pp.
- Legendre M., Albaret J.J., 1991.** Maximum observed length as an indicator of growth rate in tropical fishes. *Aquaculture* 94, 327-341.
- Legendre M., Ecoutin J.M., 1989.** Suitability of brackish water tilapia species from Ivory Coast for lagoon aquaculture. I—Reproduction. *Aquatic Living Resources* 2, 71-79.
- Legendre M., Ecoutin J.M., 1991.** Aspects de la stratégie de reproduction de *Sarotherodon melanotheron* : Comparaison entre une population naturelle (lagune Ebrié, Côte d'Ivoire) et différentes populations d'élevage. In Proceedings of the 3th International Symposium on Tilapia, 11-16 nov.1991, Abidjan, Côte d'Ivoire. ICLARM/CRO, 20p.
- Legendre M., Ecoutin J.M., 1996.** Aspects of the reproductive strategy of *Sarotherodon melanotheron*: comparison between a natural population (Ébrié lagoon, Côte d'Ivoire) and different cultured populations. In: Pullin R.S.V., Lazard J., Legendre M., Amon Kothias J.-B., Pauly D. (Eds.). Proceeding of the 3rd international symposium on tilapia in aquaculture. ICLARM, Manila, 320–325.
- Legendre M., Trébaol L., 1991.** Efficacité de l'incubation buccale et fréquence de ponte de *Sarotherodon melanotheron* en milieu d'élevage (lagune Ebrié, Côte d'Ivoire) : Proceedings of the 3th International Symposium on Tilapia, 11-16 nov.1991, Abidjan, Côte d'Ivoire. ICLARM/CRO, 18p.
- Le Reste L., 1983.** Casamance : une situation extrêmement grave. *Document Centre de Recherche Océanographique* Dakar-Thiaroye, 2p.
- Le Reste L., 1986.** Conséquences sur l'environnement aquatique et la pêche d'un barrage-écluse anti-sel en Casamance (Sénégal). In Dost H., (ed.). Selected papers of the Dakar symposium on Acid Sulphate Soils. Dakar, Sénégal, January 1986. Editions IRD, 202-213.
- Lêvêque C., Paugy D., 1999.** Impacts des activités humaines. In Lévêque C., Paugy, D., (Eds.). Les poisons des eaux continentales africaines. Editions IRD, Paris, France, 366-383.
- Lowe-McConnell R.H., 1982.** Tilapias in fish communities. In Pullin, R.S.V., Lowe-McConnell, R.H. (Eds.). The biology and culture of tilapias. ICLARM, Manila, 83-113.
- Nieland H., 1980.** Qualitative and quantitative aspects of the food of *Ethmalosa fimbriata* (Bowdich) in the Ebrié lagoon (Ivory Coast). *Document Scientifique Centre de Recherche Océanographique* Abidjan. Vol. XI, n° 1, 85-95.
- Pagès J., Debenay J. P., 1987.** Evolution saisonnière de la salinité de la Casamance : Description et essai de modélisation. *Revue Hydrobiologie Tropicale* 20 (3-4), 203-217.

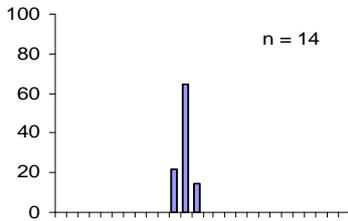
- Pandaré D., Niang S., Diadiou H., Capdeville B., 1997.** Ichtyofaune du fleuve Casamance : reproduction et distribution en fonction du gradient de salinité. Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire, Dakar. T. 49, serie. A, n°1, 167-190.
- Panfili J., Durand J.D., Mbow A., Guinand B., Diop K., Kantoussan J., Thior D., Thiaw O., Albaret J.J., Laë R., 2004a.** Influence of salinity on the life-history traits of the bonga shad (*Ethmalosa fimbriata*, Pisces, Clupeidae): comparison between Gambia and Saloum estuaries. *Marine Ecology Progress Series* 270, 241-257.
- Panfili J., Durand J.D., Mbow A., Diop K., Diouf K., Thior D., Ndiaye P., Laë R., 2004b.** Influence of salinity on the life-history traits of the West African black-chinned tilapia (*Sarotherodon melanotheron*): Comparison between the Gambia and Saloum estuaries. *Aquatic Living Resources* 17, 65-74.
- Panfili J., Thior D., Ecoutin J. M., Ndiaye P., Albaret J. J., 2006.** Influence of salinity on the size at maturity for fish species reproducing West Africa estuaries. *Journal of Fish Biology* 69, 95-113.
- Pariselle A., Euzet L., 1996.** *Cichlodogyrus Paperna*, 1960 (Monogenea, Ancyrocephalidae): gill parasites from West Africa Cichlidae of the sudgenus *Coptodon* Regan, 1920(Pisces), with descriptions of six new species. *Systematic Parasitology* 34, 109-124.
- Pasquaud S., 2006.** Les relations trophiques : éléments de structuration des peuplements ichtyologiques en milieu estuarien. Application à l'estuaire de la Gironde. Thèse de Doctorat de 3<sup>e</sup> cycle. Université Bordeaux I. 360 p.
- Paugy D., 2002.** Reproductive strategies of fishes in a tropical temporary stream of the Upper Senegal basin: Baoule River in Mali. *Aquatic Living Resources* 15, 25-35.
- Paugy D., Lévêque C., Teugels G.G., 2003.** Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Faune et Flore tropicales. Tome I et II. Editions IRD, Paris, France, 815pp.
- Pauly D., 1976.** The biology, fishery and potential for aquaculture of *Tilapia melanotheron* in a small West African Lagoon. *Aquaculture* 7, 33-49.
- Pouyaud L., 1994.** Génétique des populations de tilapias d'intérêt aquacole en Afrique de l'Ouest. Relations phylogénétiques et structurations populationnelles. Thèse de doctorat d'Université, Montpellier II, France, 244p.
- Prunet, P., Bornancin, M., 1989.** Physiology of salinity resistance in tilapia: an update of basic and applied aspects. *Aquatic Living Resources* 2, 91-97.
- Salzen E.A., 1958.** Observations on the biology of the West-African shad, *Ethmalosa fimbriata* (Bowdich). Bulletin de l'Institut Fondamental d'Afrique Noire (A Sciences Naturelles.) 20 (4), 1388-1426.
- Schreck C.B., Contreras-Sanchez W., Fitzpatrick M.S., 2001.** Effects of stress on fish reproduction, gamete quality, and progeny. *Aquaculture* 197, 3-24.
- Sene N., 1994.** Contribution à l'étude qualitative du régime alimentaire de quelques poissons dans l'estuaire du Sine-Saloum. Mémoire de DEA de Biologie Animale, Dakar, UCAD, 61pp.
- Thiaw O.T., 1984.** Contribution à la connaissance de la reproduction chez les Cichlidae. Cas de *Haplochromis multicolor*. DEA de Biologie animale, Renne 1, 46pp.
- Ugwumba A.A.A., Adebisi A., 1992.** The food and feeding ecology of *Sarotherodon melanotheron* (Ruppell) in a small freshwater reservoir in Ibadan, Nigeria. *Archives Hydrobiologie* 124, 367-382.
- URL:** <http://members.tripod.com/casamance/geocasa.htm>
- Vidy G., 1998.** Estuarine and mangrove systems and the nursery concept : which is wich? The case of the Sine Saloum system (Sénégal). In : poissons et pêches africains. Montpellier : ORSTOM, 8p.

