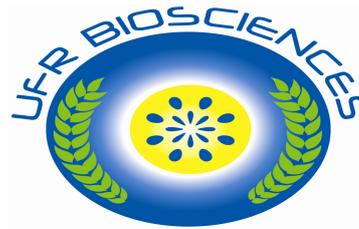


RÉPUBLIQUE DE CÔTE D'IVOIRE
Union-Discipline-Travail

MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UFR BIOSCIENCES
22 BP 582 Abidjan 22
Tél. / Fax : 22 44 44 73
Courriel : biosciences@univ-cocody.ci
ufrbiosciences@yahoo.fr

N° d'ordre : 647 / 2010

LABORATOIRE D'HYDROBIOLOGIE

THÈSE

Présentée à l'UFR Biosciences pour obtenir le titre de

DOCTEUR DE L'UNIVERSITÉ DE COCODY-ABIDJAN

Spécialité : Hydrobiologie

Par

KONAN Kouadio Justin

THÈME

**ÉTUDE DES PARAMÈTRES DE POPULATIONS, DE LA
BIOLOGIE DE REPRODUCTION ET DES STRATÉGIES
ALIMENTAIRES DU CICHLIDAE *Tylochromis jentinki*
(STEINDACHNER, 1895) DANS LA LAGUNE ÉBRIÉ
(CÔTE D'IVOIRE)**

Soutenue publiquement, le 18 février 2010, devant le jury composé de

M. KATI-COULIBALY Séraphin,	<i>Professeur, Université Cocody</i>	Président
M. KOUASSI N'Guessan Joël,	<i>Professeur, Université Cocody</i>	Directeur de Thèse
M. ATSÉ Boua Célestin,	<i>Maître de Recherches, Centre de Recherches Océanologiques</i>	Co-directeur de Thèse
M. KOUAMÉLAN Essétchi Paul,	<i>Maître de conférences, Université Cocody</i>	Rapporteur
M. N'DOUBA Valentin,	<i>Professeur, Université Cocody</i>	Examineur
M. N'DA Konan,	<i>Maître de Conférences, Université Abobo-Adjamé</i>	Examineur
M. KONÉ Tidiani	<i>Maître de conférences, Université Cocody</i>	Examineur

DÉDICACES

À DIEU LE PÈRE,

À DIEU LE FILS

ET À DIEU LE SAINT-ESPRIT

AVANT-PROPOS

Ce mémoire a été réalisé dans le cadre du programme de recherche sur la biologie et l'écologie des espèces à potentialités aquacoles du Centre de Recherches Océanologiques (CRO). Ce programme a été mené au Département Aquaculture sous la direction de Docteur ATSE Boua Célestin et la supervision de Professeur KOUASSI N'Guessan Joël. Cette thèse n'est donc pas uniquement le fruit de son auteur du fait que de nombreuses personnes ont contribué à son exécution. C'est pourquoi, bien modestement, mais avec sincérité, je me dois de remercier de nombreuses personnes et dans l'éventualité où j'en aurais oublié certaines, je les prie de bien vouloir m'en excuser...

Je tiens à remercier en premier lieu le Professeur KATI-COULIBALY Séraphin pour avoir accepté de présider le jury de cette thèse et apporté sa contribution à mon évaluation.

Que serait un doctorant sans encadreur ? Je remercie le Professeur KOUASSI N'Guessan Joël, Directeur de la thèse à l'égard de qui j'éprouve un sentiment de profonde estime et d'infinie gratitude pour m'avoir permis de réaliser cette thèse en dépit des conditions particulièrement difficiles. Je vous suis également reconnaissant de l'intérêt et de la confiance que vous m'avez témoignés durant toutes ces années.

Je veux rendre hommage à monsieur ATSE Boua Célestin, Maître de Recherches au Centre de Recherches Océanologiques et Co-directeur de cette thèse qui m'a patiemment soutenu, guidé et supporté. Merci infiniment pour l'intérêt, les éclaircissements apportés, les encouragements, les conseils, les critiques et surtout le temps consacré à ma formation. Nos débats sont loin d'être clos et nous réservent, je l'espère, encore bien des surprises.

Au professeur N'DOUBA Valentin, j'exprime mes sincères remerciements pour avoir accepté de prendre part à ce jury.

Je tiens à remercier monsieur KOUAMÉLAN Essétchi Paul, Maître de conférences à l'Université de Cocody pour l'apport inestimable qu'il m'a apporté par ses observations et suggestions lors de la rédaction de cette thèse. Merci infiniment d'avoir accepté d'être Rapporteur de cette thèse.

Monsieur N'DA Konan, Maître de Conférences à l'Université d'Abobo-Adjamé, soyez assuré de mon infinie reconnaissance pour avoir accepté de juger ce travail.

Ma gratitude va tout particulièrement à l'endroit de monsieur KONÉ Tidiani, Maître de Conférences à l'Université de Cocody pour ses critiques et suggestions lors de la rédaction de cette thèse et surtout pour avoir accepté de prendre part à ce jury.

Mes vifs remerciements vont à la direction du Centre de Recherches Océanologiques d'Abidjan pour les conditions de travail favorables dont j'ai bénéficiées. J'ai été très ému par la qualité de l'accueil que ce centre m'a constamment offert et surtout le financement total de ce travail.

Que monsieur OUATTARA Allassane, Maître de Conférences à l'Université d'Abobo-Adjamé reçoive ma reconnaissance et mes remerciements pour le soutien inestimable qu'il m'a toujours accordé.

Que madame D'ALMÉIDA Marie Anne, Maître de Conférences à l'Université de Cocody trouve ici toute ma reconnaissance pour sa disponibilité, ses encouragements et pour avoir bien voulu m'initier aux techniques d'histologie.

J'adresse une mention spéciale à Docteur OUATTARA Issa Nahoua pour son précieux concours et pour sa contribution à l'amélioration de ce document.

Je témoigne toute ma gratitude aux Docteurs BLÉ Mélécony Célestin et ALLA Yao Laurent pour leurs critiques et leurs contributions à l'amélioration de ce mémoire.

J'exprime également mon infinie reconnaissance à Monsieur COULIBALY Ivan Habib, Ingénieur Agronome, dont le professionnalisme a permis la réalisation d'un échantillonnage de qualité, préalable indispensable à tout travail scientifique. Ses conseils et surtout ses qualités humaines ont fait de lui un véritable ami.

J'éprouve un réel plaisir à remercier tous les techniciens du Département Aquaculture du CRO (Mesdemoiselles ORSOH Jacqueline, YÉ Sata, DJAKO Moya, ADOU Madeleine, AKOUA Rachel, Messieurs YAO Michel, DANHO Patrick, ZOHIN Serge, KOUADIO Fulbert, BINATÉ Issouf, KOUMA Souleymane, ANIMAN Joseph, ASSALÉ Richard, BLÉ Aimé) pour leur collaboration. Je n'oublie pas YAO Bertin, COULIBALY Mohamed et YAO Bernard, chauffeurs de l'équipe de recherche.

Je remercie tout particulièrement Monsieur SYLLA Soumaïla et feu PANGNI Koffi (Etudiants en année de thèse à l'Université de Cocody) pour leur franche collaboration et l'ambiance d'amitié qu'ils ont su entretenir et surtout pour leurs critiques positives.

J'ai pris plaisir à travailler avec de nombreux camarades stagiaires qui, par leur collaboration m'ont aidé à mener à terme ce travail. Je peux citer au passage, Mesdames OUATTARA née COULIBALY Alice et KOFFI née BILÉ Apolline, Mesdemoiselles KOUMI Rachel et BODJI Marcelle, Messieurs, YAPO Laurince, DJADJI Gervais, OUTCHOUMOU Athanase et OSSEY Bruno, tous en année de thèse à l'Université de Cocody et à l'Université d'Abobo-Adjamé. Je leur souhaite bonne chance et bon courage dans leurs œuvres doctorales respectives.

J'exprime aussi ma gratitude aux nombreuses personnes dont la sympathie, les encouragements et le soutien moral et matériel ont été de réelles sources de motivation pour moi. Il s'agit de : Messieurs GNAMIEN Djè, KOUAMÉ Dominique, KOUAMÉ François, AHONGO Blaise, KOICOU Angban J-B, YAO Bertin, KONAN Raymond et Mademoiselle KOUADIO Odette ; Docteurs GOORÉ Bi Gouli, YAO Silvain, N'ZI Gervais, BERTÉ Siaka et KOMOÉ Koffi ; des Doctorants du laboratoire d'Hydrobiologie BLAHOUA Georges, BÉDIA Théophile, KOUAMÉ Augustin et COULIBALY Abdoulaye ; tout le personnel technique du CRO et de la station d'aquaculture expérimentale de Layo.

A tous mes amis (KOUADIO Clément, OULAÏ Sylvie, FLAN Sahon, KOUAMÉ Vilaré, GUEADÉ Abel, KOUAMÉ N'Guessan), j'adresse mes sincères remerciements pour leur soutien moral et matériel.

Une pensée pieuse à feu SÉKA Aboua Octave pour son importante contribution à l'étude du régime alimentaire.

A mon père DJÈ Konan (disparu en 2001), à mes frères défunts, KONAN Kouamé (2001) et KONAN Djè (2006), à ma mère KOUADIO Aya, à mes Sœurs KONAN N'Guessan et KONAN Kra, à mes Frères KONAN Yao, KONAN Alexis et KONAN N'Dri, j'adresse mes sincères remerciements pour leur confiance et leur soutien moral. Qu'ils reçoivent ici l'expression de ma plus tendre affection.

TABLE DES MATIÈRES

DÉDICACES-----i

AVANT-PROPOS-----ii

TABLE DES MATIÈRES-----v

LISTE DES ABRÉVIATIONS-----x

LISTE DES FIGURES-----xi

LISTE DES TABLEAUX-----xv

INTRODUCTION -----1

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS -----6

1- MILIEU D'ÉTUDE-----7

1-1- Situation géographique -----7

1-2- Sols et végétation -----7

1-3- Hydrologie -----9

1-4- Hydroclimat -----10

1-5- Secteurs lagunaires-----12

1-6- Caractéristiques des principaux facteurs hydroclimatiques-----13

 1-6- 1- Température -----13

 1-6-2- Salinité -----13

 1-6-3- Oxygène dissous -----14

 1-6-4- Transparence -----14

1-7- Communautés d'organismes-----14

1-7-1- Communautés phytoplanctoniques	14
1-7-2- Communautés phytobenthiques	15
1-7-3- Communautés zooplanctoniques	15
1-7-4- Communautés benthiques	16
1-7-5- Faune ichthyologique	17
2- PRÉSENTATION DE L'ESPÈCE ÉTUDIÉE	18
2-1- Caractères généraux des Cichlidae	18
2-2- Caractères généraux du genre <i>Tylochromis</i>	19
2-3- Position systématique de <i>Tylochromis jentinki</i>	20
2-4- Caractéristiques spécifiques de <i>Tylochromis jentinki</i>	20
2-4-1- Morphologie	20
2-4-2- Coloration	21
2-5- Distinction des sexes	23
2-6- Répartition géographique	23
2-7- Âge et croissance	25
2-8- Biologie et écologie	27
2-8-2- Influence des paramètres physico-chimiques	27
2-8-3- Reproduction	28
2-8-4- Stratégies alimentaires	30
CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES	32
1- MATÉRIEL	33
1-1- Matériel technique	33
1-1-1- Matériel de mesure des paramètres physico-chimiques	33
1-1-2- Matériel d'échantillonnage de <i>Tylochromis jentinki</i>	33
1-1-3- Autres matériels	35
1-2- Matériel biologique	35

2- MÉTHODES -----	35
2-1- Choix des secteurs d'étude -----	35
2-2- Mesure des variables environnementales -----	37
2-3- Échantillonnage et identification des poissons -----	37
2-4- Détermination de l'âge et de la croissance -----	38
2-4-1- Paramètres de croissance -----	38
2-4-2- Croissance linéaire-----	38
2-4-3- Relation longueur-âge et taux de croissance absolue-----	40
2-4-4- Âge maximum-----	40
2-4-5- Relation longueur-masse-----	41
2-4-6- Modélisation de la croissance en masse -----	41
2-4-7- Estimation de la mortalité -----	42
2-5- Biologie de la reproduction -----	43
2-5-1- Échelle macroscopique de maturité sexuelle -----	43
2-5-2- Comptage et mesure du diamètre des ovocytes -----	45
2-5-3- Techniques histologiques -----	45
2-5-3-1- Fixation des échantillons -----	45
2-5-3-2- Inclusion et coupe -----	45
2-5-3-3- Coloration, observation et comptage des cellules -----	46
2-5-4- Expression des résultats-----	46
2-5-4-1- Sex-ratio-----	46
2-5-4-2- Taille de première maturité sexuelle -----	47
2-5-4-3- Rapport gonadosomatique (RGS) -----	48
2-5-4-4- Rapport hépatosomatique (RHS) -----	49
2-5-4-5- Facteur de condition (K)-----	49
2-5-4-6- Fécondités absolue et relative-----	50
2-5-4-7- Diamètres ovocytaires -----	50
2-6- Habitudes et stratégies alimentaires -----	51
2-6-1- Rythme alimentaire -----	51

2-6-2- Analyse des contenus stomacaux -----	51
2-6-3- Expression des résultats-----	52
2-6-3-1- Coefficient intestinal -----	52
2-6-3-2- Coefficient de réplétion -----	53
2-6-3-3- Classes de taille des poissons -----	53
2-6-3-4- Indices alimentaires -----	53
2-7- Traitements statistiques -----	56
2-7-1- Khi-deux -----	56
2-7-2- Analyse de variance-----	57
2-7-3- Analyse de classification hiérarchique ascendante (<i>cluster analysis</i>) -----	57
2-7-4- Coefficient de corrélation de rang de Spearman (Rs)-----	58
 CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION -----	 59
 1- ENVIRONNEMENT ABIOTIQUE -----	 60
1-1- Résultats -----	60
1-1-1- Température -----	60
1-1-2- Oxygène dissous -----	60
1-1-3- pH -----	61
1-1-4- Salinité -----	61
1-1-5- Conductivité -----	62
1-1-6- Transparence -----	62
1-2- Discussion -----	65
 2- ÂGE ET CROISSANCE -----	 68
2-1- Résultats -----	68
2-1-1- Distribution des fréquences de tailles-----	68
2-1-2- Paramètres de croissance -----	68
2-1-3- Estimation des longueurs aux groupes d'âge et des taux de croissance absolue	71
2-1-4- Relation longueur standard-masse totale -----	71

2-1-5- Expression mathématique de la croissance pondérale-----	74
2-1-6- Estimation de la valeur de l'âge maximum -----	74
2-1-7- Mortalité -----	75
2-1-8- Taille de première capture -----	75
2-1-9- Recrutement -----	75
2-2- Discussion -----	79
3- BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION -----	82
3-1- Résultats-----	82
3-1-1- Sex-ratio-----	82
3-1-2- Taille de première maturité sexuelle -----	82
3-1-3- Variations du pourcentage des stades de maturation -----	87
3-1-4- Variations mensuelles du rapport gonadosomatique (RGS)-----	89
3-1-5- Variations mensuelles du rapport hépatosomatique (RHS)-----	93
3-1-6- Variations mensuelles du facteur de condition (K) -----	97
3-1-7- Morphologie des gonades de <i>Tylochromis jentinki</i> -----	101
3-1-8- Échelle microscopique de développement sexuel-----	101
3-1-8-1- Analyse de l'ovogenèse-----	101
3-1-8-2- Distribution des fréquences de taille des ovocytes-----	104
3-1-9- Fécondité et diamètre ovocytaire -----	108
3-2- Discussion -----	110
3-2-1- Sex-ratio-----	110
3-2-2- Taille de première maturité sexuelle-----	111
3-2-3- Cycle de maturation des gonades et périodes de reproduction -----	113
3-2-4- Histologie et structure des gonades -----	116
3-2-5- Fécondité et diamètre des ovocytes -----	117

4- HABITUDES ET STRATÉGIES ALIMENTAIRES	119
4-1- Résultats	119
4-1-1- Rythme d'activité alimentaire	119
4-1-1-1- Captures	119
4-1-1-2- Rythme alimentaire	119
4-1-2- Activité alimentaire	121
4-1-2-1- Variation mensuelle du coefficient de réplétion	121
4-1-2-2- Variation du coefficient de réplétion en fonction de la période de reproduction	121
4-1-3- Coefficient intestinal	125
4-1-4- Régime alimentaire	127
4-1-4-1- Taux de vacuité	127
4-1-4-2- Composition générale du régime alimentaire	127
4-1-4-3- Variation du régime alimentaire en fonction de la taille des individus	131
4-1-4-4- Variation du régime alimentaire en fonction des stations d'étude	134
4-1-4-5- Variation du régime alimentaire en fonction des saisons hydrologiques	137
4-2- Discussion	140
4-2-1- Rythme alimentaire	140
4-2-2- Activité alimentaire	142
4-2-3- Coefficient intestinal	143
4-2-4- Régime alimentaire	144
CONCLUSION GÉNÉRALE	147
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	152
ANNEXE	176

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ANOVA	Analysis of variance
CRO	Centre de Recherches Océanologiques
ELEFAN I	Electronic Length-Frequency Analysis
FiSAT	FAO-ICLARM Stock Assessment Tools
ICLARM	International Center for Living Aquatic Resources Management
K	Facteur de condition
L_{∞}	Longueur maximale théorique ou longueur asymptotique
LF	Longueur à la fourche
L_i	Longueur de l'intestin
LS	Longueur standard
LT	Longueur totale
mS	Millisiemens
qsp	Quantité suffisante pour
r	Coefficient de régression
RGS	Rapport gonadosomatique
RHS	Rapport hépatosomatique
R_s	Coefficient de corrélation de rang de Spearman
SODEXAM	Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique
φ'	Indice de performance de croissance

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de la lagune Ébrié (I à VI) et localisation des différentes stations de prélèvement (●)----- 8

Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la lagune Ébrié enregistrées entre février 2004 et janvier 2006 (données provenant de la SODEXAM : Société d’Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique). GSP = grande saison des pluies, PSS = petite saison sèche, PSP = petite saison des pluies, GSS = grande saison sèche----- 11

Figure 3 : *Tylochromis jentinki* (d’après Paugy *et al.*, 2003)----- 22

Figure 4 : Spécimens mâle et femelle de *Tylochromis jentinki* (Steindachner, 1895) provenant de la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006 -----22

Figure 5 : Répartition géographique de *Tylochromis jentinki* sur le continent africain (d’après Paugy *et al.*, 2003)-----24

Figure 6 : Quelques appareils de mesure des paramètres physico-chimiques [(a = oxymètre, b = appareil multiparamètre (pH mètre, conductimètre et salinomètre), c = disque de Secchi)] -----34

Figure 7 : Quelques appareils de pesée, de coupe et d’observation (a = balance; b = microtome ; c = loupe binoculaire ; d = microscope associé à une caméra et à un écran vidéo)-----36

Figure 8 : Variations des caractéristiques physico-chimiques observées entre février 2004 et janvier 2006 (moyenne ± écart-type) dans la lagune Ébrié (a = température ; b = pH ; c = oxygène dissous ; d = salinité ; e = transparence ; f = conductivité). -----63

Figure 9 : Structure de taille des femelles (n = 1007) et mâles (n = 843) de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié ---- 69

Figure 10 : Modélisation de la croissance de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié par le modèle de Von Bertalanffy (a = distribution fréquence-longueur normale ; b = distribution fréquence-longueur) ----- 70

Figure 11 : Relation longueur standard-masse totale des individus mâles (n = 843) et femelles (n = 1007) de *Tylochromis jentinki* capturés en lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006----- 73

Figure 12 : Courbe de capture linéarisée de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006----- 76

Figure 13 : Courbe de première capture (L_{50}) de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006----- 77

Figure 14 : Schéma de recrutement de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006----- 78

Figure 15 : Détermination de la taille de première maturité sexuelle (L_{50}) en fonction de la taille chez les mâles (n = 843) et les femelles (n = 1007) de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié----- 85

Figure 16 : Détermination de la taille de première maturité sexuelle (L_{50}) en fonction des stations d'échantillonnage des femelles et des mâles de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié (a =Layo ; b = Ahua ; c = Gboy)----- 86

Figure 17 : Pourcentage des stades de maturation des femelles et des mâles de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 en lagune Ébrié (st1 = immature ; st2 = début maturation ; st3 = maturation ; st4 = activité sexuelle (mâles), pré-ponte (femelles) ; st5 = post émission (mâles), ponte (femelle) ; st6 = post ponte)---- 88

Figure 18 : Variations mensuelles du rapport gonadosomatique (moyenne \pm écart-type) des mâles (n = 742 ; 93 < LS < 235) et femelles (n = 893 ; 81 < LS < 225) matures de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006-90

Figure 19 : Variations mensuelles comparatives du rapport gonadosomatique (moyenne \pm écart-type) des mâles (n = 742 ; 93 < LS < 235) et femelles (n = 893 ; 81 < LS < 225) matures de *Tylochromis jentinki* à Layo, à Ahua et à Gboyo entre février 2004 et janvier 2006-----91

Figure 20 : Variations mensuelles du rapport hépatosomatique (moyenne \pm écart-type) des mâles (n = 742 ; 93 < LS < 235) et femelles (n = 893 ; 81 < LS < 225) matures de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006-----94

Figure 21 : Variations mensuelles comparatives du rapport hépatosomatique (moyenne \pm écart-type) des mâles (n = 742 ; 93 < LS < 235) et femelles (n = 893 ; 81 < LS < 225) matures de *Tylochromis jentinki* à Layo, à Ahua et à Gboyo entre février 2004 et janvier 2006 -----95

Figure 22 : Variations mensuelles du facteur de condition (moyenne \pm écart-type) des mâles (n = 742 ; 93 < LS < 235) et femelles (n = 893 ; 81 < LS < 225) matures de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié ----98

Figure 23 : Variations mensuelles comparatives du facteur de condition (moyenne \pm écart-type) des mâles (n = 742 ; 93 < LS < 235) et femelles (n = 893 ; 81 < LS < 225) matures de *Tylochromis jentinki* à Layo, à Ahua et à Gboyo entre février 2004 et janvier 2006 -----99

Figure 24 : Gonades mâles (a) au stade IV et femelles (b) au stade V de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006----- 102

Figure 25 : Stades microscopique de maturation 1 et 2 des ovocytes de <i>Tylochromis jentinki</i> capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié (Grossissement : x 50) -----	103
Figure 26 : Stades microscopique de maturation 3 et 4 des ovocytes de <i>Tylochromis jentinki</i> capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié (Grossissement : x 50) -----	105
Figure 27 : Stades microscopique de maturation 5 et 6 des ovocytes de <i>Tylochromis jentinki</i> capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié (Grossissement : x 50) -----	106
Figure 28 : Distributions de fréquences de taille des ovocytes dans les gonades à différents stades macroscopiques chez <i>Tylochromis jentinki</i> dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006. n = nombre de femelles-----	107
Figure 29 : Relation fécondité absolue-longueur standard (a) et fécondité relative-longueur standard (b) de <i>Tylochromis jentinki</i> capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié. n = 328 ; Fa = fécondité absolue ; Fr = fécondité relative ; LS = longueur standard ; fem. = femelle ; ovo. = ovocytes -----	109
Figure 30 : Taux de capture de <i>Tylochromis jentinki</i> (n = 235) exprimé en nombre total d'individus (moyenne de deux cycles nycthéméraux) à la station de Layo entre février 2004 et janvier 2006-----	120
Figure 31 : Variations nycthémérales du coefficient de réplétion stomacal moyen (\pm écart-type) (moyenne de deux cycles nycthéméraux) de <i>Tylochromis jentinki</i> (n = 235) à la station de Layo entre février 2004 et janvier 2006-----	120
Figure 32 : Variations mensuelles du coefficient de réplétion (moyenne \pm écart-type) de <i>Tylochromis jentinki</i> dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006 -----	122

Figure 33 Variation mensuelle du coefficient de réplétion (moyenne \pm écart-type) de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des différents sites d'échantillonnage ----- 122

Figure 34: Relation entre la consommation d'aliments et le stade de maturité sexuelle de *Tylochromis jentinki* dans les différentes stations d'échantillonnage de la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006 (moyenne \pm écart-type). Les histogrammes portant différentes lettres présentent une différence significative ($p < 0,05$) ----- 123

Figure 35 : Relation entre la longueur de l'intestin (Li) et la longueur standard (LS) de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié. n = nombre de spécimens ----- 126

Figure 36 : Variations mensuelles du taux de vacuité (moyenne \pm écart-type) de *Tylochromis jentinki* (n = 1850 ; $75 < LS < 235$) entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié ----- 128

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Échelle macroscopique de maturité des gonades de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié proposée par Amon-Kothias (1982) et modifiée en fonction des informations sur le terrain ----- 44

Tableau II : Résultats de l'analyse de variance à deux facteurs comparant les paramètres physico-chimiques en fonction des stations d'échantillonnage et des saisons hydrologiques dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006. ss = saison sèche ; sp = saison des pluies.----- 64

Tableau III : Paramètres de population de *Tylochromis jentinki* déterminés selon FiSAT dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006----- 72

Tableau IV : Données âge-longueur standard, âge-masse totale et taux de croissance absolue calculés à partir de l'équation de croissance de Von Bertalanffy de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006. TCA = taux de croissance absolue -----72

Tableau V : Longueurs standard (mm), nombre de mâles et de femelles et leurs sex-ratios correspondants de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006. (n) = nombre de spécimens ; M = Mâles ; F = Femelles ; L_{min-max} = longueur minimale-maximale-----83

Tableau VI : Variations mensuelles de la sex-ratio de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des stations d'échantillonnage -----84

Tableau VII : Résultats des tests de Tukey de comparaisons à *posteriori* de moyennes du rapport gonadosomatique des femelles de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des stations d'échantillonnage. M = moyenne -----92

Tableau VIII : Résultats des tests de Tukey de comparaisons à *posteriori* de moyennes du rapport gonadosomatique des mâles de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des différentes stations d'échantillonnage. M = moyenne -----92

Tableau IX : Résultats des tests de Tukey de comparaisons à *posteriori* de moyennes du rapport hépatosomatique des femelles de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des différentes stations d'échantillonnage. M = moyenne -----96

Tableau X : Résultats des tests de Tukey de comparaisons à *posteriori* de moyennes du rapport hépatosomatique des mâles de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des différentes stations d'échantillonnage. M = moyenne -----96

Tableau XI : Résultats des tests de Tukey de comparaisons à *posteriori* de moyennes du facteur de condition des femelles de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des différentes stations d'échantillonnage. M = moyenne -----100

Tableau XII : Résultats des tests de Tukey de comparaisons à *posteriori* de moyennes du facteur de condition des mâles de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des différentes stations d'échantillonnage. M = moyenne -----100

Tableau XIII : Résultats de l'analyse de variance à deux facteurs comparant les coefficients de réplétion en fonction des stations d'échantillonnage et des stades de maturité sexuelle de *Tylochromis jentinki* capturé dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006. dl = degré de liberté ; MS = moyenne des carrés ; F = Fisher ; p = probabilité----- 124

Tableau XIV : Composition du régime alimentaire général de *Tylochromis jentinki* (n = 1850 ; 75 < LS < 235) capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié. %F = Pourcentage d'occurrence ; %N = Pourcentage numérique ; %P = Pourcentage pondéral ; IRI = Indice d'importance relative ----- 129

Tableau XV : Composition du régime alimentaire des trois groupes de classes de taille de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006 et pourcentages d'indice d'importance relative correspondants : n = nombre de spécimens examinés. Juvéniles = LS < 97 mm ; Subadultes = 97 mm ≤ LS < 122 mm ; Adultes = LS ≥ 122 mm. ----- 132

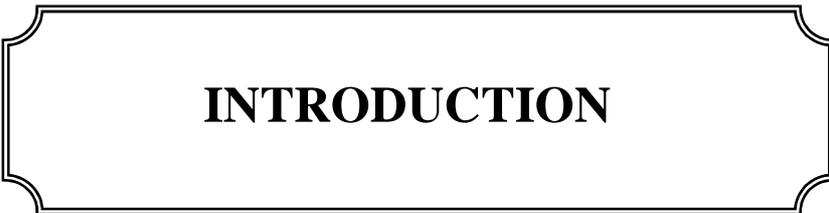
Tableau XVI : Résultats de l'analyse du coefficient de corrélation des rangs de Spearman pour comparer les compositions trophiques des trois groupes de *Tylochromis jentinki* dans les stations d'échantillonnage de la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 : nombre entre parenthèse = nombre d'estomacs examinés ; N = nombre d'items ingérés ; Rs = coefficient de Spearman ; p = probabilité----- 133

Tableau XVII : Régime alimentaire de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des stations d'échantillonnage : IRI = Indice d'importance relative ; n = nombre d'estomacs examinés ----- 135

Tableau XVIII : Résultats de l'analyse du coefficient de corrélation des rangs de Spearman pour comparer les compositions trophiques des spécimens de *Tylochromis jentinki* dans les stations d'échantillonnage de la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 : nombre entre parenthèse = nombre d'estomacs examinés ; N = nombre d'items ingérés ; Rs = coefficient de Spearman ; p = probabilité----- 136

Tableau XIX : Composition du régime alimentaire de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des deux saisons hydrologiques dans les stations d'échantillonnage : ss = saison sèche ; sp = saison des pluies ; nombre entre parenthèse = nombre d'estomacs examinés ----- 138

Tableau XX : Résultats de l'analyse du coefficient de corrélation des rangs de Spearman pour comparer les compositions trophiques des spécimens de *Tylochromis jentinki* au cours des deux saisons hydrologiques dans la lagune entre février 2004 et janvier 2006 : nombre entre parenthèse = nombre d'estomacs examinés ; N = nombre d'items ingérés ; p = probabilité ; Rs = coefficient de Spearman, sp = saison des pluies ; ss = saison sèche----- 139



INTRODUCTION

Dans les écosystèmes aquatiques, les poissons sont les organismes les mieux connus à cause de leur taille, leur abondance, leur diversité et surtout leur importance économique (Karr, 1981). Le poisson est une source naturelle de nourriture très importante dans le monde. Il fournit des protéines, des acides aminés essentiels, des vitamines, des minéraux et d'autres éléments sous forme de trace à des milliards de personnes à travers le monde (Williams, 1997). En 2006, plus de 75 % de la production mondiale de poisson a été consommée soit 16,7 kilogrammes / personne (FAO, 2007). Le poisson contribue donc à la sécurité alimentaire dans de nombreuses régions du monde. En effet, beaucoup de pays en développement dépendent du poisson comme source principale de protéines qui représente plus de 45 % des apports protéiques d'origine animale. L'augmentation de la consommation du poisson est la conséquence de son image de produit naturel, sain et agréable à consommer. En outre, les propriétés nutritionnelles particulières aux poissons, par exemple, leur faible taux lipidique lié à une teneur élevée en acides gras polyinsaturés font que leur consommation est souvent recommandée par les diététiciens (Ifremer, 1998). D'autre part, l'augmentation des populations rurales et urbaines de façon générale accroît la demande en ressources alimentaires et le besoin en protéines se ressent le plus dans les zones tropicales où se situent la plupart des pays en voie de développement (Moses, 1983).

D'une manière générale, le poisson joue aujourd'hui un rôle de plus en plus important à mesure que la pêche et ses régimes changent, que les revenus suivent de nouveaux modes de répartition, et que le volume de la demande en poissons et du commerce international augmente (Ahmed, 1997). En effet, le poisson est un produit alimentaire dont le volume des échanges sur les marchés internationaux suit une évolution très rapide qui n'est pas sans susciter de grandes inquiétudes quant aux approvisionnements futurs des populations les plus démunies (Ahmed, 1997). Selon Daget (1994), l'approvisionnement en poissons par la pêche est l'une des plus anciennes activités qui a permis à l'Homme de subsister. Cette pêche peut dans bien des cas être une activité rentable, prospère si les ressources halieutiques sont gérées de façon rationnelle (Garcia et Demetropoulos, 1986). Dans le cas contraire, ces mêmes ressources peuvent s'épuiser rapidement. Cela est d'autant plus vrai qu'aujourd'hui en Afrique, les écosystèmes aquatiques subissent une pression anthropique de plus en plus forte. Les conséquences de ces activités amplifiées par la croissance démographique galopante mettent en danger la faune aquatique et donc la durabilité de la pêche (Gourène *et al.*, 1999 ; Bloundi, 2005). Cette situation se traduit, entre autres, par de fortes variations qualitatives et/ou quantitatives de la diversité et de la dynamique de populations, et dans certains cas, par la disparition complète de certaines espèces (Läe, 1999 ; Gold, 2002 ; Bloundi, 2005). En

réponse à ces perturbations, certaines espèces de poissons présentent des adaptations écophysiologiques remarquables et/ou développent des adaptations touchant les phénomènes de croissance ou de reproduction : maturité sexuelle précoce, nanisme, variation de croissance (Legendre et Ecoutin, 1996 ; Duponchelle et Panfili, 1998). En situation de détresse, ces espèces font preuve de capacités adaptatives très poussées leur permettant de se développer au détriment d'espèces moins plastiques (Laë, 1999 ; Stiassny et Meyer, 1999).

Face à ces perturbations importantes des écosystèmes, il est plus que urgent de trouver des éléments de réponses permettant de gérer de façon rationnelle les ressources naturelles par la mise en place de programmes adéquats de recherches. Les objectifs de ces programmes sont la préservation des populations sauvages et la restauration de leurs habitats (Weiner, 1998 ; Gnohossou, 2006). Cependant, les prises de décisions en termes de réhabilitation et de restauration des milieux sont complexes et délicates, du fait : (1) de l'étendue des perturbations des milieux et de la complexité du fonctionnement des écosystèmes aquatiques ; (2) de la complexité du système juridique et administratif et du grand nombre d'intervenants ; (3) de la diversité des objectifs des gestionnaires (Petts et Amoros, 1993 ; Maridet, 1994). Pour atteindre ces objectifs, des connaissances approfondies de la biologie et de l'écologie des différentes espèces et des aspects environnementaux susceptibles d'affecter directement ou indirectement les stocks exploités sont requises. Il est vrai qu'au stade actuel des connaissances, il est invraisemblable, voire utopique surtout en Afrique de maîtriser ces différents aspects et de prendre en compte l'ensemble des espèces habitant un milieu donné. Cependant, ces études devront surtout concerner le rôle des principales espèces cibles ayant une valeur économique ou écologique dans le maintien de l'équilibre du milieu qui les abrite. L'identification des espèces a fait l'objet de plusieurs études notamment chez les Siluriformes et les Tilapias (Legendre 1991 ; Otémé *et al.*, 1996). Malheureusement, il n'y a pas de consensus sur le sujet puisque les critères diffèrent selon le contexte socio-économique. L'un des critères principaux est le potentiel de croissance qui avant même la maîtrise de la reproduction, est un caractère essentiel pour la viabilité économique de l'élevage dans les pays en voie de développement (Glasser, 2003). D'autres critères entre autres, une bonne représentation de l'espèce dans les statistiques de la pêche artisanale et une résistance en captivité peuvent également constituer un indice d'une bonne aptitude à la pisciculture.

L'analyse du régime alimentaire des espèces animales a longtemps été et continue d'être l'une des premières étapes dans l'étude de leur écologie (Kaiser et Hughes, 1993). En effet, le régime alimentaire constitue un aspect fondamental de la niche écologique d'une espèce, et peut en partie expliquer les phénomènes de compétitions inter et intra-spécifiques

(De Pirro *et al.*, 1999 ; Abdel-Aziz et Gharib, 2007 ; Mequilla et Campos, 2007), les relations "prédateur-proie" (Sih et Wooster, 1994), et les interactions indirectes entre communautés (Soluk et Richardson, 1997). Aussi, la compréhension des régimes alimentaires et la prédiction de leur changement en réponse à la disponibilité et à la qualité des ressources trophiques, constituent-elles des problématiques majeures en biologie (Sih et Christensen, 2001).

La stratégie de reproduction d'une espèce de poisson dans un environnement donné, recouvre un ensemble de traits biologiques comme l'âge à la première reproduction, la relation entre la taille et la fécondité, le comportement parental, la saison de reproduction et la taille des ovocytes (Poulet, 2004). Du point de vue de la gestion et/ou de la conservation, une connaissance approfondie de la biologie de la reproduction d'une espèce permet de mieux gérer le stock de géniteurs et partant de la population. Ainsi, déterminer la taille de première maturité sexuelle permet d'instaurer une taille minimale de capture dans les pêcheries (Lehtonen, 1983 ; Mehanna, 2007). De même, la connaissance de la biologie de reproduction d'une espèce permet de déterminer les dates d'interdiction de sa pêche ou de mettre en réserve sa frayère. Cet ensemble de considérations a motivé une série de travaux portant sur la biologie, l'écologie, l'éthologie et la croissance des tilapias lagunaires (Legendre 1991 ; Otémé *et al.*, 1996 ; Agnèse, 1998).

Si l'introduction d'espèces allochtones en pisciculture a parfois eu un effet bénéfique en Asie du Sud-est, divers arguments militent en faveur de l'utilisation d'espèces autochtones. Selon Pauly (1976), la tilapiaculture ne repose que sur un petit nombre d'espèces à large distribution géographique, sans faire attention aux espèces à distribution limitée. De telles espèces adéquatement étudiées, pourraient être aisément élevées dans les biotopes où elles sont spécialement nichées. Depuis quelques années, *Tylochromis jentinki* (Steindachner, 1895), espèce à distribution limitée aux côtes ouest africaines a fait l'objet d'études en vue d'évaluer ses potentialités aquacoles. Des essais d'élevage entrepris à la station d'aquaculture expérimentale de Layo en ont confirmé ses potentialités pour l'aquaculture (Amon-Kothias, 1982). Bien que n'ayant pas encore été signalé comme une espèce menacée d'extinction, *T. jentinki* est la cible privilégiée de certains pêcheurs amateurs surtout dans les secteurs à faibles salinités. Il est donc impératif qu'une attention particulière soit portée sur cette espèce de manière à la préserver. De plus, ce poisson pouvant atteindre une taille de 390 mm (LT) présente un intérêt économique important pour les populations locales (Amon-Kothias, 1982), ce qui lui confère une valeur commerciale très intéressante sur le marché local. Malgré l'intérêt que représente cette espèce sur le plan de développement de la pêche et de

l'aquaculture, les connaissances concernant sa biologie et son écologie demeurent sommaires. Les seules informations disponibles sont celles d'ordre général, basées sur la description du spectre alimentaire des adultes, l'estimation de quelques aspects de la reproduction ainsi que les principaux paramètres d'exploitation de la pêche artisanale (Amon-Kothias, 1982).

Le présent mémoire se propose donc de contribuer aux bases de données biologiques existantes en vue de l'élevage de cette espèce. L'objectif principal est d'étudier les paramètres de populations, les traits caractérisant la biologie de reproduction et le régime alimentaire de *Tylochromis jentinki* dans le milieu naturel et de procéder à une étude comparative de ces paramètres biologiques en fonction des différents écosystèmes de la lagune Ébrié.

Le mémoire s'articule autour de trois chapitres essentiels :

- le premier chapitre traite des généralités sur la lagune Ébrié et sur l'espèce étudiée ;
- le second présente le matériel et les méthodes utilisés pour la récolte des échantillons, leur dépouillement et le traitement des données ;
- le troisième expose les résultats et discussions sur l'environnement abiotique, l'âge et la croissance, la biologie de la reproduction et le régime alimentaire.

Enfin, une conclusion générale résume les principaux résultats obtenus.

CHAPITRE I : GÉNÉRALITÉS

1- MILIEU D'ÉTUDE

1-1- Situation géographique

La lagune Ébrié (Figure 1) provient d'une dépression littorale d'origine fluviale, conséquence de la dernière glaciation puis isolée progressivement du Golfe de Guinée par un cordon sédimentaire sableux (Tastet et Guiral, 1994). C'est un système lagunaire côtier ouvert, complexe et de forme allongée situé entre les longitudes 3°47' et 5°29' Ouest et les latitudes 5°02' et 5°42' Nord. D'une façon générale, la rive nord est plus découpée que la rive sud et présente de nombreuses baies d'orientation et de profondeur variées. D'une superficie totale de 566 km², la lagune Ébrié a environ 130 kilomètres de longueur et une largeur maximum de 7 kilomètres (Albaret, 1994 ; Durand et Guiral, 1994). La profondeur moyenne de l'eau est de 4,8 mètres bien qu'on puisse observer des profondeurs de 20 m près d'Abidjan. Les fonds de 0 à 2,5 m couvrent 43 % de sa superficie et ceux de 2,5 à 5 m, 26 % (Plante-Cuny, 1977). La lagune est reliée artificiellement à l'Ouest à la lagune de Grand-Lahou par le canal d'Assagny, à l'Est à la lagune Aby par le canal d'Assinie et au Centre-est à l'Océan Atlantique par le canal de Vridi.

Cette étude a été réalisée dans la partie occidentale de la lagune Ébrié. Au total, trois stations d'échantillonnage ont été définies : Layo (5°N18 ; 4°W19) dans le secteur IV ; Ahua (5°N12 ; 4°W26) dans le secteur V ; Gboyo (5°N13 ; 4°W48) dans le secteur VI. Le choix de ces stations tient compte de leur accès facile en véhicule, de leurs différences écologiques dues surtout au gradient de salinité et de l'abondance de cette espèce.

1-2- Sols et végétation

Les sols du littoral sont formés de sables marins récents ou actuels et ne couvrent que quelques centaines de mètres de large (Perraud, 1971). Ces sables, peu évolués en surface avec un léger enrichissement en matière organique, sont très pauvres en sels minéraux avec une nappe phréatique profonde. Dans la lagune Ébrié, dominent les pseudopodzols de nappe, milieux très perméables, avec présence permanente d'une nappe phréatique à faible profondeur. Cependant, seul l'horizon humifère possède quelques éléments minéraux. Sur les rives des estuaires, les sédiments meubles d'origine fluviale engendrent des sols hydromorphes à Gley, salés, soumis au régime des marées.

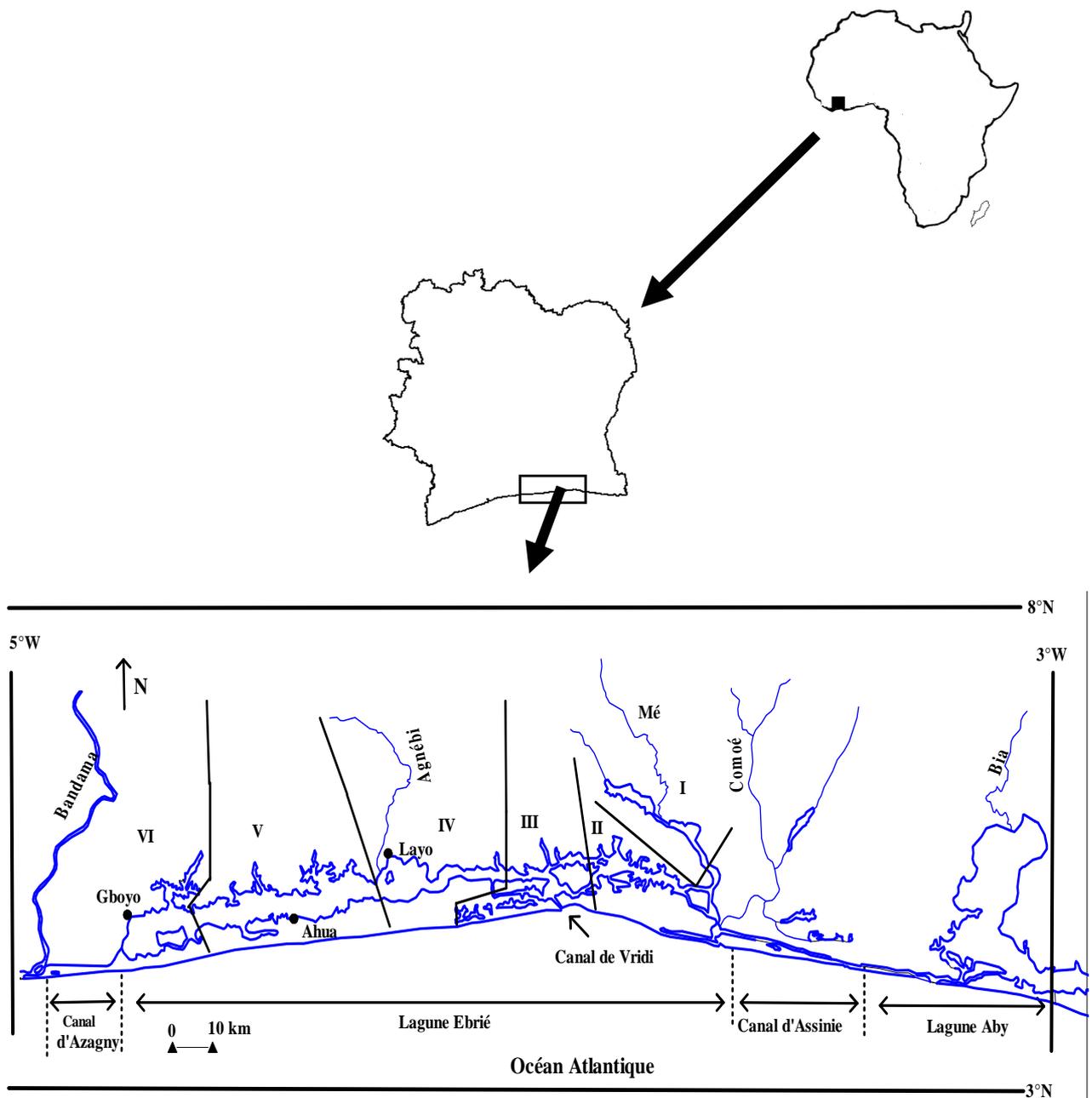


Figure 1 : Situation géographique de la lagune Ébrié (I à VI) et localisation des différentes stations de prélèvement (●).

La lagune Ébrié appartient au domaine guinéen dominé par une forêt ombrophile sempervirente avec la présence de formations hydromorphes. Cette forêt est principalement formée, selon Guillaume et Adjanooun (1971) et MEF (1999), des trois strates suivantes :

- la strate basse ou herbacée (peu importante) ;
- la strate moyenne ou arbustive atteignant 20 à 30 m de haut ;
- la strate des grands arbres dominée par des arbres dont la hauteur est comprise entre 50 et 60 m.

Les formations hydromorphes sont constituées de forêts marécageuses et de mangroves. Les forêts marécageuses se situent dans la partie septentrionale du cordon littoral, dans les bas-fonds et dans les vallées. Les mangroves, caractérisées par les palétuviers ; *Avicennia* sp. et *Risophora racemosa*, s'observent sur les rives basses des estuaires et des lagunes. Par ailleurs, d'importantes superficies de plantations industrielles et villageoises de bananiers, de palmiers à huile, d'hévéa, de caféiers et de cacaoyers ont sérieusement dégradé cette forêt (Dufour, 1984 ; Commission européenne, 2006).

1-3- Hydrologie

La lagune Ébrié est alimentée en eau douce par le fleuve Comoé à son extrémité orientale et deux rivières forestières : l'Agnébi et la Mé (Laë, 1992). Parmi ceux-ci, le plus important est le Comoé, fleuve à régime soudanien (une seule crue en septembre) dont le bassin versant s'étend sur 78 000 km² et qui prend sa source au Burkina Faso. La Mé et l'Agnébi, sont des rivières côtières de moindre importance, à régime équatorial (deux crues annuelles en juillet et en octobre), et dont les bassins versants sont respectivement de 8 900 km² et 4 300 km². Les apports d'eau douce en provenance de ces cours d'eau varient saisonnièrement de façon considérable en fonction des variations de la pluviométrie. Ces apports représentent annuellement 4 fois le volume de la lagune, 10 % environ proviennent des pluies et 90 % des fleuves et rivières, dont 70 % pour le seul Comoé (Binder, 1968 ; Varlet, 1978 ; Pagès *et al.*, 1979 ; Durand et Skubich, 1982 ; Dufour, 1984). Les entrées d'eau marine par le canal de Vridi sont 14 fois plus importantes que ces apports d'eau douce. Tous ces apports font de la lagune Ébrié un milieu très bien renouvelé. Cependant, la morphologie de ce milieu et la localisation des entrées d'eau de mer et d'eau douce, entraînent une forte variabilité spatiale des taux de renouvellement, avec des taux maxima dans l'est et des taux minima dans l'Ouest.

1-4- Hydroclimat

Les conditions hydroclimatiques qui caractérisent la lagune Ébrié résultent de la combinaison de ses caractéristiques morphologiques et du climat de la zone dans laquelle elle se situe. Depuis des dizaines d'années, de nombreux travaux ont été consacrés à l'écosystème lagunaire et à son exploitation par l'Homme. Les travaux de Durand et Skubich (1982) et de Durand et Guiral (1994) ont montré que les variations saisonnières de l'hydroclimat lagunaire sont modelées par l'interaction des facteurs climatiques directs et indirects. L'action directe du climat se fait par le biais des variations de la température atmosphérique et des pluies tandis que son action indirecte est due au régime hydrologique des cours d'eau qui s'y jettent.

Dans la partie méridionale de la Côte d'Ivoire, le climat, de type équatorial de transition, est caractérisé par quatre saisons dues au déplacement de la zone de convergence intertropicale (Eldin, 1971). Les déformations de ce front sont liées à la présence du massif de Guinée. On distingue en Côte d'Ivoire quatre régimes pluviométriques différents qui sont :

- le régime tropical de transition (climat soudanais) avec une température moyenne annuelle de 25 à 33° C, des précipitations de 1400 à 2500 mm / an, un taux d'humidité de l'ordre de 80 à 90 % sur l'année et deux saisons de pluies interrompues par deux saisons sèches d'inégales durées ;
- le régime équatorial de transition atténué (climat baouléen) caractérisé par des températures comprises entre 24 et 33°C, un régime unimodal avec des précipitations de l'ordre de 1300 à 1750 mm / an et un taux d'humidité de 60 à 70 % ;
- le régime équatorial de transition (climat attiéen) avec des précipitations de 1150 à 1350 mm / an et un taux d'humidité de 40 à 50 % ;
- le régime des montagnes (Paugy, 1978 ; Mahé, 1993) avec une température moyenne annuelle de 25°C, des précipitations de 1300 à 2300 mm / an et présentant une saison sèche et une saison de pluies.

Le régime hydrographique de la lagune Ébrié est celui d'un climat équatorial de transition. Les valeurs de pluviométrie enregistrées de février 2004 à janvier 2006 sont caractérisées par l'alternance de quatre saisons annuelles (Figure 2). Ainsi, l'on distingue une grande saison sèche (décembre à mars), une grande saison des pluies (avril à juillet), une petite saison sèche (août à septembre) et une petite saison des pluies (octobre à novembre).

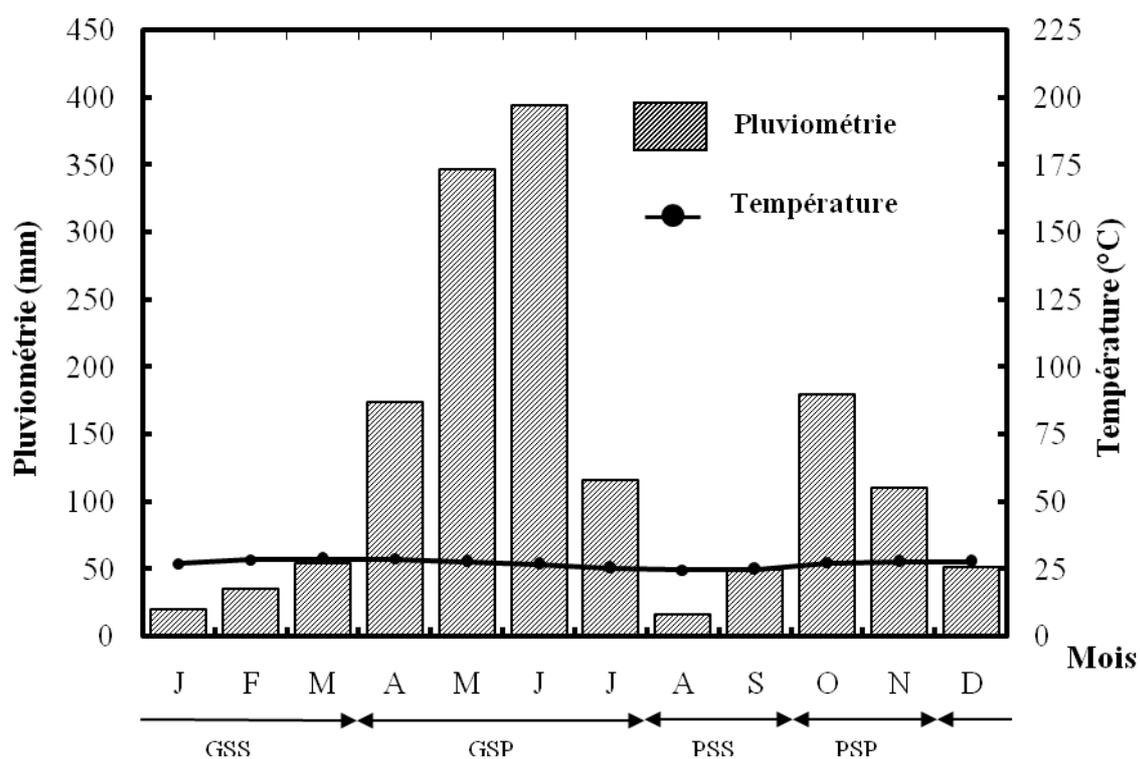


Figure 2 : Diagramme ombrothermique de la lagune Ébrié enregistrées entre février 2004 et janvier 2006 (données provenant de la SODEXAM : Société d'Exploitation et de Développement Aéroportuaire, Aéronautique et Météorologique). GSP = grande saison des pluies, PSS = petite saison sèche, PSP = petite saison des pluies, GSS = grande saison sèche.

Cependant, la morphologie du milieu et la localisation des apports d'eau douce et d'eau de l'océan atlantique font qu'il existe une certaine variabilité spatio-temporelle des saisons. Cette variabilité se caractérise, entre autres, par le prolongement de la saison des pluies par la saison des crues dans l'Est (et le Centre) et amplification de la baisse de température au voisinage du canal de Vridi.

1-5- Secteurs lagunaires

La lagune Ébrié apparaît comme un milieu très hétérogène sur le plan géomorphologique et hydroclimatique. La salinité et les sels nutritifs jouent un rôle prépondérant dans le système lagunaire en favorisant le développement de la biomasse. La température, relativement stable semble inactive dans l'activité biologique de la lagune. Se basant sur cette hétérogénéité et plusieurs facteurs tels que l'étirement de la lagune d'Est en Ouest sur 150 km, l'influence permanente de la mer par l'ouverture du canal de Vridi, les apports fluviaux, la pêche, les paramètres physico-chimiques et sur d'autres facteurs (productivité primaire et secondaire), Gerlotto *et al.* (1976), Plante-Cunney (1977), Durand *et al.* (1978), Durand et Skubich (1982) ont subdivisé cette lagune en six secteurs. Les secteurs I (lagunes Aghien et Potou), II (de Bassam à Abidjan), III (région d'Abidjan) et IV (d'Abidjan à l'Agnébi) sont caractérisés par des variations importantes de la salinité. Les secteurs II, III et IV subissent une instabilité journalière et saisonnière due respectivement aux pulsions de la marée et aux crues du Comoé. La salinité varie saisonnièrement de 0 ‰ (durant la saison des pluies) à 30 ‰ (saison sèche). Les secteurs V (de l'Agnébi à 15 km du canal d'Assagny) et VI (extrémité occidentale) ne connaissent pas de changements importants du milieu, qu'ils soient quotidiens ou saisonniers et les eaux sont homogènes et stables toute l'année. Selon Durand et Guiral (1994), ces deux secteurs sont généralement oligohalins. Pagano et Saint-Jean (1988) ont en revanche distingué en dehors du secteur I, trois grandes zones aux caractéristiques très marquées :

- une "zone Est" (secteur II), à fort taux de renouvellement et périodiquement envahie par les eaux de crue du Comoé ;
- une "zone estuarienne" (secteurs III et IV), à taux de renouvellement élevé et où les influences marines sont prépondérantes ;
- une "zone Ouest" (secteurs V et VI), zone stable, à faible taux de renouvellement et à faible salinité.

A cette hétérogénéité naturelle, se superpose de façon croissante une hétérogénéité liée à l'activité humaine (rejets domestiques, pollutions industrielles) qui génère des zones d'eutrophisation au sein de chacune des zones naturelles précédentes.

1-6- Caractéristiques des principaux facteurs hydroclimatiques

1-6- 1- Température

Les températures moyennes dans la lagune Ébrié sont élevées, supérieures à celles de l'Océan et de l'air ambiant. En revanche, les variations saisonnières sont faibles, avec un maximum de 31,2 °C mesurés en surface en avril et un minimum de 27,4 °C en août (Durand et Skubich, 1982). Il existe également des variations spatiales, avec notamment des températures plus faibles dans la région avoisinant le canal de Vridi. Par rapport au chenal central, on note aussi un léger refroidissement dans les baies. Ce phénomène est accentué lorsque ces fonds des baies correspondent aux débouchés de rivières dont les eaux sont en général plus froides que celles des lagunes. Les gradients verticaux sont généralement faibles sauf dans la zone estuarienne où ils augmentent à cause des eaux marines profondes plus froides. Cette stratification est liée à la présence simultanée en profondeur d'eaux froides marines issues d'Upwellings et en surface d'eaux chaudes dessalées correspondant à un mélange d'eau lagunaire et d'eau de crue des fleuves (Pagès *et al.*, 1979 ; Arfi *et al.*, 1989).

1-6-2- Salinité

Sur l'ensemble de la lagune, la salinité est comprise entre 0 et 30 ‰. Elle varie saisonnièrement, présentant partout des maxima en saison sèche et des minima en saison des pluies et des crues. Elle varie dans l'espace en fonction de l'éloignement par rapport au fleuve Comoé et au canal de Vridi. Dans la région d'Abidjan (secteur III), la salinité de surface reste très élevée de janvier à avril (20 à 30 ‰). Elle diminue ensuite avec la saison de pluies pour atteindre 2 à 0 ‰ de juin à septembre. Dans la zone estuarienne au sens large, le gradient vertical est maximal en période de crue du Comoé. A l'Ouest d'Abidjan (secteurs IV, V et VI), la salinité est toujours inférieure à 10 ‰. Dans les secteurs V et VI ; les salinités restent comprises entre 2 et 5 ‰ durant tout le cycle annuel. En revanche, la salinité augmente nettement à l'étiage (8 à 10 ‰) et l'adoucissement ultérieur est dû tout à la fois aux crues de l'Agnébi et aux précipitations. A l'Est d'Abidjan (secteurs I et II), des valeurs extrêmement

variables (0 à 23 ‰) ont été enregistrées en raison de l'invasion périodique d'eaux douces des crues du Comoé. Les gradients verticaux sont faibles dans l'Ouest mais forts toute l'année au voisinage du canal de Vridi, où l'on a une superposition d'eaux marines profondes et lagunaires superficielles moins salées.