- Watanabe W.O., Kuo C.M., 1985.** Observations on the reproductive performance of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in laboratory aquaria at various salinities. *Aquaculture* 49, 315-323.
- Warbuton K., 1978.** Community structure, abundance and diversity of fish in a Mexican coastal lagoon system. *Estuarine and coastal marine science* 7, 497-519.
- Whitfield A.K., Elliott M., 2002.** Fishes as indicators of environmental and ecological changes within estuaries: a review of progress and some suggestions for the future. *Journal of Fish Biology* 61, 229-250.

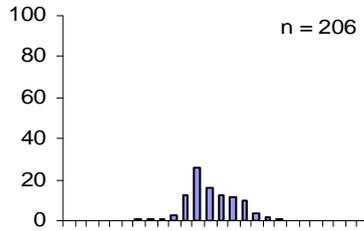
## *Annexes*

Annexe I: *Sarotherodon melanotheron heudelotii*

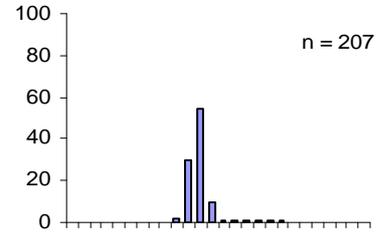
octobre  
Sakar



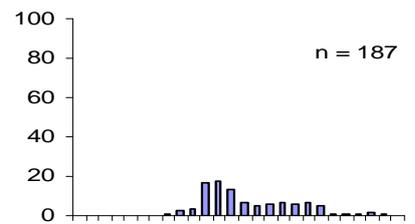
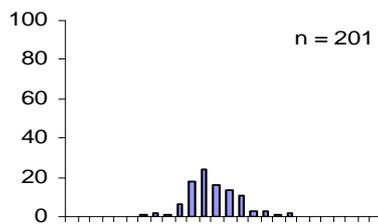
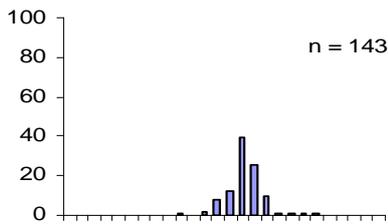
février



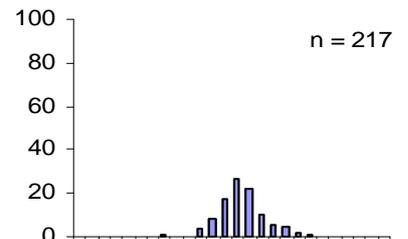
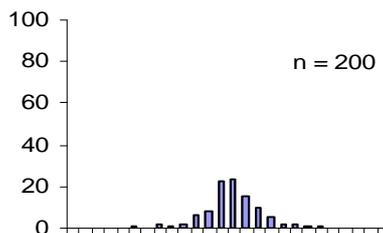
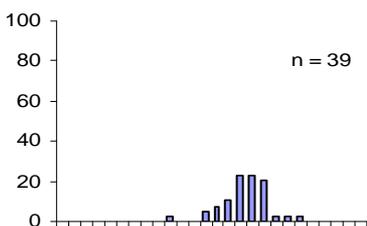
mai



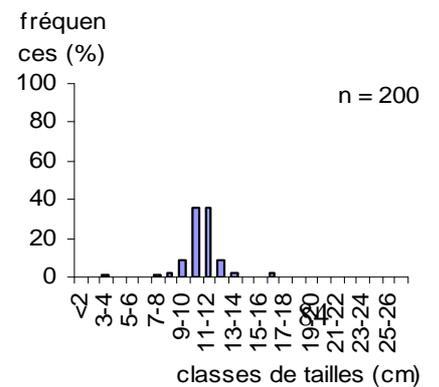
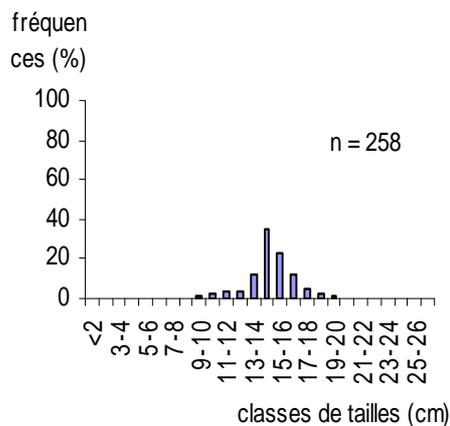
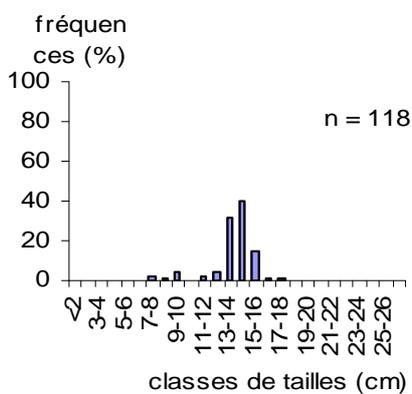
Maka aval