1-6-3- Oxygène dissous

D'une façon générale, les concentrations sont comprises entre 4 et 7 mg / l en surface (Pagès *et al.*, 1979). On note cependant l'existence de couches profondes anoxiques dans certaines baies qui reçoivent d'importantes quantités de matières organiques d'origine urbaines (baies de Biétri et de Cocody) ou agro-industrielles (lagune de Toupah) (Caumette, 1985).

1-6-4- Transparence

La transparence mesurée au disque de Secchi, résulte à la fois de l'abondance du phytoplancton et de la charge solide qui peut être considérable au moment des crues (jusqu'à 400 mg / l). Elle est généralement assez faible avec des valeurs comprises entre 0,1 et 4 m. Les variations spatio-temporelles reflètent celles de l'hydroclimat. Les fortes transparences (3 à 4 m) sont observées en saison sèche dans le secteur III. Au niveau du secteur II dans le chenal central entre Abidjan et le Comoé, les valeurs maximales apparaissent en saison sèche (2 m), et la transparence diminue fortement au moment de la crue (0,3 m). Dans les secteurs V et VI, les transparences varient peu au cours de l'année. Elles sont relativement élevées dans le secteur V (1,5 à 3 m) et légèrement plus faibles dans le secteur VI (0,2 m) à cause des fortes charges planctoniques (Pagano et Saint-Jean, 1988).

1-7- Communautés d'organismes

1-7-1- Communautés phytoplanctoniques

Les communautés phytoplanctoniques de la lagune Ébrié se composent des classes de Cyanophycées, de Diatomophycées, de Pyrrophytées, de Chlorophycées et de Euglénophycées (Iltis, 1984). En toutes saisons, la zone Ouest est dominée par des Cyanophycées, spécifiquement *Microcystis* sp. et la zone Est par les algues de grande taille

appartenant aux Diatomées, aux Cyanophycées et aux Pyrrophytes. En zone estuarienne, on observe des algues de tailles plus variables où dominent des espèces d'eau douce en saison des crues et des espèces à affinité marine ou saumâtre en saison sèche. Les biomasses phytoplanctoniques de la lagune sont plus élevées que celles des eaux marines dont elle est tributaire. De plus, le gradient de concentrations moyennes annuelles est croissant de la zone estuarienne vers les zones Est et Ouest (Dufour, 1994). Les concentrations moyennes en chlorophylles sont faibles et comprises entre 5 et 10 $\mu\text{g} / \text{l}$ dans les secteurs I, II, III et IV. Elles sont élevées dans les secteurs V et VI avec des valeurs variant de 15 à 35 $\mu\text{g} / \text{l}$.

1-7-2- Communautés phytobenthiques

Les communautés phytobenthiques sont dominées par les Phytoflagellés, les Cyanophycées mobiles ou non et des Diatomées libres ou sessiles (Plante-Cuny, 1977). La totalité de la biomasse du microphytobenthos se situe sur les fonds de 0 à 5 m et couvre 70 % de la surface lagunaire. Les teneurs en chlorophylles du sédiment superficiel sont en moyenne de 150 à 200 mg / m^2 pour les fonds de 1 à 3 m et de 5 à 10 mg / m^2 pour les fonds de 3 à 5 m (Dufour, 1994). Les travaux de Plante-Cuny (1977) ont montré qu'il existe une relation entre les abondances de microphytobenthos et l'hydrodynamisme de la lagune Ébrié. En effet, dans les secteurs ouverts (II et III) soumis à de forts courants de marée, les teneurs en chlorophylles actives du sédiment superficiel sont plus élevées que les teneurs en phéopigments situées entre 0 et 2 m de profondeur. En revanche, ce rapport s'inverse au dessous de 2,5 m. Dans les secteurs confinés, à faibles renouvellement, les teneurs en chlorophylles actives décroissent plus rapidement avec la profondeur, devenant plus faibles que celles des phéopigments en dessous du premier mètre. Au sein du sédiment, les teneurs en chlorophylles décroissent rapidement en dessous de 3 cm d'épaisseur dans les zones peu turbides alors qu'elles demeurent importantes jusqu'à 10 cm d'épaisseur dans les zones de fortes turbidités. On note une prédominance des organismes phytobenthiques par rapport à celle des organismes phytoplanctoniques sur les fonds de 0 à 3 m (Dufour, 1994).

1-7-3- Communautés zooplanctoniques

Les communautés zooplanctoniques sont très diversifiées à l'échelle lagunaire, avec plus de 57 taxons. Les copépodes, principalement *Arctia clausi*, *Oithona brevicornis* et *Pseudodiaptomus hessei* représentent environ 80 à 90 % de toute la biomasse tandis que les

Rotifères et les Cladocères ont une biomasse réduite, entre 4 et 5 %. Cependant, dans certaines zones et de façon épisodique, on observe des blooms de communautés marine et continentale de Cladocères. Pagano et Saint-Jean (1988) ont observé des variations saisonnières de la biomasse zooplanctonique avec un maximum pendant la saison sèche. Des variations locales dues à l'influence directe des eaux marines ou continentales ont été observées. Par exemple, *Acartia clausi* est associée à la baisse de la salinité lors de l'enrichissement de la lagune en eaux de pluie tandis qu'à l'opposé, *Oithona brevicornis* disparaît quasi totalement (Arfi *et al.*, 1987). Dans la lagune Ébrié, *S. hessei* est principalement observée dans la zone Ouest toute l'année avec des pics d'abondance en saison sèche alors qu'elle est absente dans la zone estuarienne. *Oithona* sp. en revanche, domine les zones estuariennes presque toute l'année sauf pendant la crue due aux débits fluviaux du Comoé. Près du chenal, les pics d'abondance des communautés zooplanctoniques atteignent des valeurs maximales (Pagano et Saint-Jean, 1988).

1-7-4- Communautés benthiques

La faune benthique de la lagune Ébrié est très diversifiée comprenant trois groupes zoologiques : les Polychètes, les Crustacés et les Mollusques. Sa distribution et son abondance dépendent principalement des crues (Guiral *et al.*, 1999). Les espèces du contact océan-lagune peuplent le secteur lagunaire où l'influence marine se fait particulièrement bien sentir, entre Bingerville à l'Est et Songon-M'braté à l'Ouest. Leur extension est plus ou moins large ou étroite suivant leur comportement vis-à-vis de la dessalure, des plus tolérantes (*Clibanarius africanus*, *Crassostrea gasar* *Pilumnopus africanus*) aux plus sensibles (*Tellina nymphalis*, *Exirolana latipes*, *Clibanarius cooki*, *Alpheus Pontederiae*). Les espèces du contact eaux continentales-lagune ne peuvent supporter que de très faibles salinités et n'apparaissent pas dans le chenal central mais restent confinées aux extrémités Est et Ouest de la lagune. *Pachymelania byronensis* est l'espèce la plus typique de ce groupe. Notons également la présence de *Pachymelania fusca* connue pour être euryhaline dans ces eaux. Les espèces très euryhalines peuplent pratiquement tout le système lagunaire. Ces espèces supportent des variations spatiales et saisonnières de salinité et d'autres facteurs climatiques et s'adaptent particulièrement bien dans ce milieu fluctuant. Parmi les plus caractéristiques on peut citer *Nereis victoriana*, *Neritina glabrata*, *Tellina ampullacea* et *Corbula trigona*.

1-7-5- Faune ichthyologique

La faune ichthyologique de la lagune Ébrié est bien connue dans son ensemble bien que certains points de nomenclature et de systématique restent à préciser. Au total, 153 espèces appartenant à 71 familles ont été enregistrées dans toute la lagune. Les Carangidae, composés de 11 espèces, sont la famille la plus représentée (Albaret, 1994 ; Guiral *et al.*, 1999). Cette diversité spécifique est la résultante du large spectre biogéographique de la lagune Ébrié qui prend en compte les espèces aussi bien marines, estuariennes que continentales. La connaissance des caractéristiques fondamentales des cycles bioécologiques des espèces a permis de les répartir en huit groupes. Quatre de ces groupes sont composés d'espèces largement euryhalines et eurybiotiques à savoir :

- les espèces strictement estuariennes. Dans ce groupe, on rencontre de petites espèces généralement sédentaires car inféodées à un habitat particulier (*Bathigobius soporator*, *Gobioides ansorgii*, *Nematogobius maindroni*, *Porogobius schlegelii*, *Yongeichthys thomasi*, *Gobionellus accidentalis*, *Chonophorus lateristriga*, *Dormitator lebretonis*, *Bostricus africanus*, *Eleostris daganensis* et *Periophthalmus barbarus*) et des espèces de taille moyenne (*Tylochromis jentinki*, *Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*) ;
- les espèces estuariennes d'origine marine, caractéristiques de l'ensemble des milieux estuariens et lagunaires d'Afrique de l'Ouest. Il s'agit d'espèces d'origine marine parfaitement adaptées aux conditions lagunaires (*Liza grandisquamis*, *L. falcipinis*, *Pomadasys jubelini*, *Ethmalosa fimbriata*, *Trachinotus teraia* et *Pseudotolithus elongatus*) ;
- les espèces estuariennes d'origine continentale parfaitement adaptées aux milieux lagunaires où elles sont représentées par des populations permanentes, souvent abondantes et omniprésentes (*Chrysichthys nigrodigitatus*, *C. maurus*, *C. auratus*, *Clarias ebriensis*, *Hemichromis fasciatus*) ;
- les espèces mixtes marines-estuariennes caractérisées par l'absence de reproduction lagunaire (mais un début de maturation sexuelle peut avoir lieu). On peut citer *Caranx hippos*, *Trachinotus ovatus*, *Mugil curena*, etc.

2- PRÉSENTATION DE L'ESPÈCE ÉTUDIÉE

2-1- Caractères généraux des Cichlidae

La famille des Cichlidae appartient à la classe des Actinopterygii (Nelson, 1994). Elle constitue l'une des 150 familles de l'Ordre des Perciformes comportant plus de 1200 espèces d'eaux douces et saumâtres, répandues principalement en Afrique intertropicale, en Amérique tropicale, en Asie tropicale, à Madagascar et au Sri Lanka (Nelson, 1994 ; Paugy, 1994). Cette famille constitue avec les Ambloplitidae, les Pomacentridae et les Labridae, le sous-ordre des Labroidei qui comprend plus de 1800 espèces (Stiassny et Jensen, 1987 ; Nelson, 1994). Les Labroidei se caractérisent par des particularités au niveau de la région pharyngienne : les 5 ceratobranchiaux unis fusionnent pour former une seule mâchoire pharyngienne inférieure ; la mâchoire pharyngienne supérieure est articulée par le basicranien (Stiassny et Jensen, 1987).

Les Cichlidae sont des poissons pélagiques de tailles différentes selon les genres. Ils se caractérisent par la présence de toutes les nageoires et d'une paire de narines (Teugels et Thys van den Audenaerde, 1992). Ils possèdent des nageoires dorsale et anale constituées de rayons épineux dans la partie antérieure et mous dans la partie postérieure et des nageoires pelviennes dotées de rayons épineux durs et pointus. On note l'absence de dents sur le palet mais la présence de dents pharyngiennes et de dents maxillaires. Les os pharyngiens inférieurs unis l'un à l'autre forment un triangle denté (Teugels et Thys van den Audenaerde, 1992 ; Seegers, 1996). Le corps, de forme variable, n'est jamais très allongé, plus ou moins comprimé, il est recouvert d'écailles cycloïdes ou cténoïdes. Par ailleurs, la ligne latérale est interrompue chez la plupart des espèces, en deux et parfois trois segments. Les Cichlidae sont physoclistes ; leur vessie gazeuse ne possède pas de connexion avec l'intestin.

Les Cichlidae sont originaires des poissons des plaines tropicales de basses altitudes avec une distribution géographique qui est conforme à l'idée de l'existence du Gondwana. Ils seraient apparus au Crétacé, et au moment de la fragmentation du Gondwana, leur différenciation taxinomique était déjà bien avancée (Stiassny, 1991). En dehors de l'Afrique, les Cichlidae se rencontrent au Sud et au Centre de l'Amérique, à Madagascar, en Asie dans certaines parties de l'Inde et du Sri Lanka, au Sud et à l'Est de l'Iran. Bien qu'ils soient pour la plupart des poissons d'eaux douces, de nombreuses espèces sont capables de vivre dans les eaux saumâtres et dans des milieux hypersalés, tolérant ainsi des valeurs élevées de salinité (Teugels et Thys van den Audenaerde, 1992).

2-2- Caractères généraux du genre *Tylochromis*

Ce genre est caractérisé, en particulier, par deux lignes latérales longues, l'inférieure débutant au niveau du milieu de la nageoire dorsale épineuse. Les dents externes des mâchoires sont unicuspidées. Il existe 1 à 4 rangées de dents internes unicuspidées. Le genre *Tylochromis* comprend 18 espèces dont quatre sont présentes en Afrique de l'Ouest (Stiassny et Jensen, 1987). Il s'agit de :

- *Tylochromis jentinki* (Steindachner, 1895) ;
- *Tylochromis intermedius* (Boulenger, 1916) ;
- *Tylochromis sudanensis* (Daget, 1954) ;
- *Tylochromis leonensis* (Stiassny, 1989).

La clé proposée par Paugy *et al.* (2003) pour l'identification des espèces du genre *Tylochromis* est la suivante :

- 1 - Trois séries d'écaillés entre la ligne latérale supérieure et la partie antérieure de la ligne latérale inférieure ; 31 vertèbres 2
 - Deux séries d'écaillés entre la ligne latérale supérieure et la partie antérieure de la ligne latérale inférieure ; 29 vertèbres au plus 3
- 2 - La bouche, lorsqu'elle est fermée, a une position plus ou moins horizontale ; lèvres épaisses..... *Tylochromis jentinki*
 - La bouche, lorsqu'elle est fermée, forme un angle de 15 à 20° avec l'horizontale ; lèvres plutôt minces *Tylochromis intermedius*
- 3 - 13 branchiospines au plus sur la partie inférieure du premier arc branchial ; cinq à sept branchiospines sur la partie supérieure du premier arc *Tylochromis sudanensis*
 - 14-15 branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial ; huit ou plus branchiospines sur la partie Supérieure *Tylochromis leonensis*

2-3- Position systématique de *Tylochromis jentinki*

La position systématique de *Tylochromis jentinki* dans la classification ichthyologique selon Nelson (1994) est la suivante :

Phylum	Chordata
Sous-phylum	Craniata (Vertebrata)
Super-classe	Gnathostomata
Grade	Teleostomi
Classe	Actinopterygii
Sous-classe	Neopterygii
Division	Teleostei
Super-ordre	Acanthopterygii
Ordre	Perciformes
Sous-ordre	Labroidei
Famille	Cichlidae
Sous-famille	Pseudocrenilabrinae
Genre	<i>Tylochromis</i>
Espèce	<i>Tylochromis jentinki</i>

Synonyme : *Paratilapia jentinki* (Steindachner, 1894)

Pelmatochromis jentinki (Steindachner, 1894)

2-4- Caractéristiques spécifiques de *Tylochromis jentinki*

2-4-1- Morphologie

La morphologie du *Tylochromis jentinki* a été étudiée et détaillée par Paugy *et al.* (2003). Ne figurent dans ce paragraphe que quelques caractères systématiques très généraux et/ou permettant de la distinguer des autres espèces d'Afrique de l'Ouest. Cette espèce a un corps moyennement allongé, aplati latéralement et recouvert d'écailles cycloïdes de tailles variables selon la région du corps. Sa bouche, fendue jusqu'au delà de la narine n'atteint pas le bord antérieur de l'œil (Figures 3 et 4). L'espèce se distingue des autres *Tylochromis* à l'exception de *Tylochromis intermedius*, par la présence de trois rangées d'écailles, contre deux, entre la ligne latérale supérieure et la partie antérieure de la ligne latérale inférieure.

Elle diffère de *Tylochromis intermedius* par ses lèvres épaisses et par la position horizontale de la bouche fermée. Les juvéniles et les femelles matures ont les dents de la mâchoire inférieure portées par un processus distinct du dentaire, ce qui n'est pas le cas chez *Tylochromis intermedius*. *Tylochromis jentinki* possède deux dents coniques sur deux à quatre rangées à chaque mâchoire, les plus externes étant plus fortes que les internes. Ces dents garnissent également le pharyngien inférieur. Le nombre de rayons épineux (e) et mous (m) des nageoires varie de : dorsale, e = XII à XV et m = 16 à 18 ; anale, e = III et m = 8 à 10 (Paugy *et al.*, 2003). Le nombre de branchiospines sur la partie inférieure du premier arc branchial est compris entre 13 et 16.

2-4-2- Coloration

Sur le vivant, le mâle présente quelques écailles rouge-doré sur une teinte générale jaunâtre. La femelle quant à elle a une couleur gris-vert sur fond argenté. La nageoire dorsale est marquée de lignes sombres formant un réseau de mailles claires au niveau des deux sexes. Ce réseau est bien dessiné chez la femelle mais paraît délavé chez le mâle avec deux taches noires ; l'une à la base des premiers rayons épineux de la dorsale et l'autre, plus importante, à l'extrémité postérieure de la dorsale. Chez la femelle, la nageoire caudale est uniformément grise, alors qu'elle est jaunâtre avec un réseau marron-noir chez le mâle. Les juvéniles ont des bandes transversales sur les flancs. Ces bandes disparaissent ou s'atténuent fortement chez l'adulte. En période de reproduction, les spécimens de *Tylochromis jentinki* matures se distinguent par des traits caractéristiques. Les deux taches énumérées plus haut sont particulièrement plus nettes quand l'individu est en maturation sexuelle. Une autre tache noire ceint la lèvre supérieure du mâle dont la tête est elle-même sombre en raison de l'épanouissement de la coloration noire sur cette partie du corps. On note également une coloration jaune-foncé parsemée de traits verticaux sur la nageoire caudale. Chez la femelle, la nageoire caudale est uniformément grise avec une ceinture horizontale de couleur rose-foncé.

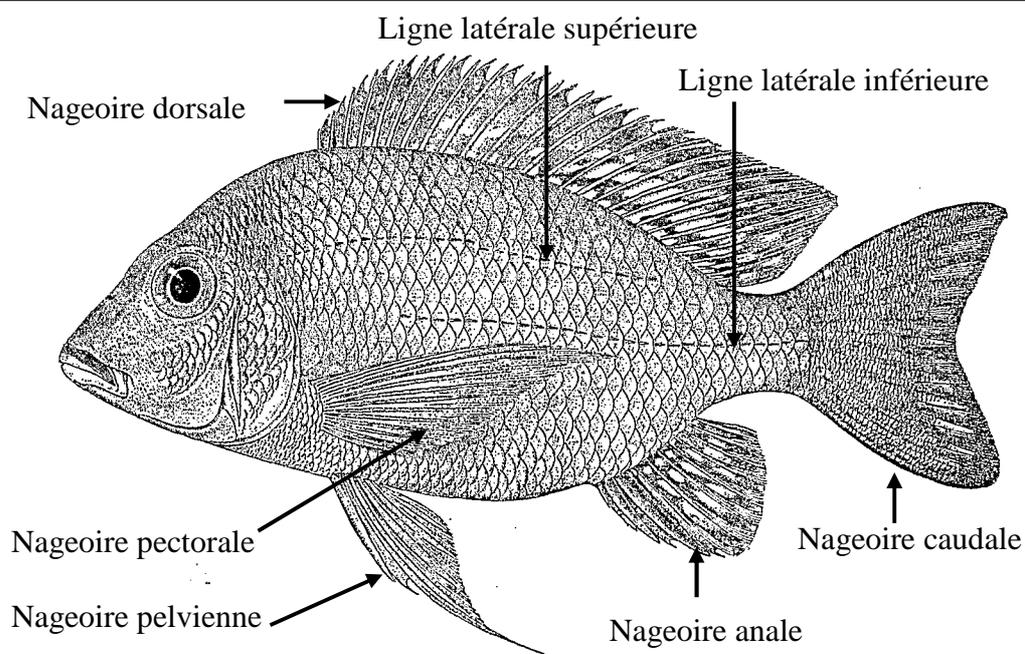


Figure 3 : *Tylochromis jentinki* (d'après Paugy *et al.*, 2003).



Figure 4 : Spécimens mâle et femelle de *Tylochromis jentinki* (Steindachner, 1895) provenant de la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006.

2-5- Distinction des sexes

Chez *Tylochromis jentinki*, le mâle et la femelle se distinguent facilement par la différence numérique et fonctionnelle des orifices de la papille génitale située derrière l'anus (Amon-Kothias, 1982). A sa pointe, cette papille se termine chez le mâle par un petit pore, de la taille d'une tête d'épingle, servant à la fois à l'écoulement des liquides urinaires et séminaux. La papille génitale de la femelle se différencie de celle du mâle non seulement par sa forme plus hémisphérique mais surtout par la présence de deux orifices : un petit pore urinaire postérieur au pore de taille plus grande servant à l'émission des gamètes. Ce dimorphisme sexuel est apparent à l'œil nu lorsque le poisson atteint 60 mm de longueur à la fourche. En dessous de cette taille, le pore génital est si minuscule qu'il faut l'observer à la loupe.

2-6- Répartition géographique

Tylochromis jentinki est une espèce estuarienne naturellement présente en milieu lagunaire et dans les rivières côtières de Gambie en Côte d'Ivoire ainsi que la rivière Tano au Ghana (Figure 5). Selon Albaret (1994), c'est une espèce typiquement estuarienne dont le cycle biologique se déroule complètement et uniquement en eau saumâtre.

En Côte d'Ivoire, celle-ci est présente dans toute la lagune Ébrié mais son abondance dépend des conditions hydrologiques (Amon-Kothias, 1982). Ainsi, plus de 90 % des captures annuelles ont été pêchées dans les régions à faibles salinités (1 à 5 ‰). Les captures dans les zones de salinité inférieure à 25 ‰ sont rares et nulles au delà de 32 ‰ en lagune Ébrié. Selon Albaret (1994), *T. jentinki* n'apparaît plus dans la liste ichtyofaunistique de la Casamance alors qu'il y figurait avant la sursalure permanente de ce milieu. *Tylochromis jentinki* fréquente les baies et les zones de bordure.

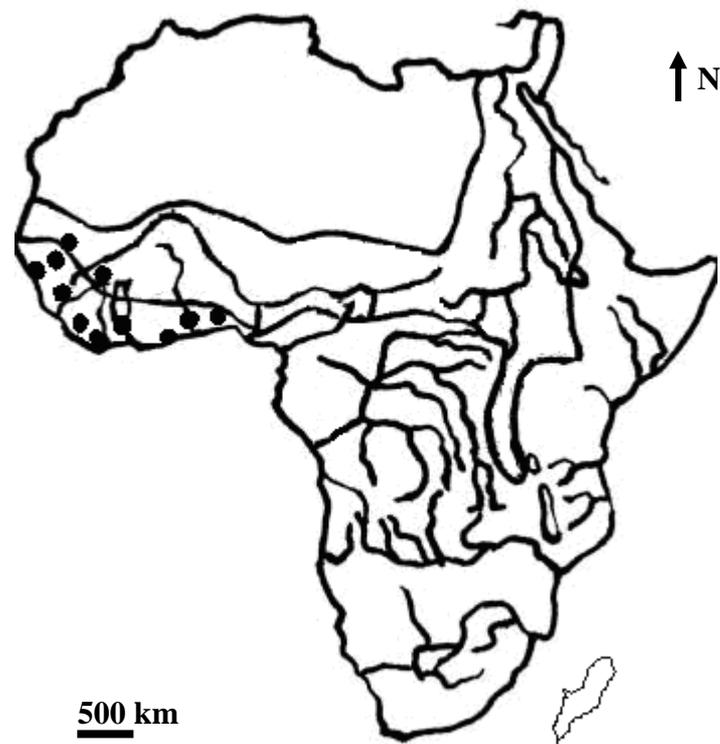


Figure 5 : Répartition géographique de *Tylochromis jentinki* (●) sur le continent africain (d'après Paugy *et al.*, 2003).

2-7- Âge et croissance

L'étude des caractéristiques biologiques requiert le plus souvent, l'utilisation de données d'âge, afin de pouvoir replacer l'apparition et les manifestations des faits analysés dans le temps et la vie des individus. Chez les poissons, plusieurs pièces biologiques peuvent servir à estimer l'âge des individus, notamment les écailles, les otolithes, ou encore les os operculaires (Fritsch, 2005). Ces pièces rendent compte de la croissance de l'animal sous forme de dépôts successifs, dont le nombre et la disposition permettent de déduire l'âge de l'individu. Pour les premiers stades de la vie, les informations obtenues peuvent aider à comprendre les facteurs qui déterminent le succès du recrutement. Pour les adultes, elles sont utilisées pour comprendre les événements vitaux comme l'âge à la première maturité, mais aussi pour déterminer l'effet de la pêche sur les stocks afin d'améliorer leur gestion et d'optimiser l'effort de capture pour espérer une production maximale équilibrée (Jones, 1992). Ces marques résultent de phénomènes aussi bien exogènes (température, salinité....) qu'endogènes (reproduction). On a d'abord pensé que ces marques saisonnières, dont le décompte donne l'âge en années, ne se produisaient que dans les régions froides ou tempérées, la croissance étant ralentie en hiver et accélérée en été sous l'influence de la température. On a constaté plus récemment qu'un arrêt de croissance annuel se produisait aussi dans les régions tropicales lorsqu'il existe une alternance de saisons bien tranchées, telles que les hautes eaux et les basses eaux dans les fleuves à régime intertropical de transition. En effet, la croissance peut être perturbée ou suspendue non seulement par une baisse de température mais aussi par d'autres stress physiologiques tels que ceux produits par un changement de milieu, un jeûne prolongé, une surpopulation ou la reproduction (Daget, 1976). Actuellement, on pense que les rythmes circadiens s'inscrivent dans les structures osseuses et sur les écailles dont une analyse fine devrait permettre d'évaluer le nombre de jours où la croissance a été effective (Daget, 1976).

Les écailles de *Tylochromis jentinki* sont de forme grossièrement quadrangulaire et de type cycloïde (Amon-Kothias, 1982). On distingue un champ dorsal couvert de spicule, un champ antérieur et deux champs latéraux. Les quatre champs sont en contact au niveau du point initial de développement de l'écaille appelé nucléus ou foyer. Le champ antérieur présente des stries organisées concentriquement autour du nucléus, et dont on distingue deux sortes : les circuli et les annuli. Les circuli sont des stries fines et foncées, généralement très rapprochées les unes des autres, souvent discontinues, et dont la fréquence peut varier d'une écaille à l'autre pour un même poisson. Les annuli se forment quand une nouvelle saison de

croissance commence. Ils correspondent à une zone hyaline peu calcifiée située entre deux circuli, qui apparaît claire et assez épaisse. Dans le champ antérieur, les circuli sont nombreux, serrés et divisés en deux courts segments par le rayonnement en éventail des radii dont le développement peut être interrompu. Dans cette partie de l'écaille, les circuli sont régulièrement et uniformément disposés. C'est à ce niveau que commence la formation des circuli avant de s'étendre aux autres zones. Circuli et annuli sont également marqués au niveau des champs postérieur et latéral, bien que le nombre de circuli y soit moindre. L'ultra-structure des écailles de *Tilapia mossambicus* a montré que dans le champ antérieur et en partie dans les champs postérieur et latéral, les circuli sont hérissés de denticules pointus et orientés vers le foyer (Lanzing et Higginbotham, 1974). Cette position particulière des denticules et leur orientation montrent qu'ils jouent un rôle de mini crochets empêchant l'arrachement de l'écaille. L'agencement des circuli est interrompu par des lignes de discontinuité qui correspondent aux annuli.

Par ailleurs, l'usage des marques sur les pièces osseuses pour déterminer la croissance des poissons est fréquent dans les zones tempérées. Dans ces milieux, les poissons subissent un arrêt de croissance en hiver et les marques sont donc annuelles, répétitives et, en général, de lecture aisée. Il n'en est pas de même dans les milieux tropicaux où les variations de température sont beaucoup plus discrètes. De nombreux auteurs ont d'ailleurs insisté sur les difficultés d'interprétation des marques en Afrique (Tesch, 1968 ; Daget & Le Guen, 1975). Le premier problème qui se pose est la périodicité de la formation des marques. De nombreux travaux, par analogie avec ceux réalisés sur les poissons des régions tempérées, admettent que les marques sont annuelles (Chakroun-Marzouk et Ktari, 2003 ; Poulet, 2004 ; Fritsch, 2005). Or, il existe plusieurs exemples, dans tous les groupes de poissons africains, où les auteurs relèvent deux marques par an. C'est le cas par exemple des Mormyridae du lac Victoria (Okedi, 1969), de *Alestes nurse* de Côte d'Ivoire (Paugy, 1980), de *Labeo senegalensis* du lac Kainji (Blake & Blake, 1978), de *Chrysiichthys nigrodigitatus* de la lagune Ébrié (Dia, 1975) etc.... Par ailleurs, les travaux de Hecht (1980) ont montré que, chez certaines espèces de Cichlidae, deux anneaux pouvaient apparaître annuellement sur les structures squelettiques (otolithes, vertèbres, opercules) et une seule marque sur les écailles ou les épines.

2-8- Biologie et écologie

2-8-2- Influence des paramètres physico-chimiques

Le développement des gonades et le moment de la ponte sont régulés par des processus endocrinologiques qui sont liés à des facteurs environnementaux telles que la température, la photopériode, les saisons hydrologiques etc... Les cycles reproductifs sont synchronisés avec ceux de l'environnement par le biais d'évènements réguliers qui agissent comme des signaux déclenchant ou inhibant des stades spécifiques de la gamétogenèse ou du processus de reproduction (Koné, 2000). Si le stade final de la maturation est associé à la période de crue chez beaucoup d'espèces des régions tropicales, il reste à déterminer, les facteurs responsables de la régulation des premiers stades qui font que le poisson est physiologiquement prêt pour la ponte durant la période de crue. Le stimulus exact n'est pas encore connu. Cependant, cela pourrait être lié aux changements des paramètres physico-chimiques qui interviennent dans l'eau (Lévêque, 1997 ; Paugy et Lévêque, 1999).

Parmi les paramètres physico-chimiques ayant une influence sur la reproduction, la température a fait l'objet de nombreuses études (Munro, 1990 ; Poncin, 1996). Les poissons étant poïkilothermes, le rôle de la température est important dans la maturation des gonades. L'intervalle pour l'optimum de température nécessaire à la croissance des ovocytes est plus étroit et plus clairement définit que celui des autres processus physiologiques (Aronson, 1957). Selon Munro (1990), cet optimum de température serait fixé de façon génétique. Terkatin-Shimony *et al.* (1980) ont souligné que les basses températures inhibent le développement ovarien chez *Oreochromis aureus*. Chez de nombreux téléostéens mâles tels que *Oreochromis mossambicus*, les activités de différentes enzymes des testicules seraient affectées par la température de différentes manières. La température aurait aussi une action sur les processus métaboliques (Terkatin-Shimony *et al.*, 1980) et de croissance (Yan, 1987). De façon spécifique, l'étude de l'influence des facteurs abiotiques sur le succès reproducteur et les paramètres biologiques de *Tylochromis jentinki* n'a pas encore été abordée.

2-8-3- Reproduction

Les poissons présentent des stratégies de reproduction très différentes d'une espèce à l'autre (Stearns, 1976; Bruton, 1990). En général, on distingue trois groupes (Winemiller, 1989).

- Le premier groupe est caractérisé par une reproduction continue tout au long de l'année avec des soins parentaux. Il s'agit d'une stratégie dont les meilleurs représentants sont les Cichlidae. Chez la plupart des espèces de Cichlidae endémiques des grands lacs d'Afrique et chez certaines espèces non endémiques, les soins apportés sont surtout le fait des femelles qui collectent et incubent les œufs (Paugy et Lévêque, 1999). Chez un petit nombre de Cichlidae endémiques du lac Tanganyika et chez d'autres largement distribués, les œufs ne sont pas repris dans la bouche mais sont gardés par les parents. Chez d'autres espèces en revanche, la protection des œufs et des jeunes est assurée par les mâles. Enfin, chez certaines espèces de Cichlidae ouest africaines telles que *Sarotherodon galilaeus* et *Sarotherodon melanotheron* les mâles et les femelles participent à l'incubation des œufs (Fryer et Iles, 1972).

- Les espèces du second groupe présentent une stratégie opportuniste leur permettant de coloniser rapidement un milieu donné. Ce groupe est caractérisé par une maturation précoce, une reproduction continue mais les juvéniles sont moins nombreux ou peu viables. En milieu intertropical continental il s'agit principalement des Characidae nains (Winemiller, 1989).

- Le dernier groupe est caractérisé par une stratégie dite périodique. Chez ces espèces, la reproduction est synchronisée avec le début de la saison des pluies. La fécondité est élevée et il n'y a pas de soins parentaux et de migrations pour la reproduction. Dans ce groupe, on peut classer certains Characiformes (*Brycinus longipinnis*, *Brycinus nurse*).

D'une façon générale, la période et le site de reproduction d'une espèce donnée doivent assurer aux jeunes poissons une disponibilité suffisante en oxygène, un risque minimal de prédation, une disponibilité maximale de nourriture exogène adaptée pour le début du cycle de développement (Balon, 1975 ; 1981).

Très peu de poissons pondent une seule fois dans leur vie. La majorité d'entre eux pondent à intervalle de temps régulier. Chez certains, les ovocytes mûrissent ensemble et sont expulsés ensemble au même moment de l'année lors d'une ponte unique. Chez les espèces à pontes multiples, les ovocytes mûrissent par vagues successives, les ovocytes étant émis à intervalles de temps régulier au cours d'une longue période de reproduction. Les espèces à

ponde unique semblent avoir une saisonnalité bien marquée pour la ponte et produisent en général un grand nombre d'ovocytes. Quant aux espèces à pontes multiples, elles ne semblent pas avoir une saison de reproduction fixe (Lévêque, 1997 ; Paugy et Lévêque, 1999). Dans les régions tropicales, il existe un grand nombre de poissons d'eau douce pratiquant la ponte multiple lorsque les conditions environnementales sont meilleures (Balon, 1981). Chez les espèces présentant un cycle reproductif annuel avec une période de ponte restreinte, la gamétogenèse commencerait plusieurs mois avant la saison de ponte. Les juvéniles sont produits à un moment où il y a suffisamment de nourriture disponible et de refuges pour réduire la prédation. Par contre, chez les espèces qui ont une longue période, il est difficile de savoir avec précision les facteurs qui ont une action inhibitrice ou stimulatrice sur les différents stades des processus du cycle reproducteur (Jalabert et Zohar, 1982 ; Legendre et Écoutin, 1989). Chez de nombreux Cichlidae, la reproduction s'effectue toute l'année sans une période bien marquée où l'activité reproductrice serait plus accrue (Legendre et Jalabert, 1988).

En ce qui concerne les modalités de l'incubation, le facteur essentiel à sa réussite est le brassage continu des œufs et alevins (Shaw et Aronson, 1954). Ceux-ci ne pouvant se développer que s'ils sont régulièrement retournés, sinon, une sédimentation du vitellus s'opère en quelques heures et provoque l'arrêt du développement (Fishelson, 1966). Les mouvements respiratoires des parents, en même temps qu'ils assurent une oxygénation permanente des œufs et alevins contenus dans la cavité buccale, réalisent leur brassage continu. Quant au flux d'eau filtré, tout en contribuant au nettoyage régulier des œufs et des alevins, diminue les infections dues à l'entassement et au confinement dans la cavité buccale.

Chez *Tylochromis jentinki*, la maturité sexuelle intervient chez les deux sexes entre 20 et 21 mois (Amon-Kothias, 1982). Chez *T. bangwelensis*, les individus sont matures à partir de 2 ans à une taille de maturité sexuelle comprise entre 110 mm et 120 mm respectivement chez les mâles et les femelles (Griffith, 1977). La taille de maturité sexuelle chez *Sarotherodon macrochir* est de 170 à 180 mm pour les deux sexes (Marshall, 1979). Cette maturité intervient entre 18 et 24 mois.

Selon Amon-Kothias (1982), le frai chez *Tylochromis jentinki* commence par une parade nuptiale des géniteurs, ensuite la femelle dépose un lot d'ovocytes aussitôt fécondés par le mâle. La femelle reprend les œufs dans sa bouche, plus exactement dans la partie dilatée du pharynx qui servira de poche d'incubation pendant la durée d'incubation (4 à 5 jours) et la résorption de la vésicule vitelline (7 à 12 jours). Les alevins s'échappent alors de la bouche de la femelle, dans laquelle ils vont se réfugier en cas de danger. Ils deviennent

indépendants au bout d'une quinzaine de jours, à la taille de 11 mm (Amon-Kothias, 1982). A l'éclosion, les alevins mesurent 4 à 5 mm.

2-8-4- Stratégies alimentaires

L'évolution des poissons a été rendue possible grâce à leur aptitude à utiliser différents types d'aliments disponibles dans leur environnement (Ouattara, 2004). C'est d'ailleurs cette attitude qui leur a permis de survivre dans un si grand nombre de niches écologiques. Les stratégies alimentaires peuvent être vues comme des systèmes de prise de décision pour se nourrir de manière efficace. Il s'agit ici de faire efficacement face à différentes contraintes de l'environnement comme la compétition, la raréfaction de la nourriture, les variations de la nourriture (Lévêque, 1999). Cependant, des contraintes internes (d'ordre morphologique ou physiologique) et externes (risques de prédation, caractéristiques des proies potentielles, compétition...) limitent ou orientent les choix (Barbault, 1997). Par ailleurs, des échecs dans les tentatives de prédation de certaines proies laissent penser que les poissons ont la possibilité d'apprendre et de pratiquer des comportements alternatifs qui leur permettent d'être plus efficaces dans la recherche des proies (Hart, 1986). Dans les milieux colonisés par de nombreuses espèces appartenant au même groupe trophique et ayant des régimes alimentaires relativement proches, les stratégies peuvent être d'occuper des habitats spatialement différents afin de réduire la compétition entre espèces (Lévêque, 1999). Cependant, le régime alimentaire varie en fonction de la dentition, de la longueur de l'os pharyngien inférieur et du nombre de branchiospines chez les espèces de tilapias (Trewavas, 1983 ; Lazzaro, 1987).

Après la formation des grands lacs d'Afrique, la conquête de territoires par les Cichlidae a eu pour conséquence l'adoption de certaines spécialisations dans la collecte d'un type de nourriture parmi ceux disponibles dans le milieu. Ainsi, certaines espèces se sont spécialisées dans la collecte de plancton, d'algues, d'insectes, etc.... De nombreuses spécialisations physiologiques et structurelles liées à ce comportement ont eu lieu, ce qui leur a permis d'exploiter pratiquement toutes les sources de nourritures disponibles (Fryer et Iles, 1972). L'évolution de ces poissons s'est faite d'une manière telle qu'il est possible de rencontrer des espèces de Cichlidae se nourrissant de toutes sortes d'aliments. Ces modifications leur ont permis de survivre dans un grand nombre de niches écologiques (Wootton, 1990 ; Paugy et Lévêque, 1999).

La connaissance de l'alimentation des poissons en milieu naturel est indispensable à la compréhension de leur biologie et de leur écologie (Oronsaye et Nakpodia, 2005; Abdel-Aziz et Gharib, 2007). Elle permet d'expliquer les variations de la croissance, certains aspects de la reproduction (taille de maturité sexuelle et taille des œufs), les migrations et les comportements de recherche et de prise de nourriture.

Chez les poissons, la prise d'aliment se fait suivant un rythme propre à chaque espèce. La plupart des espèces de poissons ont un rythme qui présente des phases marquées d'ingestion d'aliment en relation avec le cycle d'alternance jour / nuit. Certains poissons se nourrissent préférentiellement le jour (espèce diurne) ou la nuit (espèce nocturne). D'autres par contre, ont la particularité de modifier aisément leur rythme alimentaire et peuvent se comporter en animaux diurnes durant un temps, pour devenir nocturnes ensuite (Guillaume *et al.*, 1999).

CHAPITRE II : MATÉRIEL ET MÉTHODES

1- MATÉRIEL

1-1- Matériel technique

1-1-1- Matériel de mesure des paramètres physico-chimiques

Divers appareils ont servi à la mesure des paramètres physico-chimiques du milieu (Figure 6). Il s'agit :

- d'un oxymètre de modèle 330, WTW couplé à un thermomètre pour mesurer le taux d'oxygène dissous et la température;
- d'un appareil multiparamètre de modèle pH/Cond 340i équipé d'une sonde de pH de modèle WTW pH Electrode SenTix 41 et d'une sonde de conductivité de modèle WTW TétraCon 325 pour la mesure du pH, de la conductivité et de la salinité ;
- un disque de Secchi de diamètre 29 cm pour la détermination de la transparence des eaux.

1-1-2- Matériel d'échantillonnage de *Tylochromis jentinki*

Les filets maillants constituent les seuls engins de capture ayant servi pour l'échantillonnage des poissons. Deux batteries de filets maillants de 10, 12, 14, 17, 20, 25, 30, 35, 40 et 50 mm de maille ont été utilisées. Chaque filet mesure 30 mètres de longueur pour une hauteur de chute de 1,5 m. Ces filets sont montés avec des flotteurs et des plombs respectivement sur les ralingues supérieures et inférieures. Le coefficient de montage de ces filets est de 50 %. Ceux-ci sont montés bout à bout par série de filets de même maille.

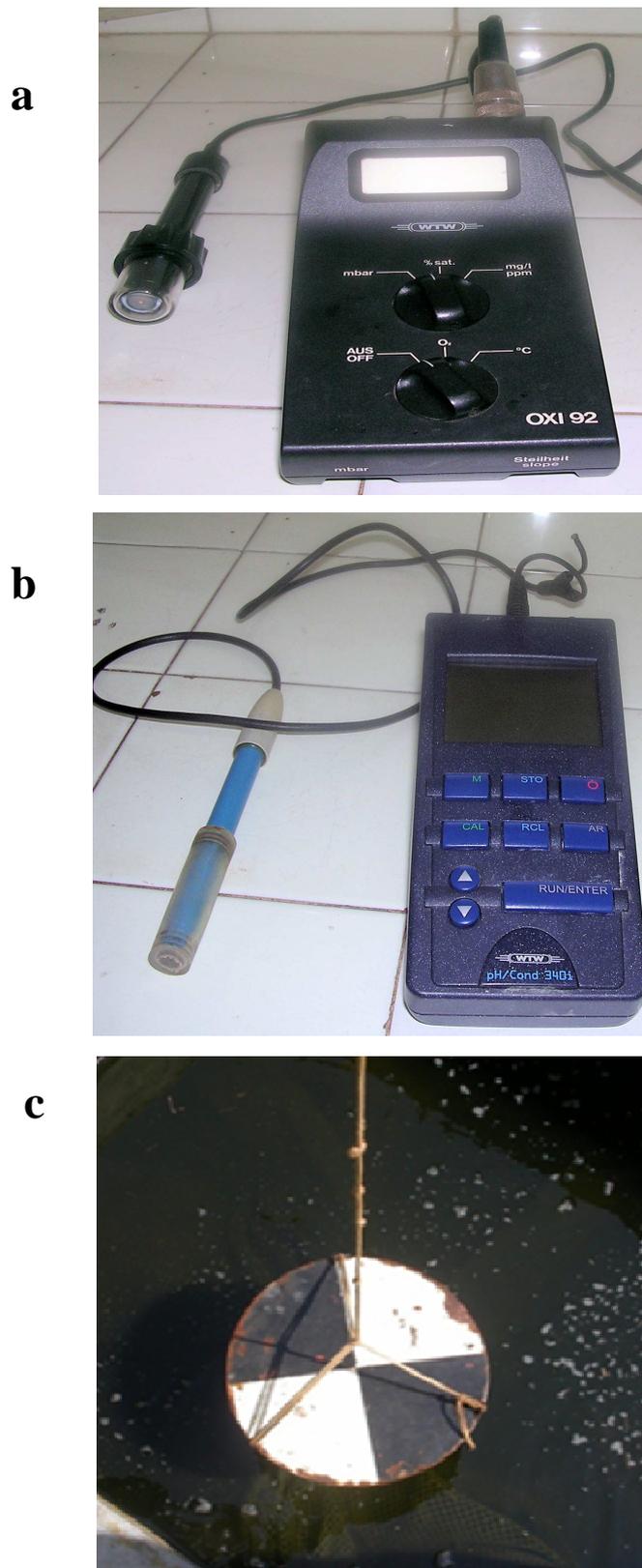


Figure 6 : Quelques appareils de mesure des paramètres physico-chimiques [(a = oxymètre, b = appareil multiparamètre (pH mètre, conductimètre et salinomètre), c = disque de Secchi)].

1-1-3- Autres matériels

Pour la mesure et la pesée des spécimens et des différents organes étudiés ainsi que l'histologie, nous avons utilisé le matériel suivant (Figure 7) :

- un ichtyomètre pour mesurer les longueurs totale et standard des poissons;
- trois balances de type Sartorius de modèles BP301S, LP6200S et A200 S-F₁ de précisions respectives de 0,0001 g, 0,001 g et 0,01 g pour peser les poissons et les organes prélevés ;
- une loupe binoculaire de modèle Wild M3C pour identifier les contenus stomacaux et mesurer le diamètre des ovocytes ;
- un compteur mécanique pour compter les ovocytes ;
- un appareil photo Digital camera Fine pix S5500 pour les prises de photos ;
- un microtome Leitz-Wetzlar pour les coupes histologiques ;
- un photomicroscope de type Zeiss associé à une caméra et à un écran vidéo pour l'observation des coupes histologiques.

1-2- Matériel biologique

Le matériel biologique utilisé dans cette étude est l'espèce *Tylochromis jentinki*. Les poissons ont été capturés au cours de pêches expérimentales réalisées au niveau des secteurs IV, V et VI de la lagune Ébrié. Au total, 1850 spécimens ont été échantillonnés. Tous les poissons capturés présentent un sexe bien différencié.

2- MÉTHODES

2-1- Choix des secteurs d'étude

Les secteurs ont été sélectionnés sur la base des possibilités d'accès, de leurs différences écologiques et surtout de l'abondance de *Tylochromis jentinki*. Les travaux antérieurs ont démontré que les quantités les plus abondantes sont pêchées dans les secteurs qui correspondent aux régions les plus dessalées dont les eaux sont caractérisées par leur homogénéité et leur stabilité (Amon-Kothias, 1982). Ce constat a été confirmé par les résultats des prospections et d'enquêtes cadres effectuées dans la lagune Ébrié avant le début des travaux.

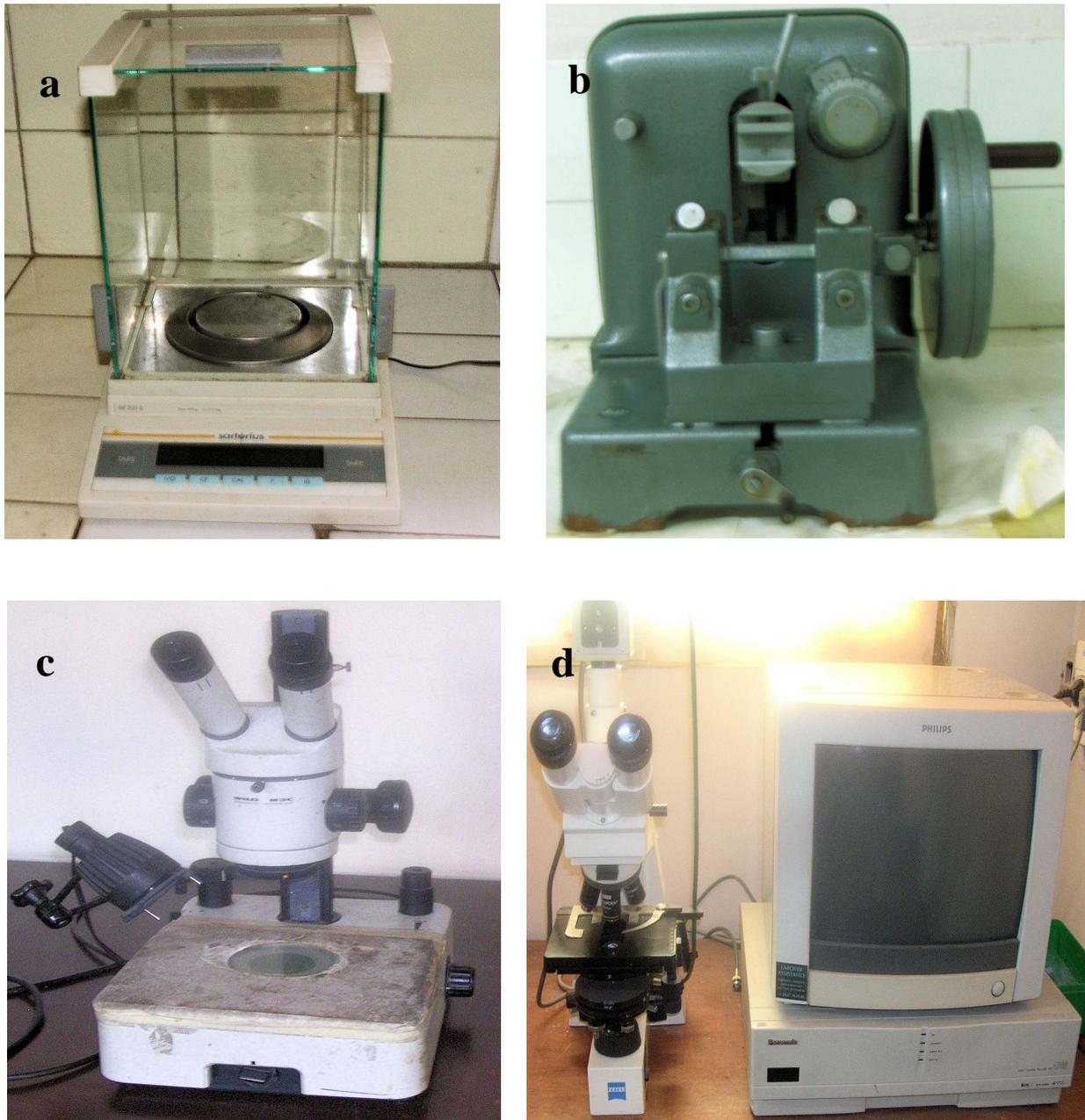


Figure 7 : Quelques appareils de pesée (a = balance), de coupe (b = microtome) et d'observation (c = loupe binoculaire et d = microscope associé à une caméra et à un écran vidéo).

2-2- Mesure des variables environnementales

Les paramètres physico-chimiques présentés dans ce travail ont été mesurés entre le 15 et 23 de chaque mois pendant deux années consécutives (février 2004 à janvier 2006). Ces mesures ont été effectuées *in situ* dans chaque station à une profondeur de 50 cm excepté la transparence. Les mesures ont été effectuées entre 08 h 00 mn et 10 h 00 mn. Avant toute mesure, les différents appareils (oxymètre et l'appareil multifonction) sont d'abord mis sous-tension pendant au moins cinq minutes puis calibrés. Leurs sondes sont ensuite plongées dans l'eau et la sélection de la fonction désirée (pH, température, taux d'oxygène dissous, conductivité et salinité) permet d'obtenir l'affichage automatique de la valeur du paramètre sur l'écran.

Pour la détermination de la transparence des eaux, nous avons immergé chaque 09h dans l'eau un disque de Secchi jusqu'à disparition complète. Puis, nous l'avons fait remonter lentement et noté la profondeur à laquelle il redevient visible.

2-3- Échantillonnage et identification des poissons

Deux types d'échantillonnage ont été effectués. Il s'agit des pêches nyctémérales et des échantillonnages mensuels.

Les pêches nyctémérales ont permis de déterminer l'activité trophique et locomotrice de *Tylochromis jentinki*. Les poissons ont été capturés à l'aide de deux batteries de filets maillants de mailles 10, 12, 14, 17, 20, 25, 30, 35, 40 et 50 mm dans le secteur IV (Layo). Les filets posés sont visités toutes les trois heures pendant un cycle nyctéméral. Deux séances de pêche ont été effectuées au cours des saisons sèche (janvier 2004) et pluvieuse (juillet 2004).

En ce qui concerne les échantillonnages mensuels, les pêches ont été réalisées également avec des filets maillants. Les spécimens ont été échantillonnés tous les mois de février 2004 à janvier 2006 au cours des campagnes de sortie de trois jours consécutifs. Les séances de pêches expérimentales se sont déroulées dans les secteurs IV (Layo), V (Ahua) et VI (Gboyo). La période de pose des filets maillants a été déterminée à partir des résultats des pêches nyctémérales. Ainsi, dans chaque secteur, les filets maillants sont-ils posés à 17 heures et relevés le lendemain à partir de 7 heures. Les individus capturés dans les trois stations d'échantillonnage ont été immédiatement transférés sous glace sèche à la station d'aquaculture expérimentale de Layo pour la dissection.

Après leur capture, les spécimens ont été d'abord identifiés à l'aide de la clé dichotomique de Paugy *et al.* (2003). Ensuite, ils sont pesés au centième de gramme près et mesurés au millimètre près avant dissection. Ils sont ouverts du côté ventral et, le tube digestif, les gonades et le foie de chaque spécimen sont prélevés et pesés. Le tube digestif est mesuré et conservé dans du formaldéhyde à 5 % pour les analyses au laboratoire. Le sexe et le lieu de pêche sont également notés.

2-4- Détermination de l'âge et de la croissance

Classiquement, deux types de méthodes sont utilisées pour déterminer l'âge des poissons : les méthodes statistiques et les méthodes individuelles (Panfili, 1992). Les méthodes statistiques sont basées sur l'utilisation de la fréquence de distribution en taille d'échantillon pour identifier les cohortes. Les méthodes individuelles reposent sur l'observation des marques de croissance inscrites sur des pièces minéralisées (écailles et otolithes) de chaque individu.

La détermination de l'âge individuel par la méthode individuelle n'a pas été possible à cause de l'absence de marques nettes sur les écailles et les otolithes. Aussi, pour des raisons logistiques, nous n'avons pas pu conduire les expériences de marquage et recapture afin de suivre la croissance des poissons. Nous avons donc utilisé les méthodes statistiques pour modéliser la croissance de *Tylochromis jentinki* échantillonnés durant les deux années consécutives. En outre, compte tenu du nombre insuffisant de spécimens capturés par secteur, nous n'avons pas pu faire d'étude secteur par secteur. Par conséquent, les données ont été regroupées pour l'étude des paramètres de population.

2-4-1- Paramètres de croissance

2-4-2- Croissance linéaire

La croissance peut être assez bien décrite en général par la fonction sigmoïde. Cette fonction est représentée par une courbe possédant un point d'inflexion, d'emplacement variable suivant le type d'équation, et une asymptote lorsque l'âge augmente indéfiniment. Le modèle généralement utilisé est l'équation de croissance de Von Bertalanffy (1938). Le

modèle mathématique exprime la longueur L en fonction de l'âge t . Sa formule est la suivante :

$$L_t = L_\infty \left(1 - e^{-K(t-t_0)} \right)$$

- L_t est la longueur du poisson au temps t considéré (jours, mois ou année) ;
- La constante L_∞ est la longueur maximale théorique ou longueur asymptotique. Ce paramètre est considéré comme étant la longueur d'un poisson infiniment âgé. Cependant, puisque la longueur est définie comme étant la longueur moyenne de la cohorte (groupe d'âge, nous considérerons que L_∞ est la taille moyenne des poissons infiniment âgés ou encore, des plus vieux poissons (Kacher, 2004) ;
- La constante K est appelée le taux de croissance spécifique ou paramètre de courbure. Elle détermine à quelle vitesse le poisson atteint sa taille maximale. La valeur de K est d'autant plus grande que la croissance de l'espèce est plus rapide (Kacher, 2004) ;
- Le paramètre t_0 est l'âge théorique du poisson lorsque sa taille était nulle. Il est défini comme étant l'âge du poisson à la taille zéro (Newman, 2002).

Pour estimer les valeurs de ces paramètres, plusieurs méthodes généralement graphiques ont été développées (Kacher, 2004). Parmi elles, on citera la méthode de Gulland (1969) et Gayanilo *et al.* (1996) basée sur les classes de taille. En partant du modèle de Von

Bertalanffy : $L_t = L_\infty \left(1 - e^{-K(t-t_0)} \right)$, au temps $t+1$, le modèle devient :

$$L_{t+1} = L_\infty \left(1 - e^{-K(t+1-t_0)} \right)$$

Le taux de croissance entre le temps t et le temps $t+1$ s'écrirait après développement :

$$L_{t+1} - L_t = L_\infty (1 - e^{-K}) - L_t (1 - e^{-K})$$

Cette écriture est celle d'une équation de régression linéaire en L_t où L_∞ est une constante ainsi que $(1 - e^{-K})$. L'accroissement annuel $(L_{t+1} - L_t)$ exprimé en fonction de L_t est une

droite de pente $-(1 - e^{-K})$ dont l'intersection avec l'axe des abscisses détermine L_∞ .

On calcule la valeur de K au moyen des logarithmes : Soit la pente de la droite p

$$p = -(1 - e^{-K}), \text{ ce qui nous amène à } \log(p+1) = -K \log e ; \text{ soit } \log(p+1) = -K.$$

La détermination de t_0 a été faite selon Pauly (1979) en utilisant l'équation empirique suivante :

$$\log_{10}(-t_0) = -0,392 - 0,275 \log_{10} L^\infty - 1,038 \log_{10} K$$

La fiabilité de ces paramètres de croissance a été testée en appliquant l'indice de performance de croissance (ϕ') calculé selon la méthode de Pauly et Munro (1984) :

$$\phi' = \log_{10} K + 2 \log_{10} L^\infty$$

2-4-3- Relation longueur-âge et taux de croissance absolue

La relation longueur-âge est déterminée en remplaçant les paramètres de croissance (L^∞ , K et t_0) par leurs valeurs respectives dans le modèle de Von Bertalanffy et en remplaçant la valeur de l'âge t par les valeurs 1, 2, 3, etc... Le taux de croissance absolue (TCA) ou l'évolution de la taille par unité de temps est obtenu en dérivant, par rapport au temps t , l'équation de Von Bertalanffy. L'expression du taux de croissance absolue est :

$$dL / dt = K (L^\infty - L_t).$$

2-4-4- Âge maximum

De nombreux auteurs ont montré que la valeur du paramètre K de la courbe de croissance de Von Bertalanffy est, chez les poissons, étroitement liée à leur longévité et que dans la nature, les plus vieux poissons d'un stock grandissent jusqu'à atteindre 95% de leur longueur asymptotique (Taylor, 1962). Pauly (1985) procède aux transformations suivantes du modèle de Von Bertalanffy.