Maka amont

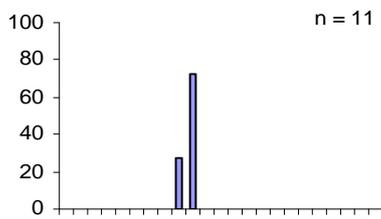


Diana Malary

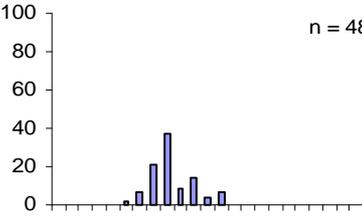


## Annexe II: *Tilapia guineensis*

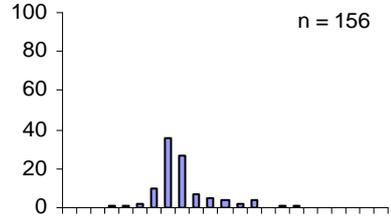
octobre  
Sakar



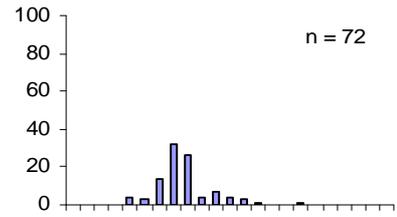
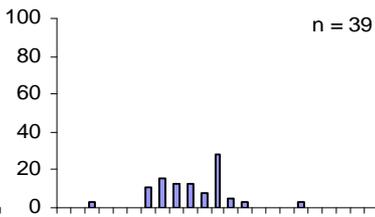
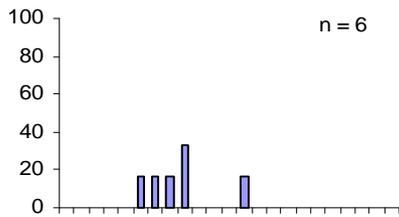
février



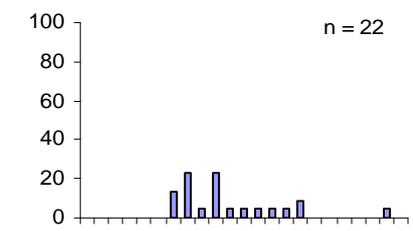
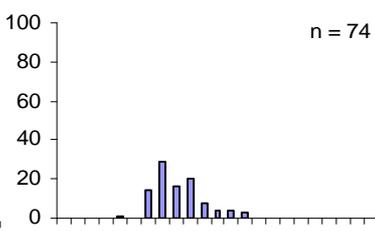
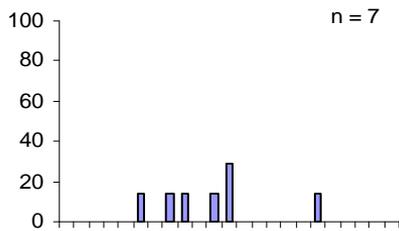
mai



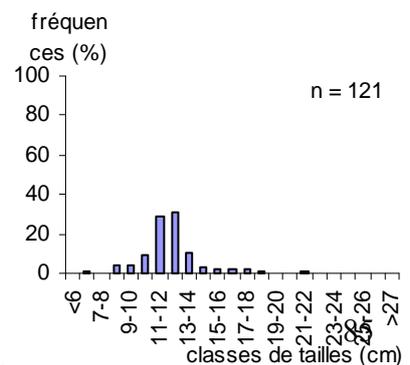
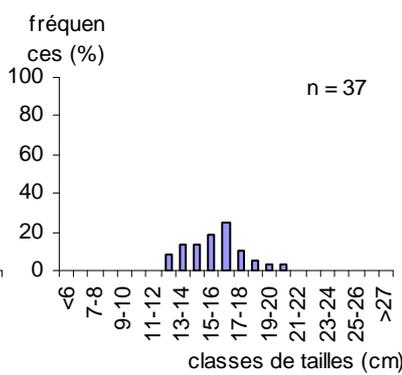
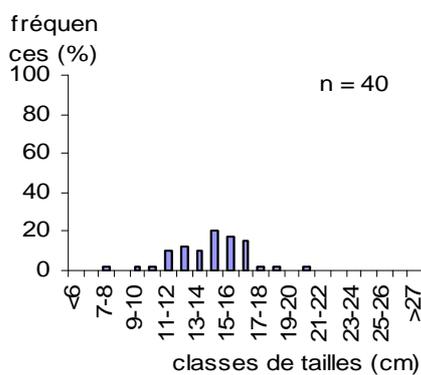
Maka aval



Maka amont



Diana Malary



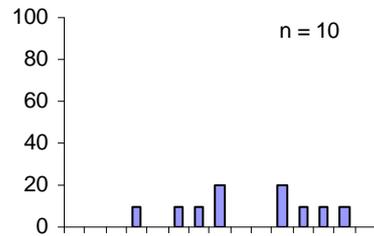
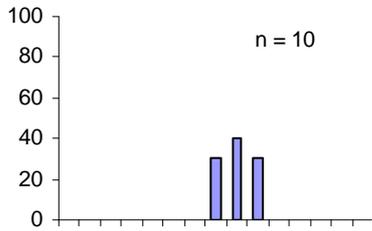
**Annexe III: *Hemichromis fasciatus***

Maka aval

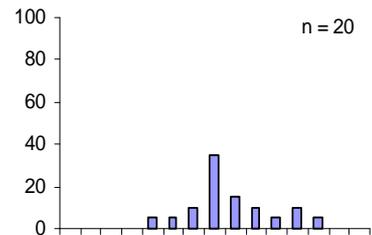
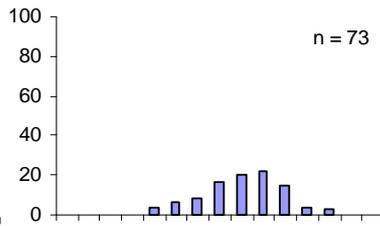
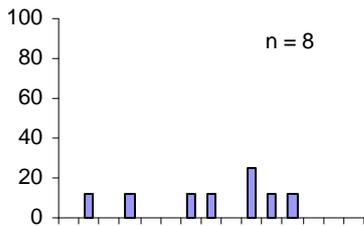
octobre

février

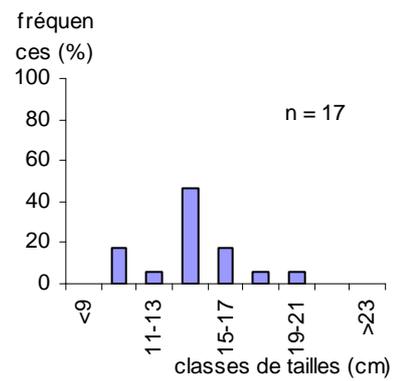
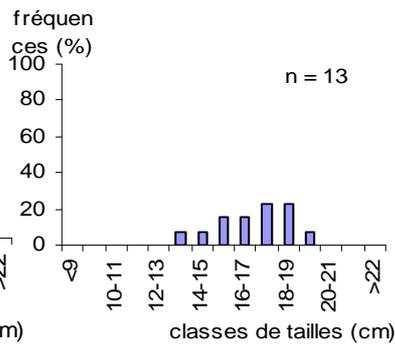
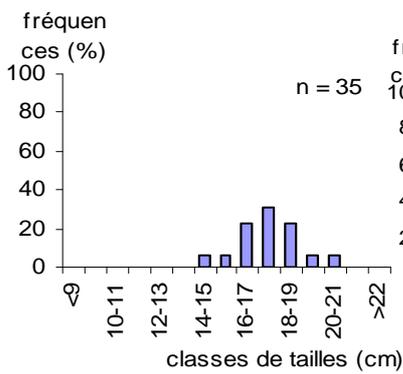
mai



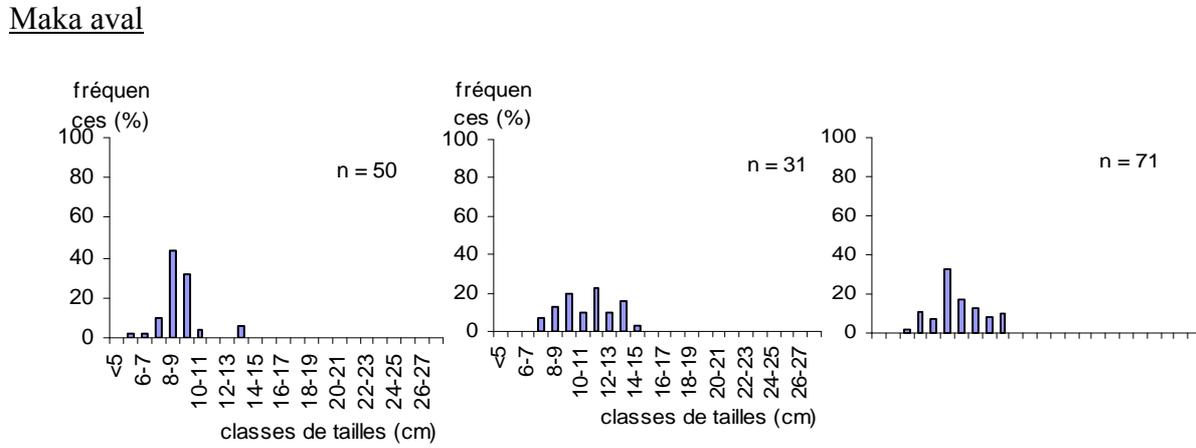
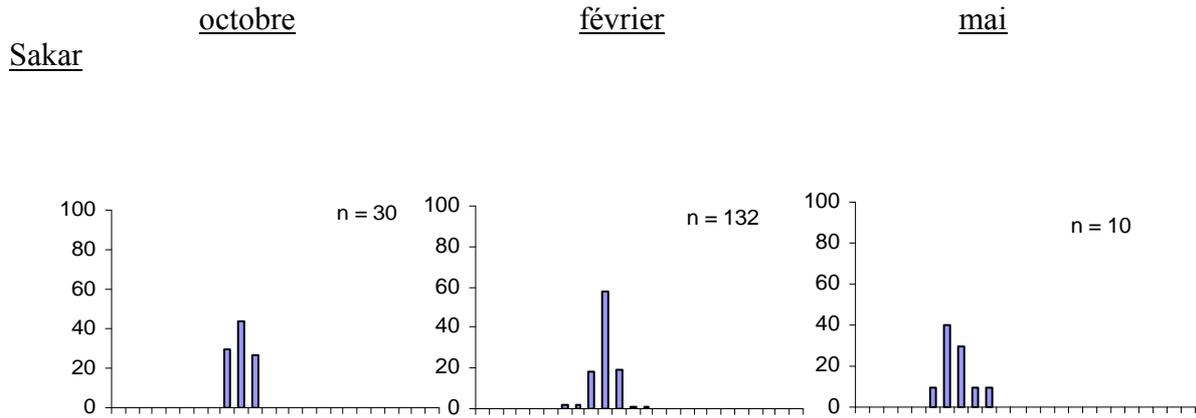
Maka amont