Ainsi avec $L_t = L^\infty \left(1 - e^{-K(t-t_0)} \right)$, arrive-t-on à :

$$t - t_0 = (\log L^\infty - \log (L^\infty - L_t)) / K \log e, \text{ ce qui donnerait si on tient compte des 95\% de } L^\infty :$$

$$t - t_0 = t_{\max.} = 2,9957 / K.$$

2-4-5- Relation longueur-masse

Les relations longueur standard-masse totale ont été établies pour tous les spécimens échantillonnés selon la formule suivante :

$$P = aLS^b$$

avec P = masse du poisson en (g), LS = longueur standard du poisson en (mm), a = constante et b = coefficient d'allométrie.

Les paramètres a et b ont été estimés après la transformation de la fonction linéaire précédente en une fonction logarithmique de formule :

$$\log_{10} P = \log_{10} a + b \log_{10} LS$$

Le coefficient d'allométrie b varie de 2 à 4, mais il est le plus souvent proche de 3. Quand b = 3, il y a isométrie de croissance (et la densité spécifique de l'animal ne change pas). Si b > 3, l'allométrie est majorante, le poisson grossit plus vite qu'il ne grandit. Si b < 3, l'allométrie est minorante, le poisson grandit plus vite qu'il ne grossit.

2-4-6- Modélisation de la croissance en masse

La modélisation de la croissance en masse aux âges passe par l'estimation de la masse totale infinie (P_∞) de *Tylochromis jentinki*. La courbe de croissance pondérale est déduite du modèle de croissance de Von Bertalanffy selon l'équation suivante:

$$P_t = P_\infty \left(1 - e^{-K(t-t_0)} \right)^b : P_\infty = aLS_\infty^b$$

2-4-7- Estimation de la mortalité

L'estimation de la mortalité totale (Z) est effectuée par la courbe des captures. La valeur initiale de Z est obtenue à partir de l'équation de Gayanilo *et al.* (1996) :

$$\ln (N/dt) = a + bt$$

avec N = nombre de poissons pleinement recrutés et donc vulnérables à l'âge t ; b = mortalité totale ; dt = temps de croissance nécessaire à l'intérieur d'une classe.

L'estimation de la mortalité naturelle est réalisée dans le but de vérifier la cohérence des paramètres K et L_∞ . La méthode utilisée est le modèle empirique de Pauly (1984) qui intègre dans son expression la température du milieu et les paramètres de croissance K et L_∞ selon la formule suivante :

$$\log_{10} M = -0,0066 - 0,279 \log_{10} L_\infty + 0,6543 \log_{10} K + 0,4634 \log_{10} T$$

avec M = mortalité naturelle ; T = température moyenne annuelle de l'eau.

A partir de Z et de M , la mortalité par pêche (F) et le niveau d'exploitation (E) ont été estimés par les relations respectives :

$$F = Z - M \text{ et } E = F / Z = F / (F + M)$$

La probabilité de capture, la taille de première capture (L_c) et la longueur au recrutement (L_r) ont été obtenues avec la moyenne de ELEFAN-I. Le recrutement a été déterminé en projetant les données de fréquence de taille sur l'axe des temps en utilisant les paramètres de croissance (Moreau et Cuende, 1991). La distribution normale a été déterminée par NORMSEP (Pauly et Caddy, 1985) avec FiSAT.

2-5- Biologie de la reproduction

2-5-1- Échelle macroscopique de maturité sexuelle

La caractérisation des principales phases évolutives des gonades est basée sur les critères morphologique, pondéral et histologique (Kartas et Quignard, 1984). Selon Moreau (1984), deux méthodes de détermination des stades de maturation sont utilisées. Il s'agit de la méthode directe et de la méthode indirecte. La méthode d'observation directe consiste à vérifier l'état de maturité des poissons par massage abdominal afin de provoquer, en cas de maturité, une expulsion des gamètes. Ce stade précède la ponte de quelques heures seulement. La méthode d'observation indirecte quant à elle consiste à disséquer les poissons et à observer l'état de maturation après dissection.

Pour l'identification de la maturité sexuelle, nous avons utilisé un certain nombre de critères qui diffèrent très peu d'un sexe à l'autre. Ce sont la forme, la taille, l'aspect des gonades et la coloration. Nous avons utilisé l'échelle macroscopique de maturité des gonades proposée par Amon-Kothias (1982) que nous avons modifiée en fonction des observations sur le terrain. Toutes les gonades présentant les mêmes caractéristiques ont été regroupées dans un même stade. Chez la femelle, les ovaires flasques et sanguinolents ont été classés dans le stade 6 quelle que soit leur forme. Les mâles en activité sexuelle (échelle d'Amon-Kothias) ont été séparés en deux stades (maturation et émission). L'échelle adoptée comporte 5 stades chez le mâle et 6 stades chez la femelle. Les caractéristiques des différents stades sont consignées dans le Tableau I.

Tableau I : Échelle macroscopique de maturité des gonades de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié proposée par Amon-Kothias (1982) et modifiée en fonction des informations sur le terrain.

Stades	Mâle	Femelle
1	Immature Testicules translucides et filiformes.	Immature Ovaires non différenciés présentant deux bandelettes filiformes et translucides.
2	Début de maturation Testicules peu développés de couleur blanc-laiteux.	Début de maturation Ovaires peu développés sans vascularisation présentant de petits ovocytes jaunes ($1,25 \pm 0,39$ mm), visibles à l'œil nu.
3	Maturation Testicules développés. Ils acquièrent une couleur marron-clair scintillante par endroit.	Maturation Ovaires développés, présentant des ovocytes de taille moyenne ($3,39 \pm 0,29$ mm) de couleur jaune-pâle avec présence de petits ovocytes blanchâtres ($0,42 \pm 0,14$ mm).
4	Émission Testicules développés de couleur marron-clair scintillante, remplis de sperme non expulsable à la pression manuelle.	Pré-ponte Ovaires bien différenciés, ovocytes relativement gros ($4,40 \pm 0,31$ mm) de couleur jaune-orangé, non expulsables à la pression manuelle, présence de petits ovocytes blanchâtres ($0,63 \pm 0,14$ mm).
5	Post-émission Testicules de petite taille semblables à ceux du stade 2 de couleur variant de marron-noir à noir-scintillante.	Ponte Ovaires bien différenciés avec des ovocytes de grande taille ($5,51 \pm 0,27$ mm) de couleur jaune-orangé expulsables à la pression manuelle, présence de petits ovocytes blanchâtres signalés des stades 3 et 4 ($0,77 \pm 0,16$ mm).
6		Post-ponte Ovaires flasques et sanguinolents de volume réduit et contenant de gros ovocytes atrophiés, présence des petits ovocytes des stades 3 et 4 ($0,80 \pm 0,28$ mm).

2-5-2- Comptage et mesure du diamètre des ovocytes

Etant donné la réduction des diamètres ovocytaires due à l'action des liquides fixateurs (Stéquert et Ramcharrum, 1996), les mesures des diamètres des ovocytes ont été effectuées à l'état frais. Les gonades ont été d'abord débarrassées de leur enveloppe ovarienne et les ovocytes ont été délicatement séparés les uns des autres à l'aide d'une pince. Ensuite, tous les ovocytes mûrs du sac ovarien ont été comptés à l'aide d'un compteur mécanique. Enfin, trente ovocytes par ovaire ont été choisis au hasard et mesurés sur les deux diamètres d_1 et d_2 sous une loupe binoculaire munie d'un micromètre. La moyenne par ovocyte a été ensuite établie avant de calculer la moyenne globale des diamètres des ovocytes selon Coward et Bromage (1999).

2-5-3- Techniques histologiques

2-5-3-1- Fixation et déshydratation des échantillons

Après la dissection, trois fragments ont été prélevés dans les zones postérieure, médiane et antérieure de chaque gonade. Ces fragments ont été ensuite fixés au Bouin alcoolique dont la formule est la suivante : 20 ml d'acide picrique 1,5 % dans une solution d'éthanol 80°, 5 ml d'une solution de formol neutre à 40 %, 2 ml d'acide acétique glacial et H₂O qsp 50 ml. Les échantillons ont subi successivement une déshydratation dans trois bains d'éthanol à 96° et deux bains d'éthanol absolu (100°) d'une durée d'une heure chacun.

2-5-3-2- Inclusion et coupe

Les pièces déshydratées ont séjourné toute une nuit dans le deuxième bain d'éthanol absolu avant d'être pré-imprégnées dans du butanol pendant trois jours. Après l'imprégnation dans trois bains successifs de paraffine liquide à l'étuve à 60° C, les échantillons ont été inclus dans cette même paraffine dans des barres de Leuckart. Cette inclusion s'est faite à la température ambiante. Des coupes de 7 microns d'épaisseur ont été réalisées sur les pièces de paraffine à l'aide de microtome et fixées sur des lames porte-objets en verre posées sur une

plaque chauffante à 60° C. Les coupes paraffinées peuvent ainsi être conservées durant plusieurs mois avant leur coloration.

2-5-3-3- Coloration, observation et comptage des cellules

Les coupes ont été traitées et colorées suivant la méthode utilisant l'hématoxyline de Harris et l'éosine (Martoja et Martoja-Pierson, 1967). Le mélange de ces deux colorants est couramment utilisé en histologie et permet de bien différencier les différents tissus présents sur une coupe histologique. L'éosine est un colorant acide qui colore le cytoplasme en rose et plus particulièrement les structures basiques comme les protéines du cytoplasme, alors que l'hématoxyline est un colorant basique qui colore les noyaux en violet et plus spécialement les structures cellulaires acides comme l'ADN ou l'ARN. Pour les coupes trop tendres et qui adhèrent mal aux lames, un traitement spécial au collodion leur est appliqué. Il a pour but d'assurer une meilleure adhérence aux lames. Les préparations ont ensuite été montées entre lames et lamelles à l'aide d'une résine d'inclusion de type Eukitt polymérisant à l'air à température ambiante. L'observation et les photos ont été réalisées à l'aide d'un appareil photo numérique et d'un photomicroscope.

Sur chaque coupe histologique, les cellules ont été comptées pour déterminer la proportion relative de chaque stade. Pour un stade de développement donné, en fonction du matériel biologique disponible, les diamètres de 10 à 30 ovocytes et leurs noyaux ont été mesurés. Seuls les ovocytes sectionnés par les noyaux ont été pris en compte. L'erreur standard évalue la dispersion des résultats. Enfin, sur les follicules ovariens aux stades 3, 4, 5 et 6, les épaisseurs des enveloppes folliculaires ont été quantifiées.

2-5-4- Expression des résultats

2-5-4-1- Sex-ratio

La proportion des sexes est l'un des aspects de la reproduction et dont les variations sont parfois en relation avec le milieu. Par des mécanismes divers d'ajustement en réponse aux conditions variables du milieu, ces paramètres contribuent au maintien dans une certaine limite, de la capacité reproductrice de l'espèce, voire de sa pérennité. Dans le cadre de la

dynamique des populations, la connaissance de la proportion des sexes d'un stock permet, en liaison avec d'autres facteurs, d'évaluer le potentiel de reproduction du stock (Kartas et Quignard, 1984). Cette proportion est exprimée en pourcentage du nombre de mâles ou de femelles par rapport à la population échantillonnée (taux de masculinité ou de féminité) ou par le rapport entre le nombre de femelles et de celui des mâles. Cette dernière méthode a été utilisée. L'évolution saisonnière de la sex-ratio (SR) a été suivie selon les formules suivantes :

$$SR = \frac{M}{F} \text{ ou } SR = \frac{F}{M}$$

avec M = nombre de mâles ; F = nombre de femelles

2-5-4-2- Taille de première maturité sexuelle

La taille de première maturité sexuelle est définie comme la longueur standard moyenne de maturité sexuelle à laquelle l'on rencontre autant de sujets immatures que de sujets aptes à se reproduire. En pratique, c'est la taille à laquelle 50 % des mâles et des femelles sont matures (Legendre et Écoutin, 1996 ; Ghorbel *et al.*, 1996). Pour plus de fiabilité, seuls les individus capturés au cours des saisons de reproduction ont été utilisés pour éviter de classer les individus en repos sexuel comme des immatures. Les poissons échantillonnés ont été regroupés par classes de taille de 10 mm de longueur standard. Dans chaque classe, pour chaque sexe, le pourcentage des individus mûres de stade supérieur ou égal au stade 3 de l'échelle macroscopique a été calculé. Ce pourcentage a été estimé en ajustant, par la fonction logistique d'une régression non linéaire le pourcentage de mâles et de femelles matures par intervalle de 10 mm, pondéré par le nombre total d'individus pour chaque classe de taille (Ghorbel *et al.*, 1996 ; Duponchelle, 1997 ; Duponchelle *et al.*, 1998).

Les modèles statistiques les plus utilisés pour le traitement des variables à réponse binaire (variables pour lesquelles les mesures effectuées sont traduites en terme de "succès" ou d'"échec") sont les régressions logistiques. Pour une réponse binaire Y et une variable exploratoire quantitative X, $\pi(x)$ traduit la probabilité de succès quand X prend la valeur de x. Cette probabilité selon Agresti (1996) s'écrit de la manière suivante :

$$\text{logit}[\pi(x)] = \log \left[\frac{\pi(x)}{1 - \pi(x)} \right] = a + b x$$

Une formule alternative de la régression logistique réfère directement à la probabilité de succès. Cette formule utilise la fonction exponentielle [exp (x)] sous la forme :

$$\pi(x) = \frac{e^{(a+bx)}}{1+e^{(a+bx)}}$$

avec $\pi(x)$ = Probabilité des individus à êtres matures ; x = points médians des classes de taille considérées ; a et b étant des constantes.

Dans cette formule, la taille de L_{50} a été déduite en calculant le rapport suivant :

$$L_{50} = \frac{-a}{b}$$

2-5-4-3- Rapport gonadosomatique (RGS)

Le rapport gonadosomatique permet de déterminer l'accroissement des gonades durant le cycle de reproduction. Il est défini comme étant le rapport de la masse des gonades sur la masse éviscérée multiplié par 100. Ce rapport présente l'avantage d'éliminer la masse des gonades, celle du tube digestif et de son contenu et de la graisse qui s'accumule dans la cavité abdominale à certaines périodes de l'année (Fermond, 1996). Un rapport très élevé traduit un état avancé de la maturation des gonades. En revanche, lorsque le rapport est faible, l'espèce se trouve en état de repos sexuel ou est immature. Sa formule est la suivante :

$$RGS = \frac{P_g}{P_{év}} \times 100$$

avec P_g = masse des gonades (g) et $P_{év}$ = masse du poisson éviscéré (g).

L'évolution saisonnière de l'activité sexuelle est déterminée à partir des proportions mensuelles (en %) des différents stades de maturation sexuelle des mâles et des femelles dont la taille est supérieure ou égale à celle de la première maturation sexuelle.

2-5-4-4- Rapport hépatosomatique (RHS)

Le rapport hépatosomatique est le pourcentage de la masse du foie par rapport à la masse corporelle du poisson (Delahaunty et De Vlaming, 1980 ; Bernabé, 1991).

$$\text{RHS} = \frac{P_f}{P_{\text{év}}} \times 100$$

avec P_f = masse du foie (g) et $P_{\text{év}}$ = masse du poisson éviscéré (g).

En période de repos, les poissons téléostéens stockent des réserves qui seront utilisées comme sources d'énergie pour la fin de leur développement sexuel et au cours de leur activité de frai. En fonction du lieu de stockage, deux types de poissons peuvent être distingués (Bernabé, 1991 ; Wootton *et al.*, 1998) :

- les poissons maigres dont les réserves s'accumulent surtout au niveau du foie. Dans ce cas, le maximum de RGS précède celui de RHS ;
- les poissons gras chez lesquels les réserves sont essentiellement stockées dans les muscles, mais aussi dans les mésentères périscéraux et sous la peau. Ces réserves passent ensuite simultanément dans le foie et dans les gonades pour assurer les besoins énergétiques en période de reproduction (Bougis, 1952). Pour cette catégorie de poisson, le maximum du RGS coïncide avec celui du RHS (Lahaye, 1980).

2-5-4-5- Facteur de condition (K)

Le facteur de condition caractérise la corpulence de la population étudiée (Samba, 1974). Cet indice traduit l'embonpoint du poisson et l'effet des facteurs écologiques et physiologiques sur les individus de la population (Belghyti, 1990 ; Saruowski et Jezierska, 2000). La formule que nous avons retenue est celle utilisée par Htun-Han (1978) et Kartas et Quignard (1984) :

$$K_c = \frac{P}{L^3} \times 100$$

avec P = masse totale du poisson (g) et L = longueur du poisson (cm).

Le choix d'une puissance cubique constante a l'avantage d'être indépendant de l'échantillonnage. Dans ces conditions, le facteur K est uniquement l'expression de l'influence de facteurs écologiques (nourriture, température) et physiologiques (développement sexuel, état d'amaigrissement) sur les individus de la population (Kartas et Quignard, 1984).

2-5-4-6- Fécondités absolue et relative

La fécondité se définit comme étant le nombre de gamètes produits par une femelle (Ouattara, 2000). Ce nombre peut être déterminé à différents stades : au stade des ovocytes en fin de vitellogénèse ou au stade de l'ovulation, de la ponte, voire des alevins pour les espèces vivipares.

La fécondité absolue (F_a) est le nombre d'ovocytes susceptibles d'être émis au cours d'une saison de ponte (Déniel *et al.*, 1989). Elle a été estimée à partir des gonades au stade 5 avec le nombre d'ovocytes appartenant au groupe modal de plus grand diamètre. Pour plus de fiabilité, la fécondité de chaque femelle a été estimée durant ou peu avant la période de reproduction à partir du comptage de l'ensemble de ses ovocytes mûrs. Ce comptage s'est fait au moyen d'un compteur mécanique. Les individus capturés trop tôt ou trop tard ont été écartés.

La fécondité relative (F_r) selon Wootton (1979), est le nombre d'ovocytes par unité de masse corporelle (en gramme ou en kilogramme). Elle a été calculée pour chacune des femelles.

2-5-4-7- Diamètres ovocytaires

Les distributions de fréquences des diamètres ovocytaires aident à comprendre la dynamique de leur développement et permettent jusqu'à une certaine limite de prévoir la fréquence et la durée des pontes (West, 1990).

Les distributions de fréquences des diamètres ovocytaires a été déterminées afin d'identifier le type de stratégie de ponte de *Tylochromis jentinki*. Pour cela, le diamètre

ovocyttaire moyen a été déterminé en faisant la moyenne arithmétique des mensurations relevées sur le petit et le grand diamètre de l'ensemble des ovocytes mesurés.

2-6- Habitudes et stratégies alimentaires

2-6-1- Rythme alimentaire

Deux batteries de filets maillants (cf. 2-2-2) ont été employées pour la récolte des données destinées à l'étude du rythme alimentaire. Les prélèvements ont été effectués dans le secteur IV (Layo) en janvier 2004 et juillet 2006. Les filets posés sont visités toutes les trois heures et ce, pendant 24 heures. Sur le terrain, pour chaque période de pêche, les spécimens capturés sont identifiés, pesés puis disséqués. L'état de réplétion (estomac vide, moitié plein ou estomac plein) de l'estomac prélevé est noté. Le nombre d'estomacs pleins échantillonnés pour une période donnée est exprimé en pourcentage du nombre total d'estomacs pour la période considérée. Pour respecter les normes statistiques, un nombre supérieur ou égal à 30 spécimens est recommandé. La période d'activité trophique maximale correspond à celle pendant laquelle on a capturé le plus grand nombre de spécimens avec des estomacs pleins.

2-6-2- Analyse des contenus stomacaux

Il s'agit ici de déterminer quelles ressources trophiques, *Tylochromis jentinki* utilise comme nourriture. La présence de proies entières dans l'œsophage et dans l'intestin postérieur nous a conduit à examiner toutes les parties du tube digestif. Ces derniers ont été retirés du formaldéhyde, essorés sur du papier buvard et pesés. Ils ont été ensuite sectionnés longitudinalement et, sous la pression du jet d'eau d'une pissette, le contenu a été collecté dans un verre de montre. La masse du contenu stomacal a été obtenue par différence de la masse pleine et de la masse vide de l'estomac. Les contenus ont été filtrés à travers une série de tamis de maille 500 µm, 250 µm et 100 µm. Les différentes fractions ainsi obtenues et le filtrat ont été observées à la loupe binoculaire dans des cuves à Dollfuss en vue d'identifier les différents taxons-aliments. Le nombre d'estomacs vides a été noté. Les catégories de proies ont été triées, dénombrées, pesées et identifiées selon des clés d'identification de Dejoux *et al.*

(1981), Pourriot *et al.* (1982) et Tachet *et al.* (2003). Selon l'état de digestion, les proies ont été identifiées à des niveaux taxinomiques différents (Famille, Genre et Espèce) en tenant compte des conventions suivantes (Derbal et Kara, 2007) :

- le nombre de mollusques pélécytopodes est déterminé en divisant le nombre de bords dorsaux valvaires par deux, tandis que les gastéropodes prosobranches sont comptés en tenant compte de la présence des opercules ou des fragments apicaux ou basaux de la coquille ;
- les crustacés pécaricides, notamment les isopodes et les amphipodes sont comptés en divisant le nombre des yeux par deux. Les eucarides sont reconnaissables à leurs appendices céphalothoraciques (rostre, périopodes, pièces buccales) ou abdominaux (pléopodes, telson) ;
- les poissons partiellement digérés sont reconnus selon la présence de la chair et des structures ossifiées (nageoires paires ou impaires, écailles, arêtes ou colonnes vertébrales). Quel que soit le nombre de fragments musculaires, d'écailles ou d'arêtes, nous avons la présence d'une seule proie. A l'inverse, chaque colonne vertébrale entière ou partie céphalique trouvée correspond à un poisson ;
- les insectes sont souvent digérés partiellement. Lorsqu'il s'agit du corps de l'animal, l'on tient compte des parties antérieures (têtes) et postérieures (queues) ;
- les aliments tels que les fruits, les débris végétaux et animaux et indéterminés sont considérés comme une seule proie quel que soit leur nombre.

2-6-3- Expression des résultats

2-6-3-1- Coefficient intestinal

Le coefficient intestinal (CI) a été déterminé en faisant le rapport de la longueur de l'intestin (LI) par la longueur standard du poisson (LS). Dans le cas particulier des poissons, ce coefficient donne une idée sur le régime alimentaire. Il est plus élevé lorsque l'intestin est plus long et faible lorsque celui-ci est plus court. Sa formule est la suivante :

$$CI = \frac{LI}{LS}$$

2-6-3-2- Coefficient de réplétion

Pour évaluer le taux de remplissage de l'estomac au cours d'un cycle de 24 heures déterminant soit les stades pré-trophiques, soit une fin de digestion ou une période de jeûne totale, le coefficient de réplétion stomacal (CR) et le taux de vacuité (V) ont été déterminés (Lauzanne, 1977 ; Rosecchi, 1983). Leurs expressions mathématiques sont les suivantes :

$$CR = \frac{P_{cd}}{P_t} \times 100$$

avec P_{cd} = masse du contenu stomacal (g) et P_t = masse totale du poisson considéré.

$$V = \frac{n_v}{N_{te}} \times 100$$

avec n_v = nombre d'estomacs vides et N_{te} = nombre total d'estomacs examinés

2-6-3-3- Classes de taille des poissons

Les classes de taille ont été déterminées à partir d'observations effectuées sur les stades de maturité sexuelle et la taille de première maturité sexuelle (L_{50}). Les spécimens de tailles supérieures ou égales à la L_{50} sont classés dans la catégorie des adultes. Ceux de tailles comprises entre la taille du plus petit individu mature et la L_{50} sont considérés comme des subadultes. Enfin, les spécimens de tailles inférieures à la taille du plus petit individu mature constituent les juvéniles. Le régime alimentaire a été déterminé pour chacun des groupes.

2-6-3-4- Indices alimentaires

Afin d'étudier la stratégie alimentaire de *Tylochromis jentinki*, quatre indices alimentaires ont été utilisés :

- Pourcentage d'occurrence (F) : vise à préciser les préférences alimentaires d'une espèce. Il consiste à déterminer le nombre d'estomacs examinés contenant un item (i) donné. Ce nombre est exprimé en pourcentage du nombre d'estomacs pleins examinés (Dineen,

1951). Cet indice donne des informations sur les items proies fréquemment consommés par l'espèce. Il n'apporte cependant aucune indication sur l'importance des proies ingérées (Lauzanne, 1977 ; Hyslop, 1980).

L'indice utilisé dans cette étude est le Pourcentage d'occurrence corrigé (F_C) selon Rosecchi & Nouaze (1987), Gray *et al.* (1997) et Young *et al.* (1997) dont la formule est :

$$F_C = \frac{F_i}{\sum F_i} \times 100 \text{ avec } F_i = \frac{n_i}{N_T}$$

avec F_i = fréquence d'une proie i , n_i = nombre d'estomacs contenant une proie i et N_T = nombre total d'estomacs pleins examinés.

- Pourcentage numérique (N) : consiste à dénombrer les individus d'une catégorie d'item (i) pour un échantillon donné. Ce nombre est exprimé en pourcentage du nombre total d'items inventoriés dans l'ensemble des estomacs examinés (Hureau, 1970). Cet indice est facile à utiliser car il ne nécessite aucune technique particulière et permet certaines comparaisons entre différents régimes d'autres espèces. Cependant, il sous-estime l'importance des aliments peu nombreux mais de masse élevée (Lauzanne, 1977). Celui-ci donne l'importance en nombre de chaque item (ou catégorie de proies) en faisant intervenir le pourcentage numérique (N) de chaque catégorie d'item (Hureau, 1970) défini comme suit :

$$N = \frac{N_i}{N_t} \times 100$$

avec N_i = nombre total de l'item (i) et N_t = nombre total de tous les items.

- Pourcentage pondérale (P) : consiste à exprimer la masse des catégories d'items pour l'ensemble de l'échantillon, par rapport à la masse totale de l'ensemble des items. Cet indice donne une meilleure idée de l'importance relative des proies, mais n'apporte aucune indication sur les préférences alimentaires des poissons. Elle se définit comme suit :

$$P = \frac{P_i}{P_T} \times 100$$

avec P_i = masse totale de l'item (i) et P_T = masse totale de tous les items

Les différents indices présentés ci-dessus ont fait l'objet de nombreuses révisions et critiques (Hynes, 1950; Windell et Bowen, 1978 ; Hyslop, 1980). Ceux-ci, employés isolement, donnent en général une idée incomplète du régime alimentaire (Wootton, 1990).

En vue d'obtenir une meilleure interprétation du régime alimentaire du poisson, l'utilisation d'indices mixtes intégrant une, deux ou trois indices est indiquée (Windell, 1971). Ces indices mixtes ont été discutés et révisés par Rosecchi et Nouaze (1987) et par Marshall et Elliot (1997). Ces combinaisons d'indices permettent des comparaisons intra et interspécifiques des régimes alimentaires. Ils permettent également de comparer les variations du régime en fonction de la taille, du sexe, du milieu et des saisons (Windell, 1971).

Pour les comparaisons des différents régimes alimentaires, nous avons utilisé l'indice d'importance relative (IRI) proposé par Pinkas *et al.* (1971). Cet indice qui intègre les trois pourcentages ci-dessus, permet une interprétation beaucoup plus réelle du régime alimentaire en minimisant les biais occasionnés par chacun de ces pourcentages. Il est obtenu en combinant les indices d'occurrence (F_c), numérique (N) et pondérale (P). Cet indice privilégie de façon marquée des proies abondantes (N) et fréquentes (F_c) mais ayant une faible valeur pondérale. Sa formule est la suivante :

$$IRI = F_c \times (N + P)$$

Cet indice a été exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

$$\% IRI = \frac{IRI}{\sum IRI} \times 100$$

La classification des aliments en termes d'aliments préférentiels, secondaires et accidentels a été faite sur la base de la méthode proposée par Simenstad (1979) et discutée par Rosecchi et Nouaze (1987). La valeur de l'indice de chaque item est exprimée en pourcentage de la somme de tous les indices. Les aliments sont ensuite ordonnés par ordre décroissant selon la valeur du pourcentage indiciaire obtenu. Dans cet ordre, les pourcentages indiciaires des premiers aliments sont additionnés jusqu'à obtenir 50% ou plus, ces items sont dits aliments préférentiels ; ce calcul est poursuivi jusqu'à obtenir 75% ou plus, ces items sont les aliments secondaires ; les autres items de la liste sont des aliments accidentels.

2-7- Traitements statistiques

2-7-1- Khi-deux

Le test de khi-deux a été utilisé pour comparer les sex-ratios en fonction des mois et des différentes stations. Selon Scherrer (1984), ce test consiste à mesurer l'écart qui existe entre des fréquences observées et des fréquences attendues (ou théoriques) et à tester si cet écart est suffisamment faible pour être imputable aux fluctuations d'échantillonnage. Le test de khi-deux est fondé sur la normalité des fréquences observées dans chacun des $k \times r$ catégories. Cette condition est remplie dans la mesure où, d'une part, les fréquences ne sont ni trop fortes ni trop faibles par rapport au nombre de tirage au hasard, et d'autre part, les effectifs des échantillons sont suffisamment grands pour que les lois binomiales tendent vers les lois normales.

$$\chi^2_{\text{obs}} = \frac{\sum_{i=1}^r |f_{\text{obs}i} - f_{\text{th}}|^2}{f_{\text{th}}}$$

avec $f_{\text{obs}i}$ = fréquence observée pour le taxon considéré et f_{th} = fréquence théorique

La fréquence observée est celle que l'on obtient au cours de l'expérimentation tandis que la fréquence théorique est celle qui découle du type de répartition à laquelle l'on se réfère pour tester les valeurs expérimentales. Deux hypothèses sont émises :

- H_0 : la distribution théorique est conforme à la distribution observée,
- H_1 : la distribution théorique ne s'ajuste pas à la distribution observée.

Si la valeur de χ^2 observée est supérieure à la valeur théorique pour $p < 0,05$, alors l'écart observé n'est pas le fait du hasard ; de ce fait on accepte H_1 c'est-à-dire qu'il y a une différence significative entre la fréquence observée et la fréquence théorique. Cela se traduit par la lettre "S". Dans le cas contraire, on accepte H_0 lorsqu'il n'y a pas de différence significative entre les deux fréquences. Dans ce cas, on écrit "NS".

2-7-2- Analyse de variance

L'analyse de variance est un test statistique de comparaison des moyennes entre deux (ANOVA) ou plusieurs (MANOVA) échantillons. Dans ce cas deux hypothèses sont émises : une hypothèse nulle H_0 selon laquelle il n'y a pas de différence entre les moyennes des échantillons à comparer ($m_1 = m_2 = \dots = m_n$) et une hypothèse H_1 selon laquelle il existe une différence significative entre les échantillons des moyennes à comparer. Une telle hypothèse exige le calcul numérique des moyennes à comparer. L'interprétation d'une telle analyse est basée sur la valeur de F du test de Fisher. L'obtention des valeurs de p ou "*p-value*" est faite par comparaison des valeurs de F calculée aux valeurs critiques du tableau de F. Pour les valeurs de p inférieures à 0,05 (limite de signification), les différences observées sont statistiquement significatives. L'hypothèse nulle est rejetée. Dans le cas contraire, on conclut que ces différences ne sont significatives, donc elle est acceptée.

L'analyse de variance (ANOVA) a été utilisée pour déterminer les effets des saisons (saisons sèche et pluvieuse) et des différentes années sur le RGS, le RHS et le facteur de condition K en fonction du sexe. Le test de Tukey a été utilisé pour les comparaisons *a posteriori*. Les différences sont considérées significatives pour $p < 0,05$.

2-7-3- Analyse de classification hiérarchique ascendante (*cluster analysis*)

L'analyse de classification hiérarchique ascendante est une technique de classification utilisée pour regrouper les entités écologiques ou unité d'échantillonnage ayant des caractéristiques similaires par rapport à une valeur donnée. Elle est basée sur la mesure des distances ou des similarités entre les entités écologiques qui forment le cluster. Le principe de cette analyse tel que présenté par Pielou (1984) se résume ainsi : (1) il s'agit dans un premier temps de constituer une matrice de données composée de s lignes, représentant les espèces, et n colonnes représentant les unités d'échantillonnage ou vice versa ; (2) savoir que le (i, j) ème élément de la matrice représente le nombre d'espèces i (pour $i = 1, \dots, s$) dans le quadrat j (pour $j = 1, \dots, n$) ; (3) démarrer l'analyse proprement dite. Rappelons que les deux entités écologiques les plus proches pour la variable considérée s'unissent pour former le premier ensemble encore appelé *two-member cluster*. Le groupe initial étant formé, il y a maintenant $(n-1)$ entités composées d'une part de la paire précédemment formée et toutes les autres unités d'échantillonnage d'autre part. La deuxième étape consiste à rechercher parmi les unités d'échantillonnages individuelles, celles qui sont plus proches entre elles et plus proche du

groupe initial formé. Les étapes suivantes se résument en la répétition des deux précédentes et ainsi de suite. Le résultat d'une analyse de classification hiérarchique ascendante est présenté sous forme de dendrogramme.

Cette analyse a été utilisée pour regrouper les classes de taille les plus proches du point de vue de l'importance relative des aliments dans les contenus stomacaux. Cette analyse effectuée à partir de la matrice « Indice d'importance relative des proies / échantillons des classes de taille » a été utilisée pour montrer la similarité alimentaire entre les classes de taille définies. La distance euclidienne communément employée dans l'analyse de classification hiérarchique ascendante est selon Williams (1971), la moyenne des mesures interindividuelles entre tous les membres d'un groupe et tous ceux des autres qui forment le cluster. Celle-ci a été retenue pour cette étude parce qu'elle exprime mieux les résultats obtenus.

2-7-4- Coefficient de corrélation de rang de Spearman (Rs)

Le coefficient de corrélation de rang de Spearman est un test statistique non paramétrique qui permet de comparer les différents régimes alimentaires. Ce test permet d'apprécier les similarités ou les différences entre les échantillons par comparaisons des rangs. Si nous prenons, par exemple, le cas d'une liste d'aliments de deux espèces de poissons x et y pour lesquels nous avons déterminé les masses respectives des différents aliments, l'analyse consistera à classer les aliments par ordre d'importance relative en leur attribuant des rangs. Ce sont ces deux séries de rangs qui seront mises en corrélation pour savoir s'il existe de façon globale une différence ou une similitude entre les rangs occupés par les aliments dans les régimes alimentaires des deux espèces. Le test conclut à une corrélation significative si $p < 0,05$ et non significative si $p > 0,05$. Si la corrélation est significative entre les rangs de proies, on en déduit que celles-ci sont exploitées de façon analogue par les espèces concernées. En revanche, si cette corrélation n'est pas significative, cela exprime que les proies ne sont pas exploitées dans les mêmes proportions.

CHAPITRE III : RÉSULTATS ET DISCUSSION

Une partie des données de ce chapitre a fait l'objet de trois publications :

Konan K.J., Atsé B.C. & Kouassi N.J., 2008. Habitudes et stratégies alimentaires du Cichlidae *Tylochromis jentinki jentinki* (Steindachner, 1895) dans la lagune Ebrié (Côte d'Ivoire). *Cybium*, 32(1): 3-8.

Atsé B.C., Konan K.J. & Kouassi N.J., 2009. Biologie de la reproduction du Cichlidae *Tylochromis jentinki* (Steindachner, 1895) dans la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Cybium*, 33 (1) : 11-19.

Konan K.J., Atsé B.C. & Kouassi N.J., 2009. Food and feeding ecology of *Tylochromis jentinki* (Teleostei: Cichlidae) in Ebrié Lagoon, Ivory Coast, with emphasis on spatial, size and temporal variation in fish diet. *African Journal of Aquatic Science* (sous presse).

1- ENVIRONNEMENT ABIOTIQUE

1-1- Résultats

1-1-1- Température

D'une manière générale, la température de l'eau aux différentes stations d'étude évolue de la même manière dans les trois stations (Figure 8a). Elle augmente brutalement à partir de décembre et atteint un premier pic en mars puis diminue progressivement entre avril et juillet. Un second pic est observé entre août et septembre. Les valeurs enregistrées sont comprises entre 26,3 °C en août (saison sèche) et 30,2 °C en mars (saison sèche) à Layo. A Ahua, les valeurs extrêmes sont enregistrées pendant la saison sèche en août (27,3 °C) et en mars (30,6 °C). Celles enregistrées à Gboyo varient de 27,2 °C en novembre (saison des pluies) à 30,7 °C en mars (saison sèche) sont du même ordre de grandeur. Les moyennes annuelles sont de $28,0 \pm 1,3^{\circ}\text{C}$ à Layo, de $28,7 \pm 1,1^{\circ}\text{C}$ à Ahua et de $28,6 \pm 1,5^{\circ}\text{C}$ à Gboyo. D'une station d'étude à l'autre, la température ne présente pas de variation significative entre stations ($p > 0,05$).

En ce qui concerne la saison, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée entre saisons sèche et pluvieuse (Tableau II). Cependant, les températures moyennes les plus faibles sont en général mesurées pendant la saison pluvieuse. Les températures moyennes élevées ont été notées en saison sèche.

1-1-2- Oxygène dissous

L'oxygène de l'eau présente une évolution en dent de scie au cours de l'année (Figure 8b). Les plus fortes valeurs ont été enregistrées en saisons sèches, précisément en janvier (7,5 mg / l) à Layo, en août (7,6 mg / l) à Ahua et en janvier (7,8 mg / l) à Gboyo. Les valeurs minimales du taux d'oxygène dissous sont enregistrées en saison des pluies en novembre (4,3 mg / l) à Layo et en mai (5,3 mg / l) à Ahua. A Gboyo, les valeurs minimales sont relevées en saison sèche en décembre (5,2 mg / l). Les moyennes annuelles sont de $5,7 \pm 1,1$ mg / l à Layo, $6,0 \pm 0,7$ mg / l à Ahua et $6,2 \pm 1,2$ mg / l à Gboyo. Ce paramètre ne présente pas de variations inter-stations significatives ($p > 0,05$).

La variation saisonnière de l'oxygène dissous est nette ($p < 0,05$) sur l'ensemble des stations d'étude à l'exception de Gboyo où aucune différence significative n'a été observée entre les deux saisons (Tableau II). Les faibles valeurs moyennes de l'oxygène dissous sont relevées pendant la saison pluvieuse. Les valeurs maximales de ce paramètre sont atteintes pendant la saison sèche.

1-1-3- pH

Les valeurs du pH sont croissantes en saison sèche, de décembre à mars à l'exception de Gboyo où une baisse des valeurs est observée entre janvier et février et décroissantes en saison des pluies (Figure 8c). A Layo, les valeurs obtenues oscillent entre 6,1 en novembre (saison des pluies) et 8,5 en mars (saison sèche). A Ahua, elles varient de 6,2 en novembre (saison des pluies) à 8,0 en janvier (saison sèche). Enfin à Gboyo, les valeurs sont de 6,3 en octobre (saison des pluies) et de 7,8 en avril (saison des pluies). Les valeurs moyennes annuelles s'élèvent à $7,5 \pm 0,8$, $7,2 \pm 0,5$ et $7,1 \pm 0,5$ respectivement à Layo, Ahua et Gboyo. D'une station à l'autre, aucune différence significative ($> 0,05$) n'a été observée.

Le pH varie considérablement entre saisons sèche et pluvieuse à Layo et à Ahua (Tableau II). Dans ces stations, les plus faibles valeurs moyennes sont obtenues en saison des pluies (octobre-novembre). En revanche, aucune différence significative n'a été observée à Gboyo. Les plus fortes valeurs sont enregistrées pendant la saison sèche, à l'exception de Gboyo où la plus forte valeur moyenne de pH est relevée seulement en décembre.

1-1-4- Salinité

L'évolution de la salinité présente la même allure dans les trois secteurs d'échantillonnage (Figure 8d). Les valeurs sont croissantes en saison sèche de décembre à mars et d'août à septembre et décroissantes en saison des pluies d'avril à juillet et d'octobre à novembre. La salinité varie significativement ($p < 0,05$) d'une part entre Layo (de 1,3 ‰ à 7,3 ‰) et Ahua (de 1,6 ‰ à 3,4 ‰) et entre Layo et Gboyo (de 1,5 ‰ à 3,7 ‰) d'autre part. En revanche, les valeurs de salinité enregistrées à Ahua (1,6 ‰ et 3,4 ‰) sont assez voisines de celles obtenues à Gboyo (1,5 ‰ et 3,7 ‰). Les moyennes annuelles sont de $4,5 \pm 1,9$ ‰ à Layo, $2,4 \pm 0,5$ ‰ à Ahua et $2,6 \pm 0,6$ ‰ à Gboyo.

La variation saisonnière de la salinité est très marquée ($p < 0,05$) sur l'ensemble des stations d'échantillonnage (Tableau II). En saison sèche, les salinités des eaux de Layo sont

significativement supérieures à celles enregistrées à Ahua et à Gboyo. Aux trois stations, les plus faibles moyennes de salinité sont enregistrées pendant la saison des pluies. Les maxima de ce paramètre sont obtenus en saison sèche.

1-1-5- Conductivité

La conductivité évolue dans le même sens que la salinité dans les secteurs d'échantillonnage (Figure 8e). Les valeurs oscillent entre 5,5 mS / cm (novembre) et 29,2 mS / cm (février) à Layo, entre 1,5 mS / cm (novembre) et 26,5 mS / cm (mars) à Ahua et entre 1,5 mS / cm (novembre) et 27,2 mS / cm (mars) à Gboyo. Les moyennes annuelles enregistrées sont de $16,9 \pm 8,3$ mS / cm à Layo, de $13,9 \pm 8,8$ mS / cm à Ahua et de $13,6 \pm 8,8$ mS / cm à Gboyo. Ce paramètre présente une faible variation inter-stations ($p > 0,05$).

Ce paramètre ne présente également aucune variation inter-saisonnière significative ($p > 0,05$). Les faibles valeurs moyennes de la conductivité sont relevées pendant la saison des pluies tandis que les valeurs maximales de ce paramètre sont atteintes pendant la saison sèche (Tableau II).

1-1-6- Transparence

L'évolution de la transparence présente également la même allure dans les trois secteurs d'échantillonnage (Figure 8f). Les valeurs sont croissantes en saison sèche de décembre à mars et décroissantes tout le reste de l'année d'avril à novembre. Les plus faibles transparences des eaux enregistrées sont de 29,5 cm en novembre (saison des pluies) à Layo, de 66,5 cm en janvier (saison sèche) et de 88,5 cm en novembre (saison des pluies). En revanche, les valeurs maximales sont observées en mai (saison des pluies) à Layo (90,5 cm), à Ahua (198,0 cm) et à Gboyo (190,5 cm). Les valeurs moyennes annuelles correspondantes sont de $63,5 \pm 23,2$ cm, $147,8 \pm 28,3$ cm et $149,9 \pm 27,3$ cm respectivement à Layo, Ahua et Gboyo. Ce paramètre ne présente pas de variation significative ($p > 0,05$) entre stations.

Tout comme la température et la conductivité, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée entre saisons sèche et pluvieuse. Les plus faibles moyennes de transparence sont mesurées pendant la saison des pluies. Les maxima de ce paramètre sont obtenus en saison sèche (Tableau II).

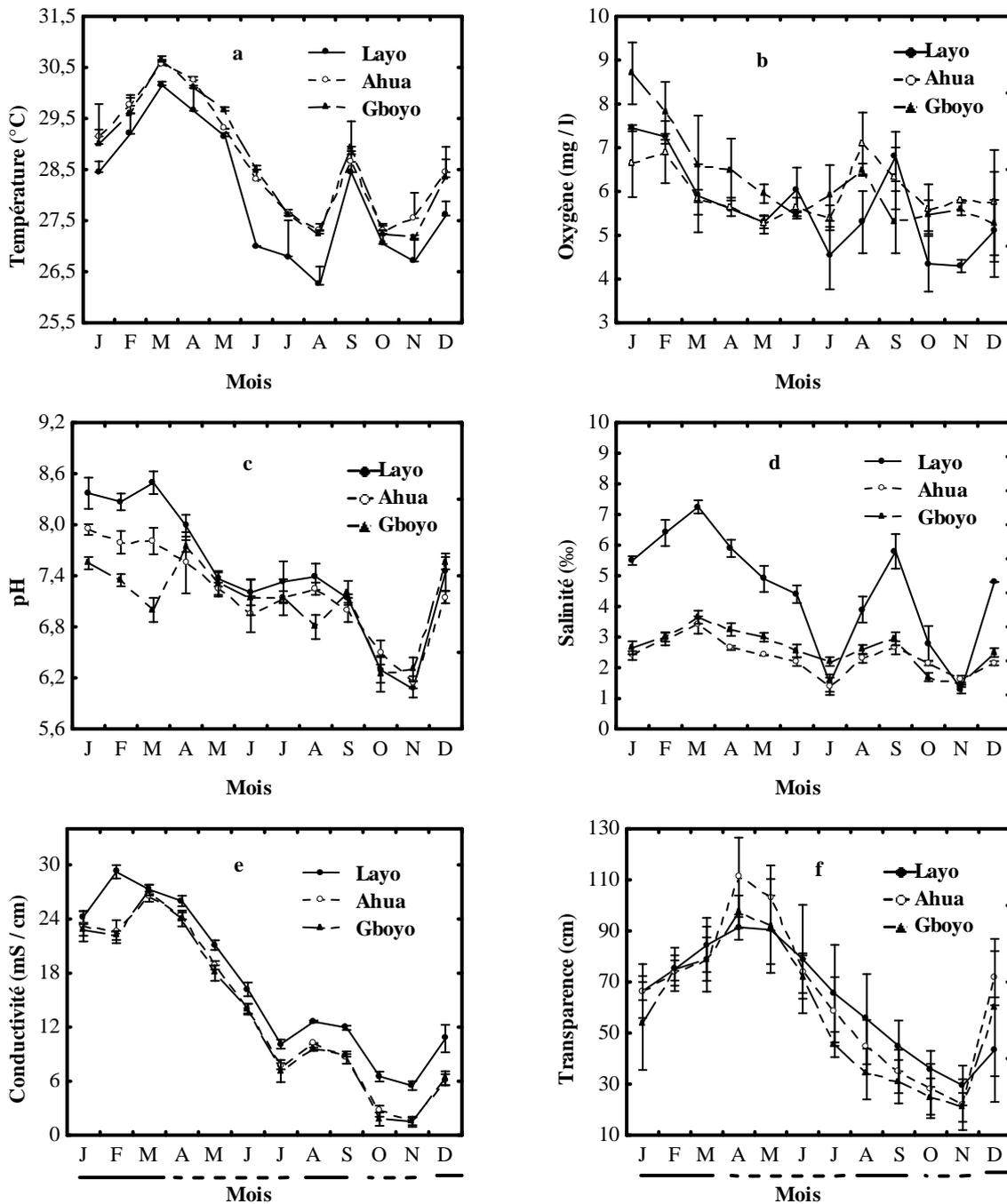


Figure 8: Variations des caractéristiques physico-chimiques observées entre février 2004 et janvier 2006 (moyenne \pm écart-type) dans la lagune Ébrié (a = température ; b = oxygène dissous ; c = pH ; d = salinité ; e = conductivité ; f = transparence) ; — = saison sèche; - - - = saison des pluies.

Tableau II : Résultats de l'analyse de variance à deux facteurs comparant les paramètres physico-chimiques en fonction des stations d'échantillonnage et des saisons hydrologiques dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006. ss = saison sèche ; sp = saison des pluies.

Paramètres	Saisons	Stations		
		Layo	Ahua	Gboyo
Température (°C)	ss	28,2 ± 1,8	28,8 ± 1,1	28,8 ± 0,9
	sp	27,8 ± 1,4	28,5 ± 1,2	28,5 ± 1,4
Oxygène dissous (mg / l)	ss	6,3 ± 1,0 ^b	6,4 ± 0,8 ^b	6,7 ± 1,4
	sp	5,0 ± 0,8 ^{a1}	5,6 ± 0,3 ^{a12}	5,8 ± 0,5 ²
pH	ss	7,9 ± 0,6 ^{b2}	7,5 ± 0,4 ^{b12}	7,2 ± 0,3 ¹
	sp	7,0 ± 0,7 ^a	6,9 ± 0,5 ^a	7,0 ± 0,6
Salinité (‰)	ss	5,6 ± 1,2 ^{b2}	2,6 ± 0,5 ^{b1}	2,9 ± 0,4 ^{b1}
	sp	3,5 ± 1,8 ^{a2}	2,1 ± 0,5 ^{a1}	2,4 ± 0,7 ^{a12}
Conductivité (mS / cm)	ss	19,3 ± 8,1	16,2 ± 8,5	16,2 ± 8,5
	sp	14,2 ± 7,9	11,5 ± 8,9	11,1 ± 8,7
Transparence (cm)	ss	61,7 ± 18,7	61,7 ± 18,2	55,6 ± 22,2
	sp	14,2 ± 7,9	66,0 ± 36,4	58,8 ± 32,6

Les valeurs sont exprimées en moyenne ± écart-type.

Les moyennes de la même ligne avec des chiffres différents et celles de la même colonne portant des lettres différentes présentent une différence significative à $p < 0,05$.

1-2- Discussion

D'une manière générale, cette étude a révélé une variation saisonnière des paramètres physico-chimiques à l'exception de la température, de la transparence et de la conductivité dans les différents secteurs d'échantillonnage. En ce qui concerne la température de l'eau, les valeurs moyennes varient de 26,3 °C à 30,7 °C. Les variations saisonnières sont faibles dans une même station et les moyennes mensuelles varient au maximum de 3 à 4 °C. Ittis et Lévêque (1982) ont noté que la température des cours d'eau ivoiriens descend rarement en dessous de 25 °C. Selon Welcomme (1985), les facteurs qui déterminent les variations de la température des eaux des écosystèmes aquatiques sont la latitude, le degré d'insolation, la composition du substrat, les précipitations, le vent et le couvert végétal. Quant à la variation spatiale, les valeurs des écarts thermiques ne dépassant jamais 4 °C ont été observées, sauf dans la station de Layo (secteur IV) qui, sous l'influence de l'océan atlantique, sont légèrement fraîches.

Les concentrations des eaux en oxygène dissous est le résultat des échanges aux interfaces et du rapport production-consommation primaire *in situ* (Durand et Guiral, 1994). Les teneurs en oxygène dissous en surface montrent que les eaux de ces secteurs restent oxygénées toute l'année. Cependant, une baisse du taux d'oxygène a été observée entre octobre et décembre. Cela serait dû à l'entrée en lagune des eaux continentales chargées de matières organiques et d'acides humiques. Leur grande turbidité, alliée à ces matières organiques, ne permet pas à la photosynthèse de compenser les pertes dues à la respiration des organismes et à l'oxydation des matières organiques détritiques qu'elles charrient (Varlet, 1978). La rivière Agnébi, dont le bassin versant supporte de grandes plantations industrielles et plusieurs huileries, transporte d'importantes quantités de matières organiques. Cela provoque une diminution de la concentration en oxygène dans les secteurs IV et V sur une dizaine de kilomètres entre octobre et décembre (Pagès *et al.*, 1979). Les quantités d'oxygène dissous dans l'eau dépendent par ailleurs des échanges avec l'atmosphère, échanges qui sont favorisés par l'agitation des eaux, elles-mêmes fonction du vent, de la marée et des courants (Durand et Guiral, 1994).

Le pH mesuré à la surface des eaux varie peu au cours de l'année dans un même secteur. Cependant, les eaux de Layo ont des pH plus élevés que celles d'Ahua et de Gboyo. Les plus fortes valeurs ont été enregistrées en saison sèche. Ces variations sont dues au fait que la station de Layo est à la fois sous l'influence de l'Océan Atlantique par l'intermédiaire du canal de Vridi et de la rivière Agnébi. Le cycle annuel du pH est étroitement lié à celui de

la salinité dans cette région (Durand et Skubich, 1982). Les variations spatiales du pH s'expliquent par la plus grande avancée des eaux océaniques en saison sèche et la prépondérance des eaux fluviales en saison des pluies. Dans les secteurs V (Ahua) et VI (Gboyo), plus stables et homogènes, le pH varie peu au cours de l'année.

La salinité des eaux lagunaires témoigne de l'influence relative des eaux océaniques d'une part et des eaux continentales d'autre part (Durand et Guiral, 1994). La stratification est due à une superposition des eaux océaniques et continentales provoquée par un écoulement superficiel d'eau moins salée vers l'Océan Atlantique et un écoulement sous-jacent d'eau salée en sens inverse (Durand et Chantraine, 1982). Quant à l'effet de l'évaporation sur la concentration saline, les travaux ont montré qu'il est peu important en première approximation (Varlet, 1978). Nos résultats montrent que la salinité est maximale pendant la saison sèche et est minimale pendant la saison des pluies et des crues. Dans les stations d'Ahua et de Gboyo, la salinité est toujours faible et reste comprise entre 1 et 4 ‰ durant tout le cycle annuel. On constate cependant à l'extrémité Ouest (Gboyo), une légère augmentation à partir de janvier correspondant sûrement à l'influence de la lagune de Grand-Lahou par l'intermédiaire du canal d'Assagny. A Layo par contre, la salinité augmente nettement en saison sèche (5 à 8 ‰) et la baisse ultérieure est due tout à la fois à la crue de la rivière Agnébi, du fleuve Comoé et aux précipitations.

Les résultats de la conductivité montrent que les valeurs sont plus élevées indiquant qu'il existe une forte concentration d'ions dissous. N'Goran (1989) a montré que pendant la saison sèche, l'évaporation combinée au manque d'apport d'eau, provoque une accumulation d'ions, ce qui augmenterait la conductivité. Les fortes valeurs de conductivité observées en saison sèche pourraient être également attribuées à la salinité qui augmente nettement à cette période de l'année. En effet, Gaujous (1998) a montré une étroite corrélation entre la salinité et la conductivité ; la salinité étant considérée comme un rapport de conductivité. Selon Kouassi (2005), la conductivité dépend également des ions présents, de leur concentration totale, de leur mobilité, de leur valence, de leur concentration relative et de la température. La réduction de la conductivité observée en saison des pluies serait due à la crue des fleuves généralement moins minéralisés.

La connaissance de la transparence des eaux est importante dans l'évaluation de la zone euphotique intervenant dans la production primaire d'une part et de la description des variations du milieu d'autre part (Durand et Guiral, 1994). Dans tous les secteurs, la transparence est maximale entre mars et mai où elle atteint 90 à 120 cm. Elle diminue fortement de juin à novembre sous l'influence de divers apports d'eau douce. Par ailleurs, la transparence est plus élevée à Ahua et à Gboyo où des valeurs de plus de 100 cm ont été enregistrées. Ceci pourrait être lié à l'existence de peuplements phytoplanctoniques très denses toute l'année dans cette partie de la lagune (Durand et Skubich, 1982).

2- ÂGE ET CROISSANCE

2-1- Résultats

2-1-1- Distribution des fréquences de tailles

Tylochromis jentinki est une espèce gonochorique. Au total, 1850 poissons ont été examinés dont 843 mâles et 1007 femelles. Les mâles se répartissent en 101 immatures et 742 matures alors que chez les femelles, l'on note 114 immatures et 893 matures. Les longueurs standard des mâles varient de 82 à 235 mm et celles des femelles de 75 à 225 mm. La longueur standard moyenne des individus de l'échantillon est de 144 ± 30 mm. Les représentations graphiques obtenues (Figure 9) montrent que les échantillons comportent un plus grand nombre d'individus de tailles comprises entre 100 et 180 mm (LS). Les mâles et les femelles présentent presque tous le même intervalle de taille avec respectivement 146 ± 29 mm et 146 ± 28 mm (LS). Dans la plupart des classes de taille constituées, les femelles dominent les mâles en nombre.

2-1-2- Paramètres de croissance

Les valeurs de la longueur asymptotique (L_{∞}) et du taux de croissance spécifique (K) de l'équation de Von Bertalanffy déterminés à l'aide du programme ELEFAN-I sont de 25 cm et de $0,67 \text{ an}^{-1}$ respectivement. Le développement du modèle de Von Bertalanffy a permis d'estimer la valeur de t_0 à -0,28. La courbe de croissance déterminée avec ces paramètres est présentée par la distribution restructurée de la longueur standard (Figure 10). La qualité des valeurs des paramètres de la courbe de croissance de *Tylochromis jentinki* a été estimée à partir d'un indice (Rn) égale à 0,259.

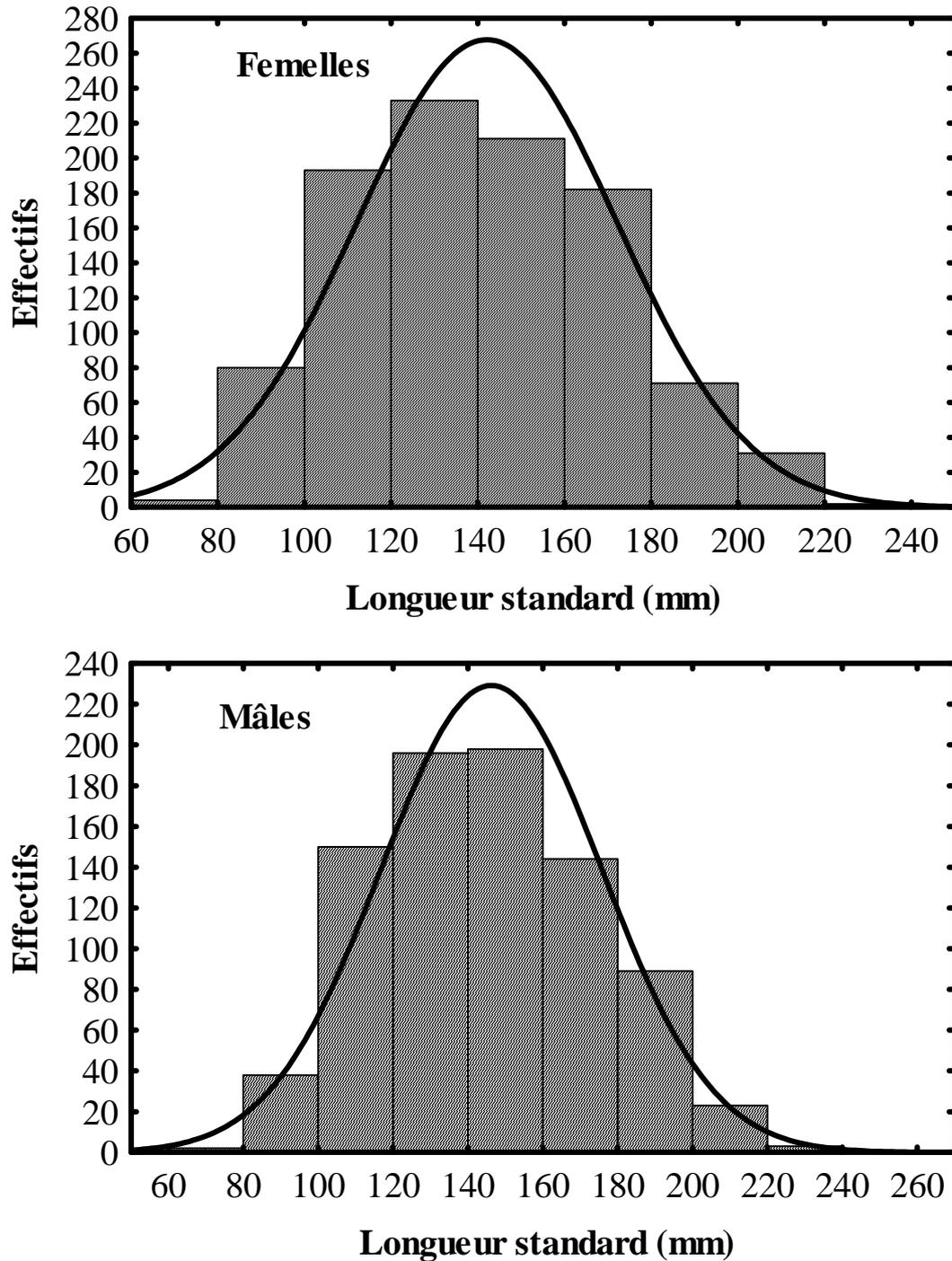


Figure 9 : Structure de taille des femelles (n = 1007) et mâles (n = 843) de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié.