Diana Malary

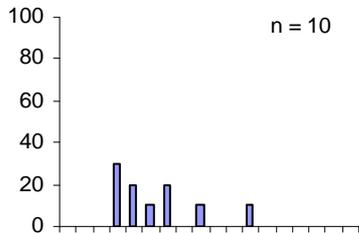


Annexe IV: *Ethmalosa fimbriata*

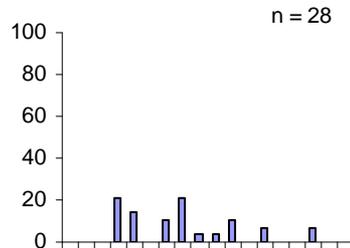


Annexe V: *Elops lacerta*

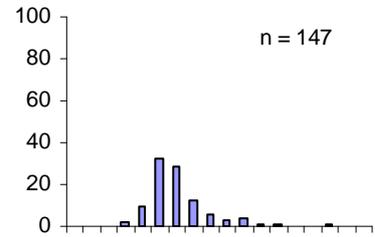
Sakar  
octobre



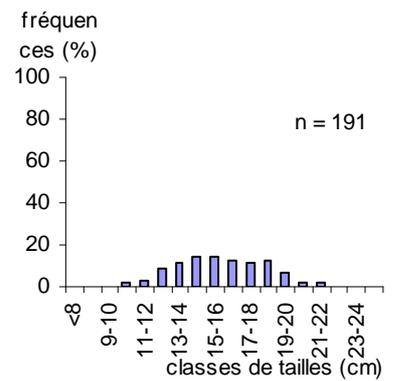
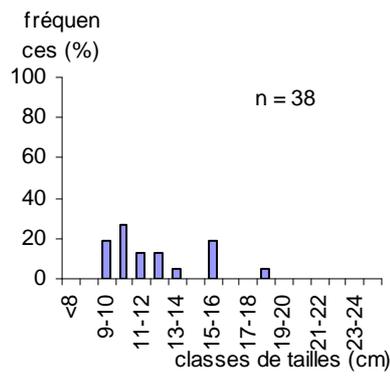
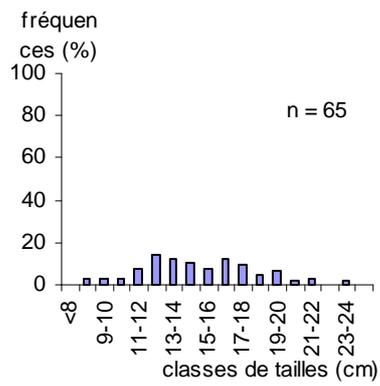
février



mai



Maka aval



**Annexe VI** : Valeurs maximales du diamètre ovocytaire (DO max) et taille du plus petit individu mature (PPIM) en fonction des mois et des stations chez *Sarotherodon melanotheron heudelotii* et *Tilapia guineensis*.

| Espèces                                     |            | Mois    |         |     |
|---|------------|---------|---------|-----|
|   |            | octobre | février | mai |
| <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> | DOmax.(mm) | 2,4     | 2,3     | 2,0 |
|   | PPIM (mm)  | 118     | 101     | 90  |
| <i>Tilapia guineensis</i>                   | DOmax.(mm) | 1,0     | 1,2     | 1,2 |
|   | PPIM (mm)  | 125     | 123     | 94  |

| Espèces                                     |            | Stations   |           | Aval       |              | Amont |  |
|---|------------|------------|-----------|------------|--------------|-------|--|
|   |            | Sakar      | Maka aval | Maka amont | Diana Malary |       |  |
| <i>Sarotherodon melanotheron heudelotii</i> | DOmax.(mm) | 1,7        | 1,9       | 2,1        | 2,4          |       |  |
|   |            | <b>1,9</b> |           | <b>2,4</b> |              |       |  |
|   | PPIM (mm)  | 101        | 112       | 97         | 90           |       |  |
|   |            | <b>101</b> |           | <b>90</b>  |              |       |  |
| <i>Tilapia guineensis</i>                   | DOmax.(mm) | 1,2        | 1,2       | 1,2        | 1,1          |       |  |
|   |            | <b>1,2</b> |           | <b>1,2</b> |              |       |  |
|   | PPIM (mm)  | 94         | 97        | 117        | 102          |       |  |
|   |            | <b>94</b>  |           | <b>102</b> |              |       |  |

**Annexe VII:** Occurrences (%) des proies de *Tilapia guineensis* et de *Sarotherodon melanotheron heudelotii* en fonction des stations et des mois.

Tableau 1 : *Tilapia guineensis*.

| Mois    | Proies<br>Stations | Poi. |          | Molq.    |              | Zooplancton |           |           |            |          |        | Phytoplancton |        |           | Divers        |      |                 |
|---------|--------------------|------|----------|----------|--------------|-------------|-----------|-----------|------------|----------|--------|---------------|--------|-----------|---------------|------|-----------------|
|         |                    | œufs | écailles | bivalves | gastéropodes | annélides   | crustacés | copépodes | amphipodes | isopodes | crabes | ostracodes    | algues | diatomées | dinoflagellés | vase | débris végétaux |
| octobre | Sakar              | 22   |          | 22       |              | 78          |           |           |            | 11       |        |               |        |           | 67            | 56   | 56              |
|         | Maka aval          | 17   |          | 67       |              | 17          |           |           |            |          |        |               | 83     |           | 83            | 67   |                 |
|         | Maka amont         | 14   |          | 29       |              |             |           |           |            |          |        | 29            | 100    |           | 71            | 100  | 14              |
|         | Diana Malary       | 68   |          | 16       | 5            | 47          |           |           |            |          |        |               | 95     |           | 58            | 100  | 26              |
| février | Sakar              | 11   |          | 44       |              | 89          |           |           |            |          |        | 22            | 100    |           | 100           | 100  | 11              |
|         | Maka aval          |      |          | 60       |              | 50          |           |           |            |          |        | 80            | 90     | 10        | 100           | 20   |                 |
|         | Maka amont         | 11   |          |          |              | 33          |           | 22        |            | 11       |        | 11            | 56     | 100       | 78            | 100  |                 |
|         | Diana Malary       |      |          |          |              | 50          |           |           | 10         | 40       |        | 10            | 20     | 100       | 60            | 80   | 100             |
| mai     | Sakar              | 30   |          | 60       |              | 100         | 20        |           | 10         |          | 20     | 30            | 60     | 20        | 100           | 50   | 10              |
|         | Maka aval          | 20   |          | 100      |              | 60          |           |           |            |          |        |               | 90     | 20        | 100           | 70   |                 |
|         | Maka amont         | 50   |          | 10       |              | 50          |           |           |            |          |        | 20            | 100    | 20        | 100           | 90   | 30              |
|         | Diana Malary       | 40   |          | 10       |              | 60          |           |           |            |          |        |               | 100    | 20        | 100           | 40   | 10              |