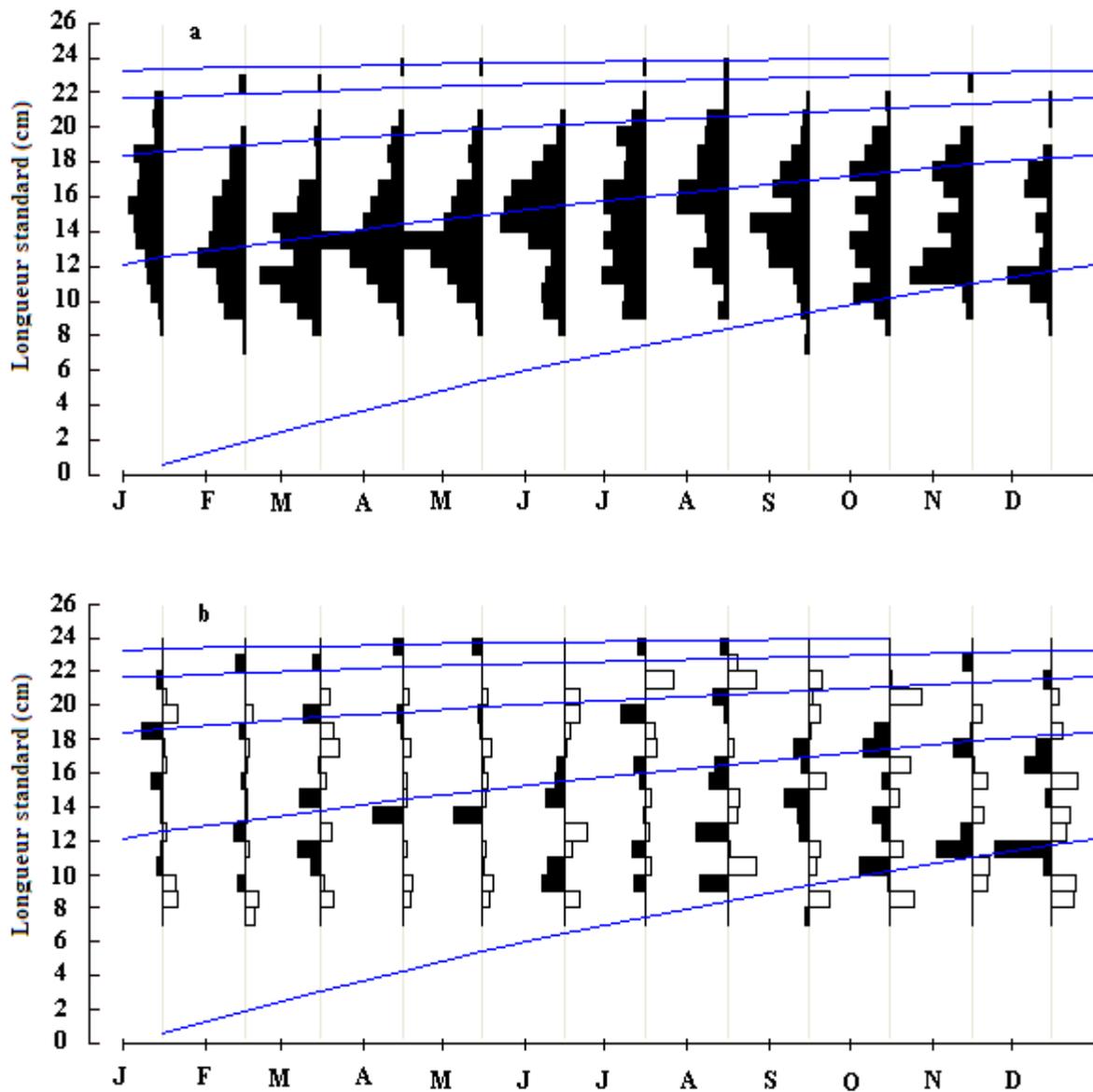


Figure 10 : Modélisation de la croissance de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié par le modèle de Von Bertalanffy [(a = données originales des histogrammes de fréquences de taille ; b = données restructurées des histogrammes de fréquences de taille ; —: courbe de croissance ; ■ = fréquences de taille observées et théoriques ; □ = fréquences de taille observées et théoriques en noirs (valeur positive) et en blancs (valeur négative)].

Les paramètres de la population de *Tylochromis jentinki* sont présentés dans le Tableau III. Les longueurs standard des poissons capturés varient de 6 à 24 cm alors que les tailles significativement exploitées par la pêche artisanale sont comprises entre 8 et 18 cm. L'indice de performance de croissance (ϕ') est de 2,62. L'ajustement des données transformées de masse en longueur au modèle de Von Bertalanffy pour les cohortes en lagune Ébrié donne l'équation de croissance suivante :

$$L_t = 25 \left[1 - e^{-0,67 (t + 0,28)} \right]$$

2-1-3- Estimation des longueurs aux groupes d'âge et des taux de croissance absolue

En intégrant les valeurs des paramètres de croissance (L_∞ , K et t_0) dans l'équation de Von Bertalanffy, nous avons établi les longueurs moyennes, aux groupes d'âge de 0 à 6 ans (Tableau IV). *Tylochromis jentinki* atteint plus de 50 % de sa longueur asymptotique la première année indiquant que la croissance est rapide durant cette année.

2-1-4- Relation longueur standard-masse totale

Les coefficients a et b de la relation longueur standard-masse totale ont été calculés pour les mâles, les femelles et les deux sexes confondus (Figure 11). Les équations de régression correspondantes sont les suivantes:

- femelles : $M_t = 2,31 \times 10^{-2} \times LS^{2,99}$;
- mâles : $M_t = 2,33 \times 10^{-2} \times LS^{2,96}$;
- sexes confondus : $M_t = 2,15 \times 10^{-2} \times LS^{2,98}$.

La corrélation est très significative ($p < 0,05$) entre la longueur standard et la masse totale. Les coefficients d'allométrie (b) des droites de régression observés sont de 2,99, 2,96 et 2,98 respectivement pour les femelles, les mâles et les deux sexes confondus.

Pour chacun des sexes, la valeur de b n'est pas significativement différente de 3. La croissance est donc isométrique chez les deux sexes. En outre, la comparaison des rapports longueur standard-masse totale entre individus mâles et femelles n'indique pas de différence significative.

Tableau III : Paramètres de population de *Tylochromis jentinki* déterminés selon FiSAT dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006.

Paramètres de population	Valeur
Longueur asymptotique (L_{∞}) en cm	25,00
Taux de croissance (K) an^{-1}	0,67
Age hypothétique (t_0) an^{-1}	-0,28
Longévité (t_{max}) an	4,48
Indice de performance de croissance (ϕ')	2,62
Mortalité naturelle (M) an^{-1}	1,45
Mortalité par pêche (F) an^{-1}	0,93
Mortalité totale (Z) an^{-1}	2,38
Taux d'exploitation (E)	0,39
Limite d'exploitation maximale (E_{max})	0,42
Taille de première capture (L_c) en cm	8,09
Intervalle de taille exploitée cm	6-24
Nombre de poissons (N)	1850,00

Tableau IV : Données âge-longueur standard, âge-masse totale et taux de croissance absolue calculés à partir de l'équation de croissance de Von Bertalanffy de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006. TCA = taux de croissance absolue.

Classe d'âge (an)	Longueur standard (cm)	TCA (cm. an^{-1})	Masse totale (g)	Pourcentage de L_{∞} (%)
0	3,86	11,20	1,20	15,44
1	14,18	5,74	58,14	56,72
2	19,46	2,93	149,39	77,84
3	22,17	1,50	220,11	88,68
4	23,55	0,76	263,62	94,20
5	24,26	0,39	287,95	97,04
6	24,62	0,20	300,95	98,48

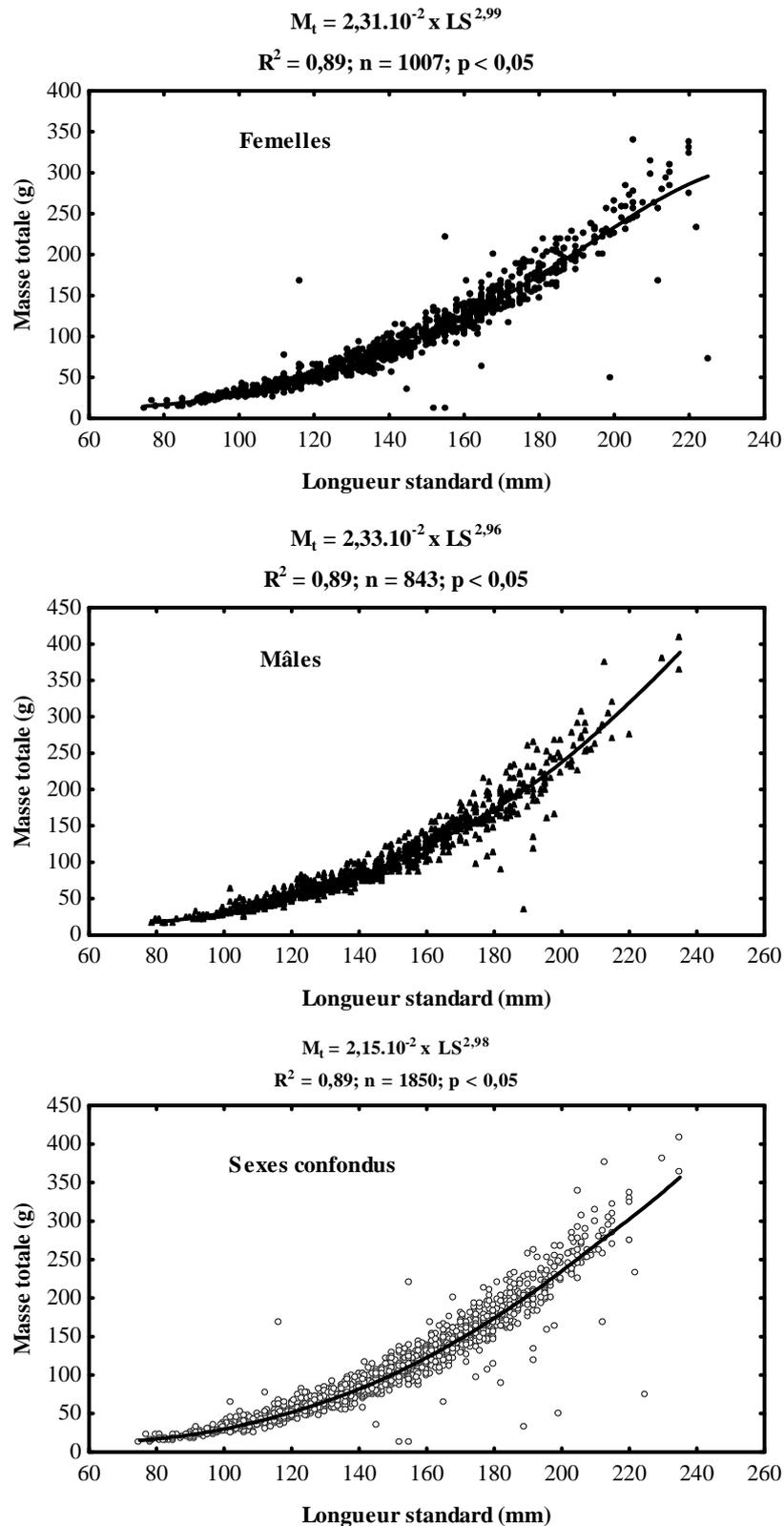


Figure 11 : Relation longueur standard-masse totale des individus mâles (n = 843) et femelles (n = 1007) de *Tylochromis jentinki* capturés en lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006.

2-1-5- Expression mathématique de la croissance pondérale

La croissance pondérale a été étudiée par l'équation classique de Von Bertalanffy qui exprime la masse moyenne d'un individu en fonction du temps. Sa formule est la suivante :

$$P_t = P_\infty \left(1 - e^{-K(t-t_0)} \right)^b$$

avec P_t = masse du poisson à l'instant t (en année)

P_∞ = masse théorique maximale correspondant à L_∞

K et t_0 = paramètres identiques à ceux de l'équation de la croissance linéaire

b = taux de croissance pondérale ou coefficient d'allométrie de la relation longueur-masse

La croissance pondérale théorique a été obtenue par la combinaison de la relation longueur standard-masse calculée pour les individus des deux sexes combinés et de l'équation de la courbe de croissance en longueur. La relation longueur standard-masse totale a été utilisée pour en déduire la masse asymptotique correspondant à la longueur asymptotique de la courbe moyenne de croissance de la cohorte. Nous avons obtenu ainsi l'équation suivante:

$$P_t = P_\infty \left(1 - e^{-0,67(t+0,28)} \right)^{2,98}$$

La longueur standard infinie étant connue ($L_\infty = 25$ cm) et les paramètres de la relation longueur-masse étant déterminés ($a = 2,15 \times 10^{-2}$; $b = 2,98$), la masse standard infinie de *Tylochromis jentinki* (P_∞) est estimé par la relation :

$$P_\infty = 2,15 \times 10^{-2} \times L_\infty^{2,98}; \text{ soit } P_\infty = 314,99 \text{ g.}$$

La matrice masse aux âges (Tableau III) a été établie en remplaçant les paramètres K , t_0 , P_∞ et b par leurs valeurs dans la fonction de croissance en masse de Von Bertalanffy de formule :

$$P_t = 314,99 \left(1 - e^{-0,67(t+0,28)} \right)^{2,98}.$$

2-1-6- Estimation de la valeur de l'âge maximum

L'âge maximum (t_{\max}) correspondant à l'âge auquel *Tylochromis jentinki* atteint 95% de sa longueur asymptotique est de 4,5 ans.

2-1-7- Mortalité

La mortalité totale (Z) représentant toutes les morts dans une population est la somme de la mortalité liée à l'exploitation (mortalité par pêche) et de la mortalité due aux causes naturelles (mortalité naturelle). Sur la courbe de capture (Figure 12), la valeur de la mortalité totale (Z) obtenue est de $2,38 \text{ an}^{-1}$. L'équation empirique de Pauly, pour une température de 28°C (température moyenne annuelle de la lagune), donne une mortalité naturelle (M) égale à $1,45 \text{ an}^{-1}$. Ainsi, la mortalité par pêche (F) estimée à partir des valeurs de Z et de M est de $0,93 \text{ an}^{-1}$. De même, le taux d'exploitation (E) qui représente la proportion exploitée de la population par rapport à la population entière est de $0,39$.

2-1-8- Taille de première capture

La taille de première capture L_{50} ou L_c (taille à laquelle 50 % des poissons sont vulnérables à la capture) a été estimée comme une composante de la longueur de la courbe de capture linéarisée (Figure 13). La valeur obtenue est de $8,09 \text{ cm}$. Les tailles auxquelles 25 % et 75 % des poissons sont capturés sont $7,04 \text{ cm}$ et $9,47 \text{ cm}$ respectivement.

2-1-9- Recrutement

Le recrutement est l'incorporation de nouveaux poissons dans la partie exploitable de la population. Le schéma de recrutement montre que chez *Tylochromis jentinki*, le recrutement est continu toute l'année (Figure 14). Il existe deux pics de recrutement d'importance inégale, le premier apparaît entre février et avril et le second est observé de septembre à octobre.

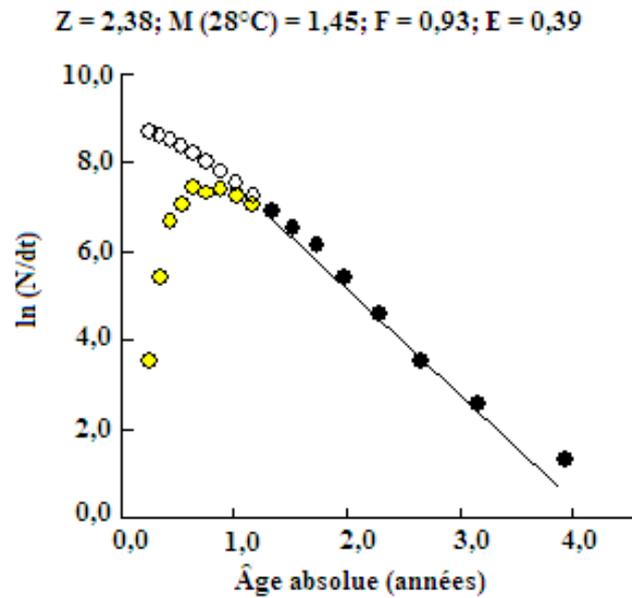


Figure 12 : Courbe de capture linéarisée de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006. (Les points représentent le logarithme népérien des effectifs par classe d'âge ; les points noirs sont ceux utilisés pour le calcul des moindres carrés de la régression linéaire ; les points jaunes ne sont pas pris en compte car soient trop proches ou soient trop éloignés de la longueur asymptotique ; les points blancs représentent des valeurs théoriques qui devraient être pris en compte).

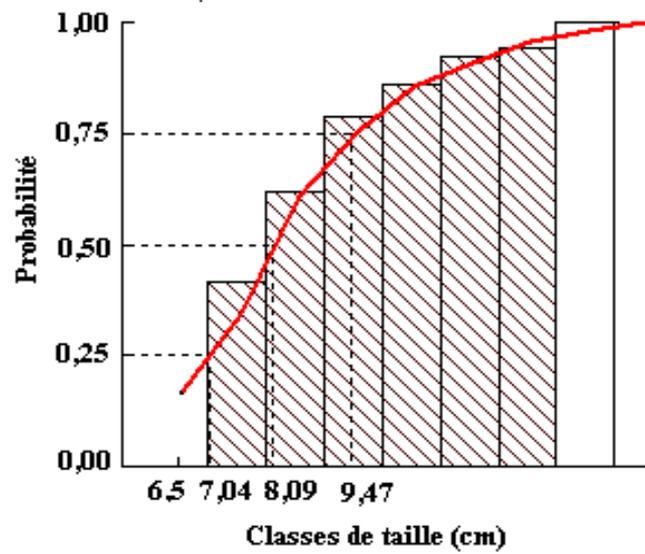


Figure 13 : Courbe de première capture (L_{50}) de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006.

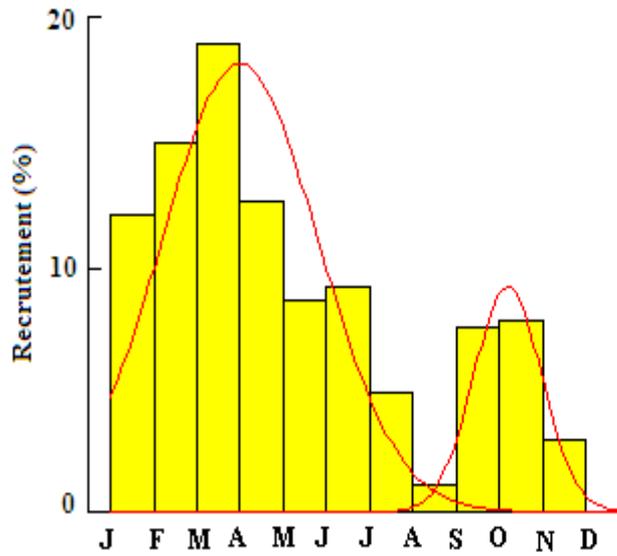


Figure 14 : Schéma de recrutement de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006.

2-2- Discussion

La longueur asymptotique (L_{∞}) et le taux de croissance spécifique (K) estimés sont respectivement de 25 cm (LS) et $0,67 \text{ an}^{-1}$. Ces valeurs ont été comparées à celles d'autres travaux réalisés dans différents bassins hydrographiques. La L_{∞} (25 cm) observée dans la présente étude est plus élevée que celles enregistrées dans la rivière Taia de Sierra Leone (21,7 cm) (Payne et MacCarton, 1985) et l'estuaire de la Gambie (20,58 cm) (Villanueva, 2004). D'autre part, la plus forte valeur de K ($0,95 \text{ an}^{-1}$) a été obtenue dans l'estuaire de la Gambie suivi du fleuve Taia ($0,72 \text{ an}^{-1}$) et de la lagune Ébrié (présente étude). La L_{∞} de la lagune Ébrié est donc légèrement plus élevée que celle enregistrée dans le fleuve Taia et l'estuaire de la Gambie mais son K est plus faible. Cette disparité observée dans les valeurs de L_{∞} et de K pourrait être due aux facteurs génétiques, aux variables environnementales, à la disponibilité de la nourriture et à la densité de la population (Beverton et Holt, 1957 ; Odo et Inyang, 2001 ; Francis et Sikoki, 2007). Beverton et Holt (1957) ont attesté que la L_{∞} peut être affectée par des facteurs environnementaux, telles que la disponibilité en nourriture et la densité de la population. Dans la lagune Ébrié, les changements saisonniers du régime alimentaire de *T. jentinki* ont été faibles. En effet, aucun effet significatif de la saison sur l'abondance des principales proies (mollusques et insectes) n'a été observé. Cependant, la crue saisonnière des cours d'eaux qui s'y jettent a affecté la disponibilité de la nourriture en augmentant l'ampleur des habitats côtiers et la disponibilité de détritus dans la lagune. Ces changements associés à d'autres facteurs (par exemple, la transparence de l'eau) peuvent également changer la disponibilité saisonnière de la nourriture (Bwanika *et al.*, 2006).

La longueur moyenne de 14,18 cm, obtenue au terme de la première année de vie, indique que la vitesse de croissance de *T. jentinki* dans la lagune Ébrié est rapide. Selon Roff (2000), les performances de croissance des poissons dépendent avant tout des potentialités propres à chaque espèce qui déterminent les réponses observées pendant les phases larvaires et juvéniles ou encore l'âge d'entrée en maturation. Cette rapide croissance observée au cours de la première année a été déjà signalée chez les poissons en général et chez les Cichlidae en particulier (Fryer et Iles, 1972; Banda, 1992; Weyl, 1998). Cette croissance permet aux juvéniles d'atteindre plus rapidement non seulement une taille assez grande pour éviter la prédation mais aussi la taille de première maturité sexuelle (Van der Waal, 1985 ; Wootton, 1998). Au delà d'un an, la croissance des individus ralentit considérablement. Cette diminution de la croissance serait liée à la reproduction et à la répartition de l'énergie pour la production des gamètes (Weatherley et Gill, 1987). Le spécimen le plus âgé échantillonné

dans cette étude mesure 235 mm (LS) avec un âge estimé à 4 ans. Les paramètres de croissance estimés au moyen de logiciel FiSAT sont biologiquement raisonnables. En effet, l'indice de performance de croissance ($\phi' = 2,62$) de *Tylochromis jentinki* basé sur la longueur standard n'est pas significativement différent de ceux estimés pour la plupart des poissons africains compris entre 2,65 et 3,32 (Baijot et Moreau, 1997). Toutefois, bien que L_{∞} et K ne soient pas spécifiques à l'espèce, la valeur de ϕ' obtenue dans cette étude est légèrement inférieure aux valeurs recommandées par ces auteurs, ce qui signifie que le taux de croissance de *T. jentinki* dans la lagune Ébrié est faible. Ce faible taux de croissance pourrait être dû à la température de l'eau. En effet, plusieurs auteurs ont montré que la température est le facteur le plus important qui limite la croissance des poissons (Pauly, 1980 ; 1987 ; Ofori-Danson *et al.*, 2002 ; King et Etim, 2004). De même, une eau légèrement saumâtre (5-10 ‰) favorise la croissance (Lozys, 2004). En outre, les conditions trophiques en terme de quantité et de qualité sont susceptibles d'influer sur la croissance (Frankiewicz *et al.*, 1996 ; Mooij *et al.*, 2004). La longévité a été estimée à 4,5 ans. Cette valeur est proche de celle enregistrée chez *O. mossambicus* (De Silva *et al.*, 1988). Selon Moreau et Reyes (1984), la plupart des poissons tropicaux sont caractérisés par une faible longévité.

La relation liant la longueur standard à la masse totale, chez l'ensemble des spécimens étudiés, est une relation de type puissance. Les caractéristiques de la croissance mise en évidence à travers cette étude de la relation longueur standard-masse totale montrent que la masse par unité de taille tend à diminuer au fur et à mesure que la longueur diminue. Les coefficients d'allométrie de la relation longueur standard-masse totale sont voisins de 3. Ce résultat révèle que les spécimens de *Tylochromis jentinki* ont une croissance isométrique, ce qui signifie que la croissance pondérale est proportionnelle au cube de la longueur. Cette valeur de b est concordante avec celle habituellement rapportée et admise par la littérature et qui situe cette valeur entre 2,5 et 3,5 (Pauly, 1997).

La valeur élevée de la mortalité naturelle ($M = 1,45 \text{ an}^{-1}$) par rapport à la mortalité par pêche ($F = 0,93 \text{ an}^{-1}$) indiquerait que le stock n'est pas en équilibre. Selon Wootton (1998), la mortalité naturelle observée chez la plupart des poissons assurant la protection des progénitures est faible. En outre, De Merona *et al.* (1988) ont attesté que les poissons d'une certaine tranche d'âge ou de taille de la plupart des milieux effectuent des déplacements pour répondre à certains besoins vitaux. Or, les mortalités ne sont pas les seules causes de variations des populations. Il faut aussi compter sur les déplacements plus ou moins préférentiels de certaines fractions de peuplements (émigration, immigration) selon les conditions du milieu (Philippart, 1975). Cependant, cette espèce subit une mortalité naturelle

due principalement à l'activité de certains prédateurs qui interviennent à différents niveaux. En effet, les alevins et juvéniles sont les proies de *Citharichthys stampflii* et *Elops lacerta* tandis que les poissons de grande taille sont consommés par *Sphyraena piscatorum* et *Polynemus quadrifilis* (Hié Daré, 1980). La limite d'exploitation maximale (E_{\max}) donnant le rendement maximum Y/R est de 0,42. Cette valeur n'est pas significativement différente du taux d'exploitation (0,39) établi pour *T. jentinki*. Cependant, la valeur du niveau d'exploitation est en-dessous du niveau d'exploitation optimum (0,50) rapportée par Gulland (1971). Ceci signifie que le stock de *T. jentinki* de la lagune Ébrié est sous-exploité.

Chez des populations de Cichlidae en général, Il existe plus d'un recrutement par an (Iles, 1977). Le schéma de recrutement montre que chez *T. jentinki*, le recrutement est continu toute l'année avec deux pics. Ce qui signifie que deux cohortes sont produites par année. Les caractéristiques du recrutement fournissent des renseignements supplémentaires sur la stratégie d'adaptation et la vulnérabilité d'une espèce au regard des variations des conditions du milieu (Csirke, 1988). Selon cet auteur, le type et l'intensité du recrutement sont très importants chez les espèces à courte longévité où ces paramètres déterminent la taille du stock. Ainsi, un échec du recrutement a un effet négatif immédiat sur le stock exploitable. En revanche, pour les espèces à longévité importante, le recrutement joue un rôle moins prépondérant car il influence moins directement l'abondance du stock (Csirke, 1988).

3- BIOLOGIE DE LA REPRODUCTION

3-1- Résultats

3-1-1- Sex-ratio

Pour l'ensemble des observations, les femelles sont en nombre plus important que les mâles (Tableau V). La sex-ratio de 1,2 femelle pour 1 mâle est significativement différente de la sex-ratio théorique 1 : 1 ($\chi^2 = 14,54$, $p < 0,05$). Deux périodes d'inégale répartition ont été observées. De décembre à avril et de septembre à octobre, les femelles prédominent avec de fortes proportions (1 : 2,2 et 1 : 1,5 respectivement en mars et en avril). En revanche, en juillet et août la sex-ratio s'inverse en faveur des mâles.

Au niveau spatial, les valeurs de la sex-ratio sont de 1 : 1,1 à Layo et Ahua et de 1 : 1,4 à Gboyo (Tableau VI). La proportion de femelles est plus importante à Gboyo que dans les autres stations. De fortes variations saisonnières sont observées dans les différentes stations. Ainsi, à Layo, de novembre à mars, la sex-ratio est largement en faveur des mâles. La tendance s'inverse entre avril et octobre. A Ahua et à Gboyo, la situation se présente différemment. En effet, à Ahua les sex-ratios sont en faveur des femelles entre octobre et mai. De juin à septembre, ce sont les mâles qui dominent. Quant à Gboyo, la tendance est la même que celle d'Ahua avec un léger décalage d'un mois. Les femelles dominent dans les échantillons de novembre à juin et les mâles de juillet à octobre.