Tableau 2 : *Sarotherodon melanotheron heudelotii*.

| Mois    | Proies<br>Stations | Poi. |          | Molq.    |              | Zooplancton |            |          | Phytoplancton |           |               | Divers |                 |          |
|---------|--------------------|------|----------|----------|--------------|-------------|------------|----------|---------------|-----------|---------------|--------|-----------------|----------|
|         |                    | œufs | écailles | bivalves | gastéropodes | annélides   | amphipodes | isopodes | algues        | diatomées | dinoflagellés | vase   | débris végétaux | insectes |
| octobre | Sakar              | 86   |          | 29       | 14           | 14          |            |          |               | 100       |               | 100    | 29              |          |
|         | Maka aval          | 63   |          | 63       |              | 63          |            |          |               | 100       |               | 100    |                 |          |
|         | Maka amont         | 50   |          | 50       |              | 40          |            | 10       |               | 100       |               | 100    | 40              |          |
|         | Diana Malary       | 62   |          | 5        | 5            | 52          |            | 5        |               | 95        |               | 100    | 24              | 5        |
| février | Sakar              | 20   |          | 30       |              | 10          |            |          |               | 90        |               | 90     | 20              |          |
|         | Maka aval          |      |          | 70       |              |             |            |          |               | 100       | 70            | 100    |                 |          |
|         | Maka amont         |      |          |          |              | 40          |            |          |               | 100       | 40            | 100    | 20              |          |
|         | Diana Malary       |      |          |          |              | 40          |            |          |               | 90        |               | 100    | 10              |          |
| mai     | Sakar              |      |          | 89       |              | 78          | 33         |          | 11            | 89        | 11            | 100    | 44              |          |
|         | Maka aval          | 30   |          | 50       |              | 40          |            |          |               | 100       |               | 100    | 40              |          |
|         | Maka amont         | 10   |          | 30       |              | 50          |            |          | 20            | 100       |               | 100    |                 | 10       |

Poi : poissons ; Molq. : Mollusques.

NB : les espaces vides correspondent à des occurrences égales à 0%.

**Annexe VIII:** Occurrences (%) des proies d'*Ethmalosa fimbriata*, d'*Hemichromis fasciatus*, et d'*Elops lacerta* en fonction des stations et des mois.

Tableau 3 : *Ethmalosa fimbriata*

| Mois    | Stations  | Poi.     |          | Zooplancton |           |            |          |            | Phytoplancton |           |               | Divers |                 |          |
|---------|-----------|----------|----------|-------------|-----------|------------|----------|------------|---------------|-----------|---------------|--------|-----------------|----------|
|         |           | écailles | bivalves | crustacés   | copépodes | amphipodes | isopodes | ostracodes | algues        | diatomées | dinoflagellés | vase   | débris végétaux | insectes |
| octobre | Sakar     |          |          |             |           |            |          |            |               | 90        |               | 90     | 50              |          |
|         | Maka aval |          | 29       | 47          | 24        | 6          | 53       |            |               | 88        |               | 100    | 6               | 6        |
| février | Sakar     |          | 40       | 40          | 70        | 10         |          |            |               | 100       |               | 70     | 60              |          |
|         | Maka aval |          | 10       |             | 90        |            |          |            |               | 80        |               | 100    |                 |          |
| mai     | Sakar     |          |          |             |           |            |          |            | 100           |           | 22            | 33     |                 |          |
|         | Maka aval |          | 10       |             | 50        |            |          | 10         |               | 100       |               | 100    | 30              | 10       |

Tableau 4 : *Hemichromis fasciatus*.

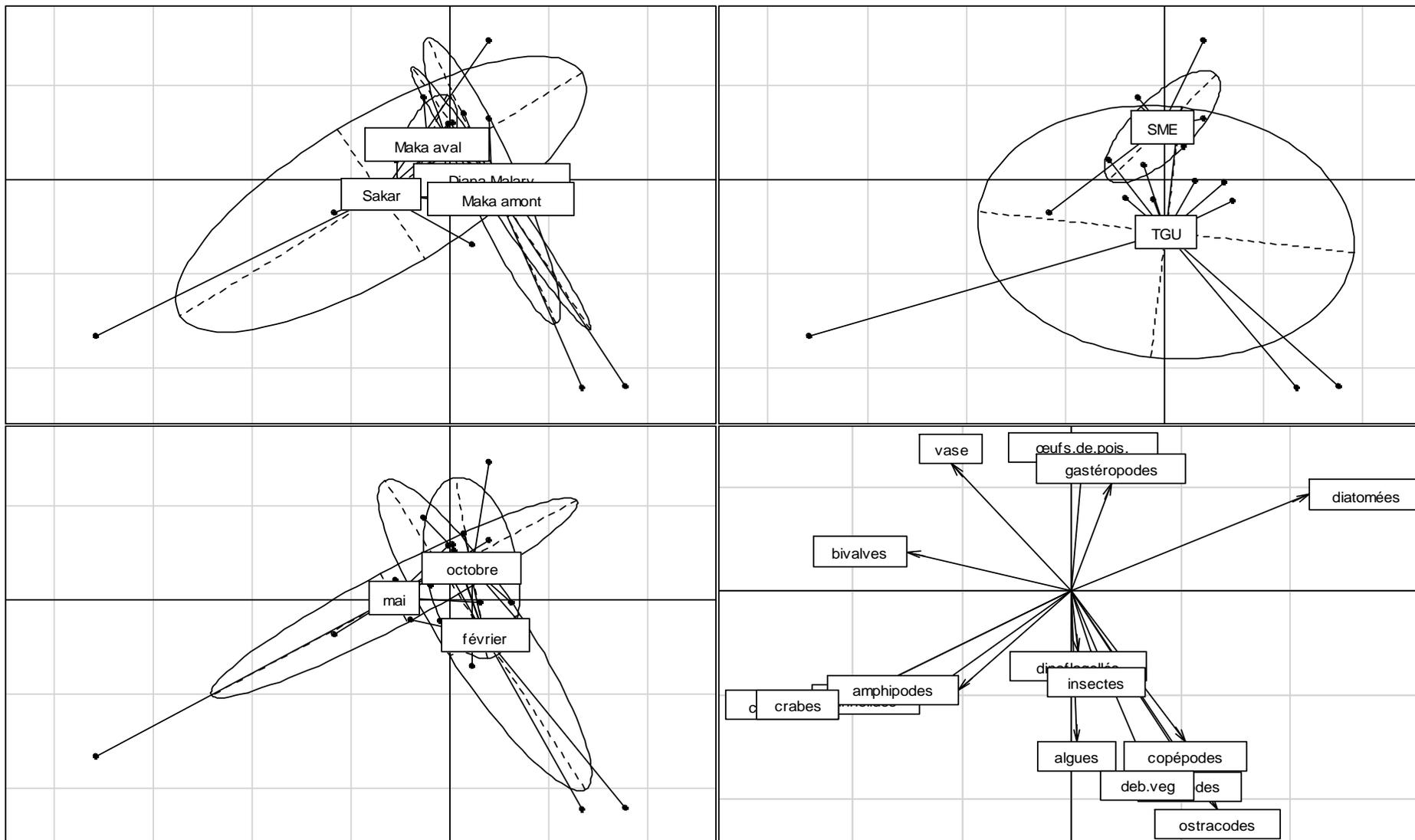
| Mois    | Stations     | Poi. |             | Zoopl.    |          | Div.     |
|---------|--------------|------|-------------|-----------|----------|----------|
|         |              | œufs | Lvs et juv. | crustacés | isopodes | insectes |
| octobre | Maka aval    | 25   | 88          | 13        |          | 13       |
|         | Maka amont   | 29   | 100         |           |          |          |
|         | Diana Malary | 45   | 100         |           | 5        |          |
| février | Maka amont   | 80   | 100         |           |          |          |
|         | Diana Malary | 11   | 78          | 11        |          | 11       |
| mai     | Maka aval    |      | 100         |           |          |          |
|         | Maka amont   |      | 100         |           |          |          |
|         | Diana Malary | 22   | 100         |           |          | 11       |

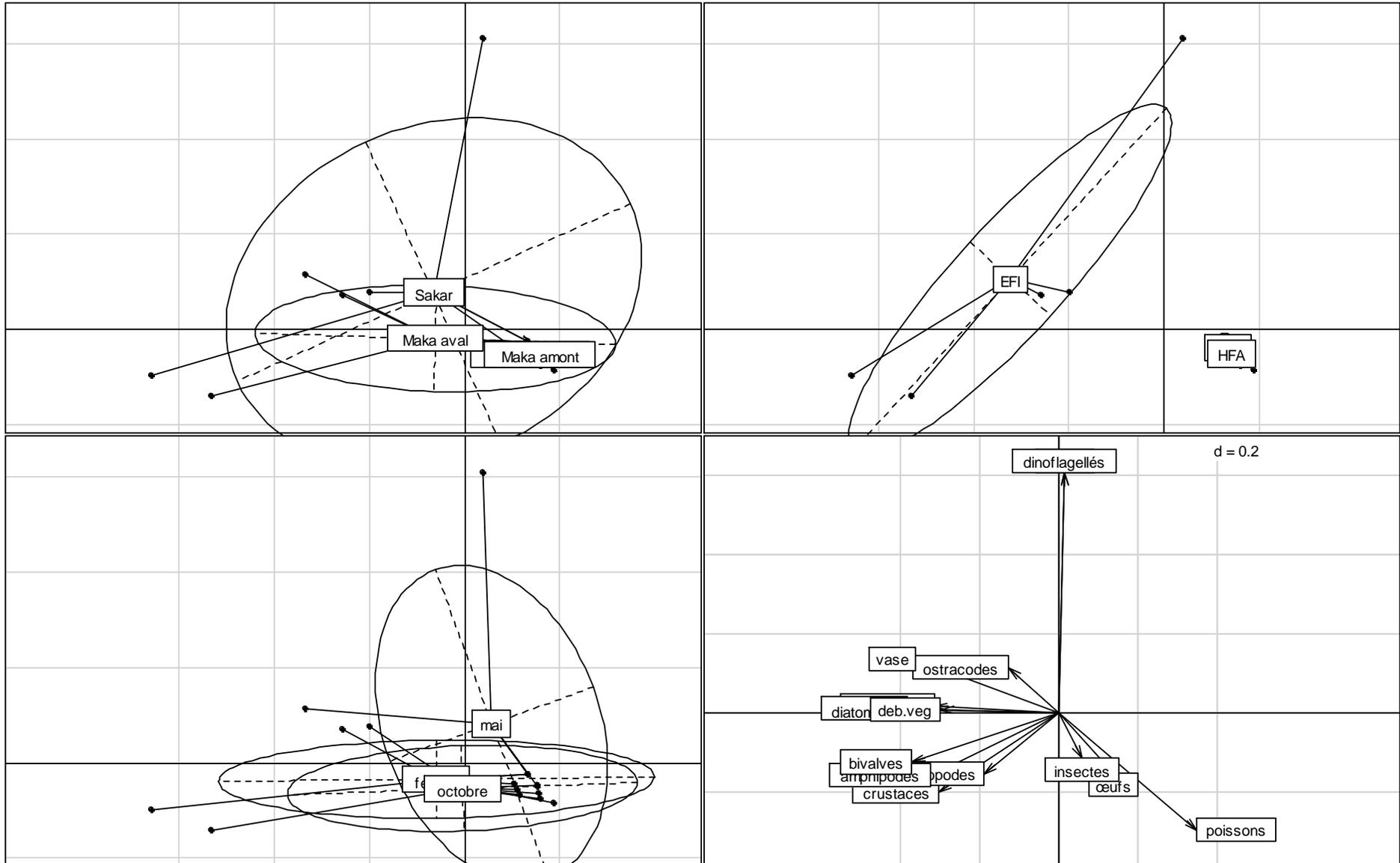
Tableau 5 : *Elops lacerta*.

| Mois    | Stations  | Poi.        | Zoopl.    |          | Div.     |
|---------|-----------|-------------|-----------|----------|----------|
|         |           | Lvs et juv. | crustacés | isopodes | insectes |
| octobre | Sakar     | 100         |           |          | 60       |
|         | Maka aval | 95          | 5         | 9        | 18       |
| février | Sakar     | 100         |           |          |          |
|         | Maka aval | 100         |           |          |          |
| mai     | Sakar     | 100         |           |          |          |
|         | Maka aval | 100         |           |          |          |

Poi. : Poissons ; Lvs : larves ; juv. : Juvéniles ; Zoopl : Zooplancton ; Div. : Divers ; NB : les espaces vides correspondent à des occurrences égales à 0%.

**Annexe IX :** Résultats du test statistique d'Analyses factorielles à Composante Principale (ACP) sur les occurrences de proies chez cinq espèces de poissons étudiées.





## **Annexe XI : Systématique des espèces étudiées**

*Sarotherodon melanotheron heudelotii ; Tilapia guineensis ; Hemichromis fasciatus*

**Classe :** Actinoptérygiens

**Ordre :** Perciformes (Perches)

**Famille :** Cichlidae

**Sous famille :** Pseudocrenilabrinae

*Ethmalosa fimbriata*

**Classe :** Actinoptérygiens

**Ordre :** Clupeiformes (Anchois, harengs et sardines)

**Famille :** Clupeidae

*Elops lacerta*

**Classe :** Actinoptérygiens

**Ordre :** Elopiformes (Tarpons)

**Famille :** Elopidae

### **Barrage anti-sel de Maka**



## **Sujet : Comparaison des populations de poissons amont/aval du barrage anti-sel de Maka sur la Casamance**

**Nom :** Ismaïla NDOUR

**Nature du document :** Mémoire DEA, soutenu le 21 Novembre 2007

**Président :** M. Mady Ndiaye, Maître de conférence (UCAD)

**Membres :** MM. Luis Tito de Morais, Chargé de Recherches (IRD)

Jean Marc Ecoutin, Chargé de Recherches (IRD)

Malick Diouf, Maître assistant (UCAD)

Papa Ndiaye, Maître de Recherches (IFAN)

Omar Thiom Thiaw, Professeur (UCAD)

### **Résumé**

L'étude comparative des traits de vie (régime alimentaire, reproduction, croissance) des espèces de poissons vivant de part et d'autre du barrage anti-sel de Maka sur la Casamance s'appuie sur des échantillonnages effectués en trois périodes différentes : octobre (salinités minimales annuelles), février (salinités intermédiaires), mai (salinités maximales annuelles). Cet ouvrage sépare deux environnements de salinité contrastée : une partie aval salée sous influence de l'estuaire inverse et une partie amont d'eau douce. Les régimes alimentaires des espèces sont abordés par la méthode classique d'analyse des contenus stomacaux en notant les occurrences des proies. Les paramètres de la reproduction ont été quantifiés à partir de l'examen macroscopique des gonades et du calcul du rapport gonado-somatique, du comptage et des mesures des diamètres ovocytaires et de la détermination de la taille de première maturité sexuelle ( $L_{50}$ ). La croissance est déduite du calcul des tailles moyennes. *Sarotherodon melanotheron heudelotii* et *Tilapia guineensis* élargissent leur spectre trophique en aval du barrage et pendant le mois de mai contrairement à *Hemichromis fasciatus* et *Elops lacerta* pour lesquelles aucune variation du régime alimentaire n'a été observée. Le régime trophique d'*Ethmalosa fimbriata* subit une variation saisonnière. Les ovocytes observés sont petits et nombreux dans les stations aval du barrage. Par contre, dans la partie amont ils sont gros et peu nombreux. A l'exception de la fécondité relative aucune différence significative n'est notée sur les paramètres de la reproduction et sur les tailles moyennes des individus entre l'amont et l'aval du barrage. Par contre en mai les ovocytes sont plus petits et plus nombreux, la  $L_{50}$  plus faible et le rapport gonado-somatique plus élevé qu'en octobre. Ils sont intermédiaires en février. Le pic d'infection parasitaire de *S. m. heudelotii* semble se situer aux environs de la salinité 5. La « plasticité » des traits de vie de ces espèces serait une réponse aux variations spatiales et temporelles de la salinité. Mais ces variations sont modérées par les stress (halin, thermique...) dont la population des poissons de Diana Malary (amont) a été soumise en mai. La comparaison des traits biologiques de ces espèces montre qu'elles s'adaptent aux différences spatio-temporelles de salinité en variant leur régime alimentaire, en modifiant leur reproduction et leur croissance.

**Mots clés :** Casamance, Estuaire, Barrage anti-sel, Amont/Aval, Sursalinisation, Reproduction, Régime alimentaire, Croissance, Parasite, *Tilapia guineensis*, *Sarotherodon melanotheron heudelotii*, *Hemichromis fasciatus*, *Ethmalosa fimbriata*, *Elops lacerta*.