3-1-2- Taille de première maturité sexuelle

Les courbes de pourcentage d'individus matures (Figure 15), ont permis de déterminer les tailles de première maturité sexuelle pour les mâles et les femelles respectivement à 118 mm et 126 mm. Cent pour cent des mâles et des femelles sont matures à environ 170 mm. Les plus petits individus mâles et femelles matures sont des spécimens de tailles respectives 99 et 95 mm (LS). La taille de première maturité n'est pas significativement différente entre les deux sexes ($\chi^2 = 1,50$; $p > 0,05$).

Dans l'ensemble, les individus deviennent matures plus tard à Layo que dans les deux autres stations indépendamment du sexe (Figure 16). Ainsi, les valeurs chez les mâles et les femelles sont de 124 mm et 130 mm à Layo, de 119 mm et 125 mm à Ahua et de 116 mm et 121 à Gboyo.

Tableau V : Longueurs standard (mm), nombre de mâles et de femelles et leurs sex-ratios correspondantes de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006. (n) = nombre de spécimens ; M. = Mâles ; F. = Femelles ; L_{min-max} = longueur minimale-maximale.

Mois	M. immatures	M. matures	F. immatures	F. matures	Sex-ratio	χ^2
	L _{min-max}	L _{min-max}	L _{min-max}	L _{min-max}	M : F	
J	118-118 (1)	100-206 (82)	84-115 (2)	91-215 (92)	1 : 1,1	0,68
F	91-135 (12)	105-162 (57)	78-125 (13)	81-225 (62)	1 : 1,1	0,25
M	87-129 (5)	105-223 (40)	85-126 (19)	83-205 (84)	1 : 2,2	22,73*
A	83-156 (14)	100-235 (53)	90-120 (19)	101-203 (83)	1 : 1,5	7,25*
M	82-130 (19)	112-235 (49)	81-120 (17)	93-220 (51)	1 : 1,0	0,00
J	86-137 (6)	95-193 (71)	85-119 (8)	92-202 (92)	1 : 1,3	2,99
J	91-128 (11)	93-230 (79)	98-112 (3)	98-212 (80)	1 : 0,9	0,28
A	118-129 (2)	95-220 (74)	92-92 (1)	90-215 (70)	1 : 0,9	0,17
S	83-91 (2)	98-200 (69)	75-125 (3)	90-215 (75)	1 : 1,1	0,33
O	100-120 (3)	99-226 (62)	85-122 (17)	91-210 (63)	1 : 1,2	1,55
N	110-127 (8)	105-190 (65)	90-113 (5)	101-220 (68)	1 : 1,0	0,00
D	100-118 (18)	98-210 (41)	89-117 (7)	97-211 (73)	1 : 1,4	3,17
Total	101	742	114	893	1 : 1,2	14,54*

* Différence significative ($p < 0,05$)

Tableau VI : Variations mensuelles de la sex-ratio de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des stations d'échantillonnage.

Mois	Layo	Ahua	Gboyo
	Mâles : Femelles	Mâles : Femelles	Mâles : Femelles
Janvier	1 : 0,9	1 : 1,6	1 : 1,1
Février	1 : 0,7	1 : 1,1	1 : 1,3
Mars	1 : 0,4	1 : 3,1	1 : 1,7
Avril	1 : 1,7	1 : 1,2	1 : 1,1
Mai	1 : 1,1	1 : 1,1	1 : 2,2
Juin	1 : 1,1	1 : 0,9	1 : 1,7
Juillet	1 : 1,2	1 : 0,9	1 : 0,9
Août	1 : 1,6	1 : 0,9	1 : 0,8
Septembre	1 : 1,1	1 : 0,8	1 : 0,7
Octobre	1 : 1,5	1 : 2,3	1 : 0,7
Novembre	1 : 0,6	1 : 2,0	1 : 2,5
Décembre	1 : 0,9	1 : 1,1	1 : 2,8
Total	1 : 1,1	1 : 1,1	1 : 1,4

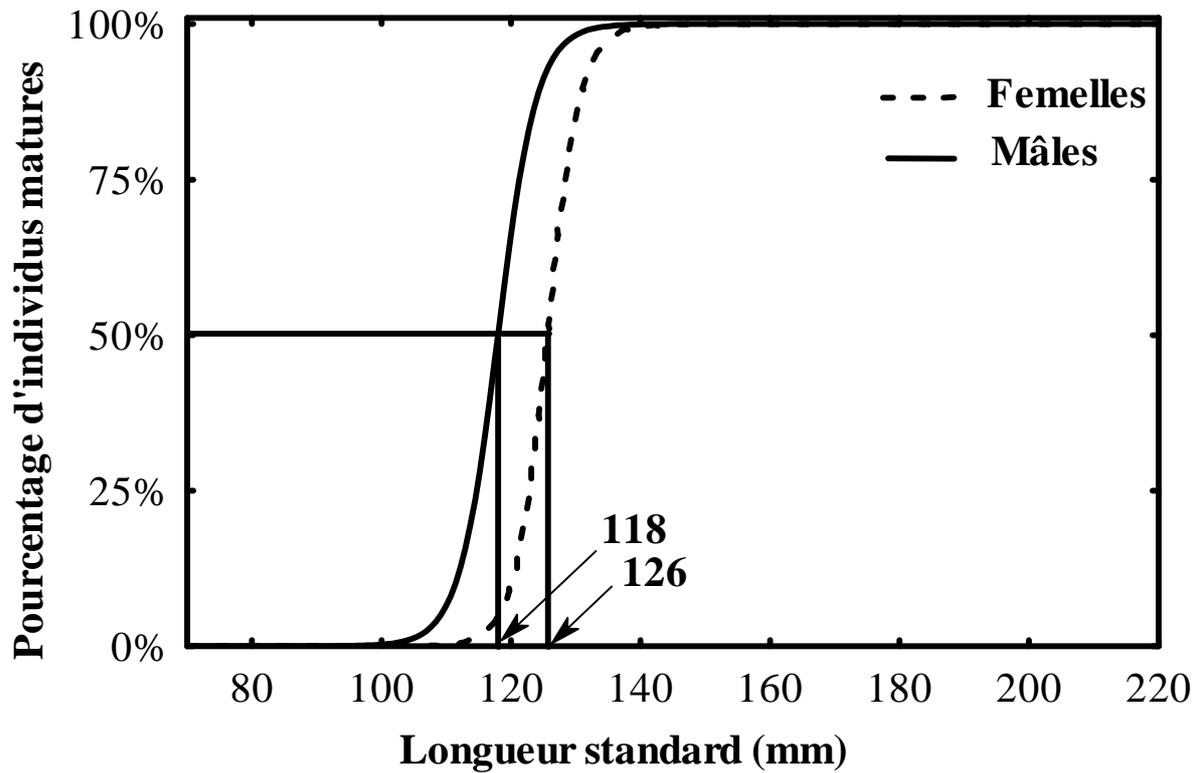


Figure 15 : Détermination de la taille de première maturité sexuelle (L_{50}) en fonction de la taille chez les mâles ($n = 843$) et les femelles ($n = 1007$) de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié.

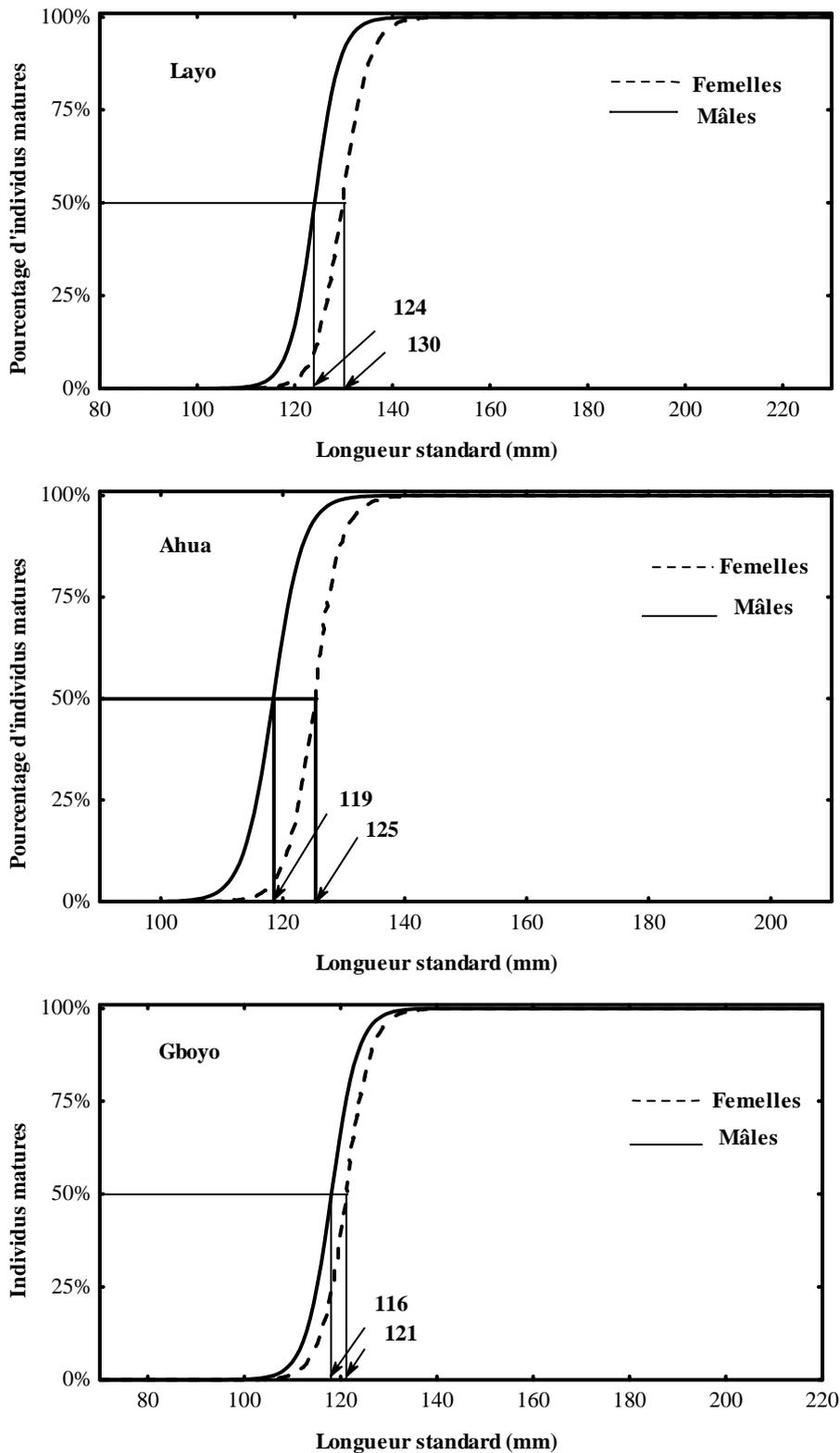


Figure 16 : Détermination de la taille de première maturité sexuelle (L₅₀) en fonction des stations d'échantillonnage des femelles et des mâles de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié.

3-1-3- Variations du pourcentage des stades de maturation

Macroscopiquement les gonades ont été classées en 5 et 6 classes respectivement chez les mâles et les femelles suivant l'échelle de maturité sexuelle. Les variations du pourcentage de maturité chez les deux sexes montrent qu'il y a un remplacement progressif des stades au cours de l'année (Figure 17). Cela signifie que l'évolution de la maturation des gonades de la population de *Tylochromis jentinki* n'est pas synchrone. Les immatures ont été capturés essentiellement de mai à juillet, moins souvent de novembre à avril et rarement d'août à octobre. Les femelles aux stades 2 et 3 sont présentes toute l'année. Leur pourcentage augmente de décembre à février et de mai à juillet. De juin à juillet, elles constituent plus de la moitié des poissons capturés (52,8 à 58 %). Les proportions de femelles aux stades 4 et 5 augmentent de juin à septembre (12 à 78,4 %) et diminuent régulièrement entre octobre et janvier (62,6 à 18,1 %). Elles augmentent ensuite pour atteindre 54,7 % en mars avant de chuter en avril (19,9 %). Les femelles au stade 6 sont présentes toute l'année sauf en mars, juin et juillet. Leur pourcentage augmente à partir de septembre et atteint 46,9 % en janvier. Elles sont également abondantes en avril (39,8 %). Chez les mâles, plus de 50 % des individus aux stades 3 et 4 apparaissent entre juillet et novembre et entre février et mars. Le pourcentage diminue ensuite de décembre à janvier (36,5 à 25,3 %) et d'avril à juin (44,8 à 37,9 %) au profit d'individus aux stades 5 et 2.

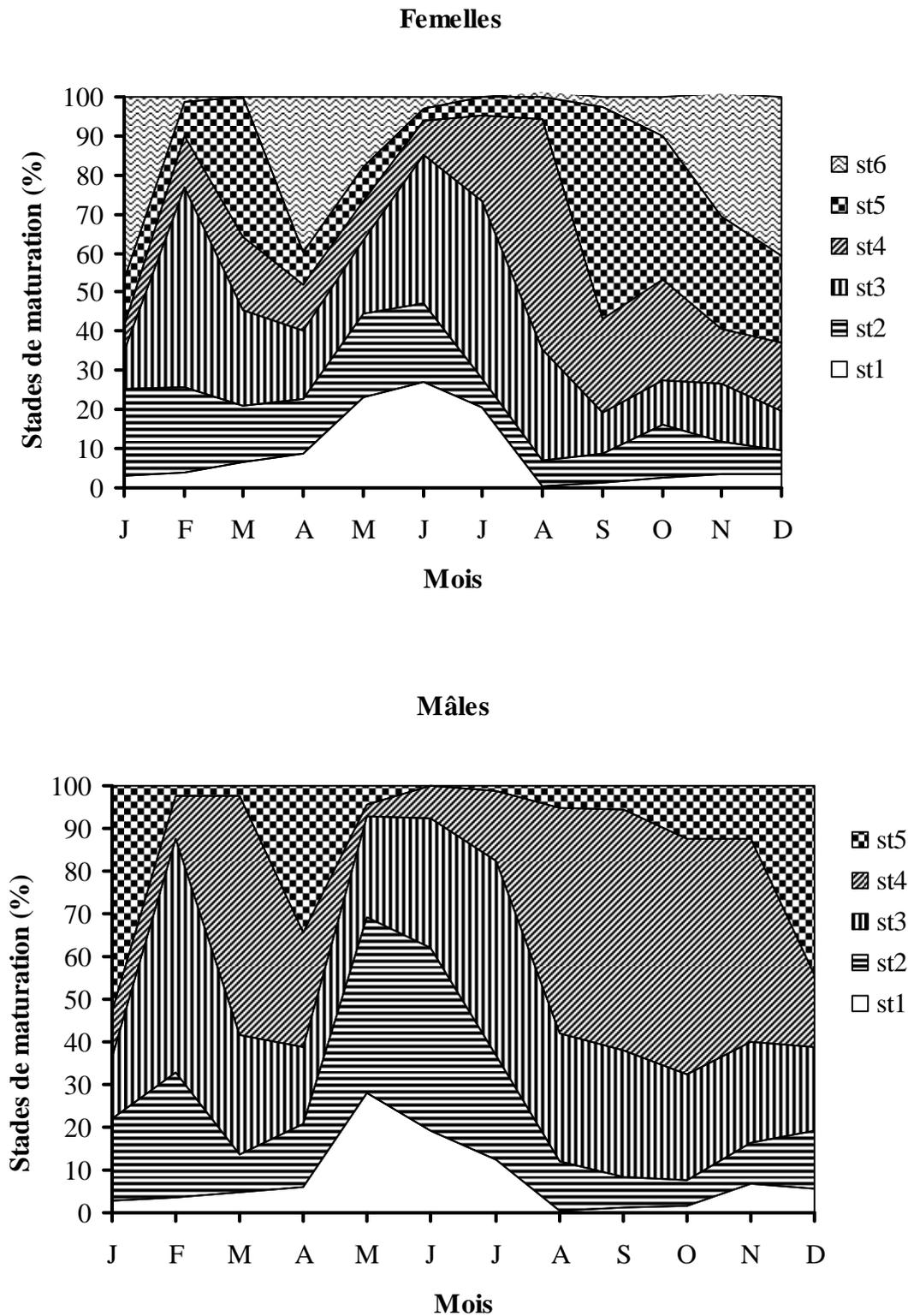


Figure 17 : Pourcentage des stades de maturation des femelles et des mâles de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 en lagune Ébrié (st1 = immature ; st2 = début maturation ; st3 = maturation ; st4 = activité sexuelle (mâles), pré-ponte (femelles) ; st5 = post émission (mâles), ponte (femelle) ; st6 = post ponte).

3-1-4- Variations mensuelles du rapport gonadosomatique (RGS)

Les variations mensuelles de l'état des gonades ont été déterminées de façon quantitative en suivant les valeurs du RGS (Figure 18). D'une année à l'autre, aucune différence significative ($F_{1, 0,05} = 1,11$, $p > 0,05$) n'a été observée. Par conséquent, les données des deux années ont été combinées. Le RGS moyen mensuel varie de 0,002 à 2,68 % chez les mâles et de 0,003 à 7,62 % chez les femelles. D'une façon générale, l'amplitude des variations du RGS des mâles est plus faible que celle des femelles. Nous avons observé des gonades matures chez les deux sexes durant toute l'année. Le RGS des mâles et des femelles croît de février à mars et d'août à septembre avec un pic en mars ($0,28 \pm 0,16$ % et $1,22 \pm 1,16$ %, respectivement chez les mâles et les femelles) et un autre en septembre ($0,33 \pm 0,17$ % et $2,40 \pm 1,17$ %, respectivement chez les mâles et les femelles). Il chute ensuite en avril et d'octobre à décembre. La maturation se déroule principalement d'août à septembre et de février à mars et la ponte peut être située en avril et d'octobre à décembre. Le repos sexuel intervient de mai à juillet. Les variations de déviation standard, très importantes indiquent cependant que durant ces périodes tous les individus adultes ne se reproduisent pas au même moment. Les individus qui ont un RGS élevé à une période donnée ne constituent donc qu'une partie de la population adulte présente.

Les courbes de variation du RGS des mâles et des femelles des différentes stations présentent des allures similaires (Figure 19). Chez les femelles, deux pics de variation d'amplitudes inégales du RGS ont été observés. Cette amplitude de variations du RGS moyen est faible à Layo et élevée à Ahua et à Gboyó. L'amplitude de la plus forte variation du RGS est observée en septembre à Layo et à Gboyó ($1,86 \pm 0,47$ % et $2,73 \pm 1,04$ % respectivement) et à Ahua en octobre ($3,42 \pm 1,78$ %). Celle de la petite variation se situe en mars à Layo ($0,31 \pm 0,12$ %), à Ahua ($1,30 \pm 0,06$ %) et à Gboyó ($0,67 \pm 0,48$ %). La période qui s'étend d'avril à juillet est marquée par une baisse du RGS. Ces pics indiquent que la longue période de ponte est décalée d'un mois à Ahua par rapport à Layo et à Gboyó mais ne s'étale que sur un mois au lieu de deux, comparée aux autres stations. Chez les mâles, les valeurs maximales ont été également observées en septembre à Layo ($0,28 \pm 0,08$) et à Gboyó ($0,37 \pm 0,18$ %) et en octobre à Ahua ($0,36 \pm 0,16$ %). Les valeurs de la plus petite amplitude sont $0,19 \pm 0,08$, $0,34 \pm 0,16$ % et $0,29 \pm 0,16$ % respectivement à Layo, à Ahua et à Gboyó.

L'analyse de la variance indique une différence significative ($F_{2, 0,05} = 23,68$, $p < 0,05$) entre les RGS des mâles et des femelles des trois stations (Tableau VII). En revanche, chez les femelles aucune différence n'a été observée entre Layo et Gboyó (Tableau VIII).

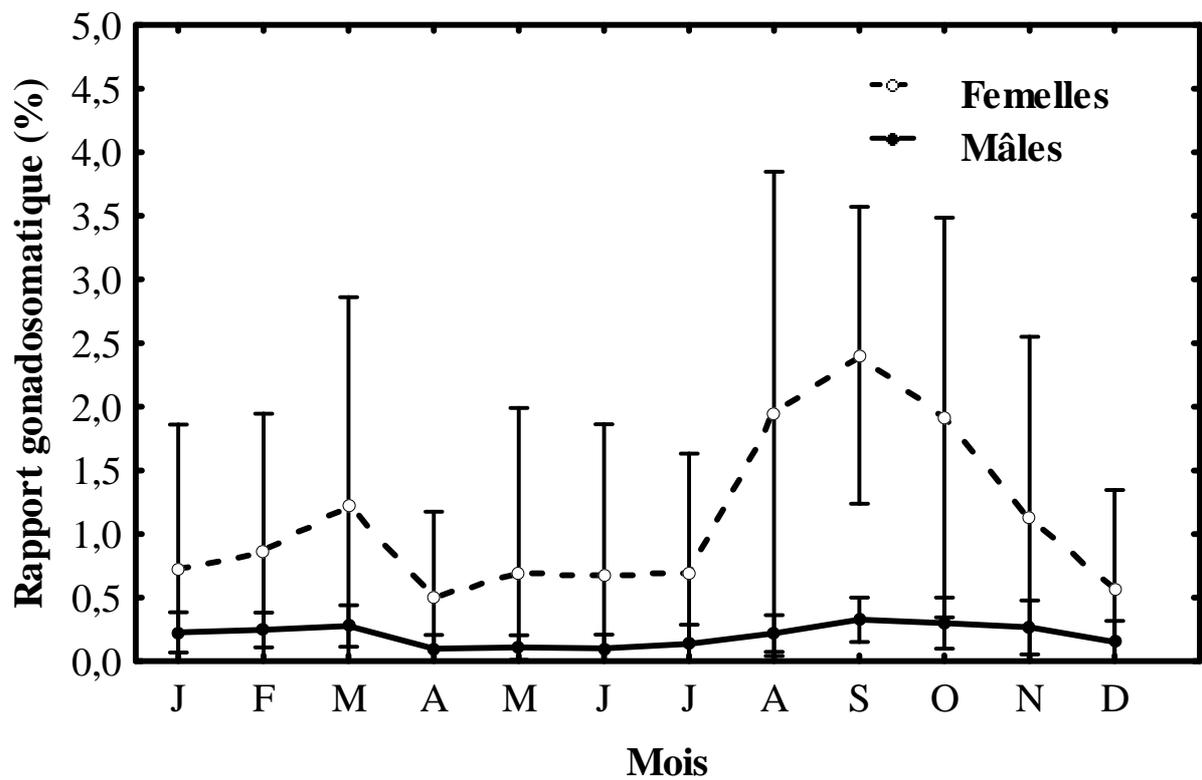


Figure 18 : Variations mensuelles du rapport gonadosomatique (moyenne \pm écart-type) des mâles ($n = 742$; $93 < LS < 235$) et femelles ($n = 893$; $81 < LS < 225$) matures de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006.

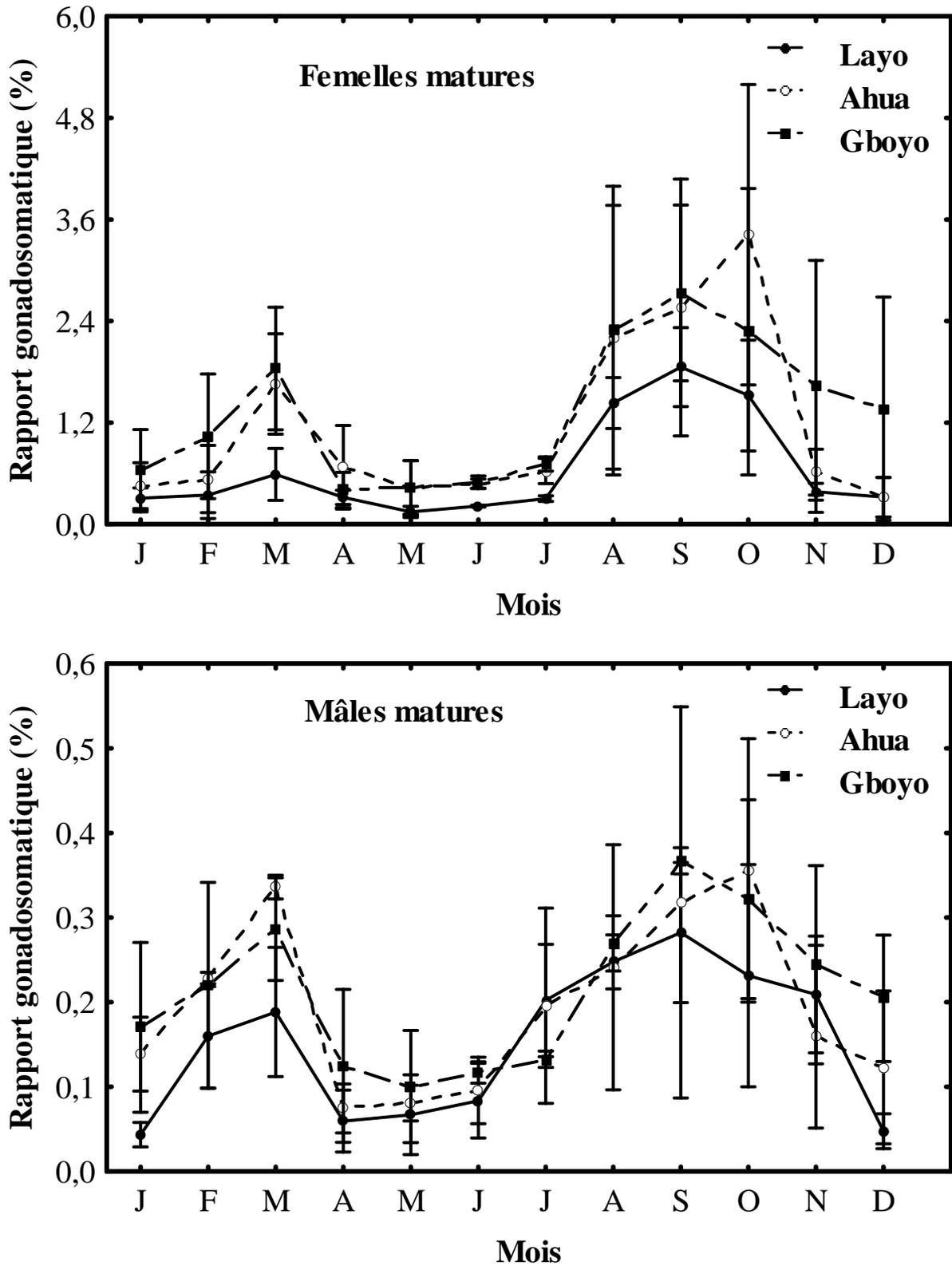


Figure 19 : Variations mensuelles comparatives du rapport gonadosomatique (moyenne \pm écart-type) des mâles ($n = 742$; $93 < LS < 235$) et femelles ($n = 893$; $81 < LS < 225$) matures de *Tylochromis jentinki* à Layo, à Ahua et à Gboyo entre février 2004 et janvier 2006.

Tableau VII : Résultats des tests de Tukey de comparaison à *posteriori* de moyennes du rapport gonadosomatique des femelles de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des différentes stations d'échantillonnage. M = moyenne.

Stations	Probabilités du test de comparaison à <i>posteriori</i>		
	Layo (M = 0,60)	Ahua (M = 1,22)	Gboyo (M = 1,30)
Layo			
Ahua	0,001*		
Gboyo	0,562	0,001*	

* Différence significative ($p < 0,05$)

Tableau VIII : Résultats des tests de Tukey de comparaison à *posteriori* de moyennes du rapport gonadosomatique des mâles de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des stations d'échantillonnage. M = moyenne.

Stations	Probabilités du test de comparaison à <i>posteriori</i>		
	Layo (M = 0,14)	Ahua (M = 0,19)	Gboyo (M = 0,22)
Layo			
Ahua	0,001*		
Gboyo	0,001*	0,002*	

* Différence significative ($p < 0,05$)

3-1-5- Variations mensuelles du rapport hépatosomatique (RHS)

Les variations mensuelles du RHS moyen en fonction des sexes (Figure 20) sont similaires à celles du RGS. Les valeurs minimales et maximales du RHS des mâles varient de 0,02 à 2,13 % et celles des femelles de 0,004 à 2,45 %. Ainsi, le RHS présente globalement des valeurs élevées lorsque les gonades sont développées de février à mars et d'août à septembre où les valeurs sont maximales ($1,31 \pm 0,37$ % et $1,08 \pm 0,50$ % respectivement chez les mâles et les femelles). Les valeurs du RHS sont plus basses pendant la ponte et le repos sexuel.

Les variations du RHS moyens des mâles et des femelles des différentes stations (Figure 21) présentent également des allures similaires à celles du RGS avec deux pics d'importance inégale (septembre et mars). Chez les femelles, les valeurs maximales du RHS sont atteintes en septembre dans les trois stations ($1,12 \pm 0,21$ %, $1,16 \pm 0,32$ % et $1,13 \pm 0,59$ %, respectivement à Layo, à Ahua et à Gboyo). Chez les mâles, on note des maxima également en septembre à Layo ($1,18 \pm 0,23$ %), à Ahua ($1,36 \pm 0,38$ %) et à Gboyo ($1,33 \pm 0,42$ %).

L'analyse de la variance a été effectuée pour comparer les RHS des mâles et des femelles entre les différentes stations d'échantillonnage. Chez les mâles comme chez les femelles, les valeurs moyennes du RHS sont plus élevées à Ahua (Tableaux IX et X).

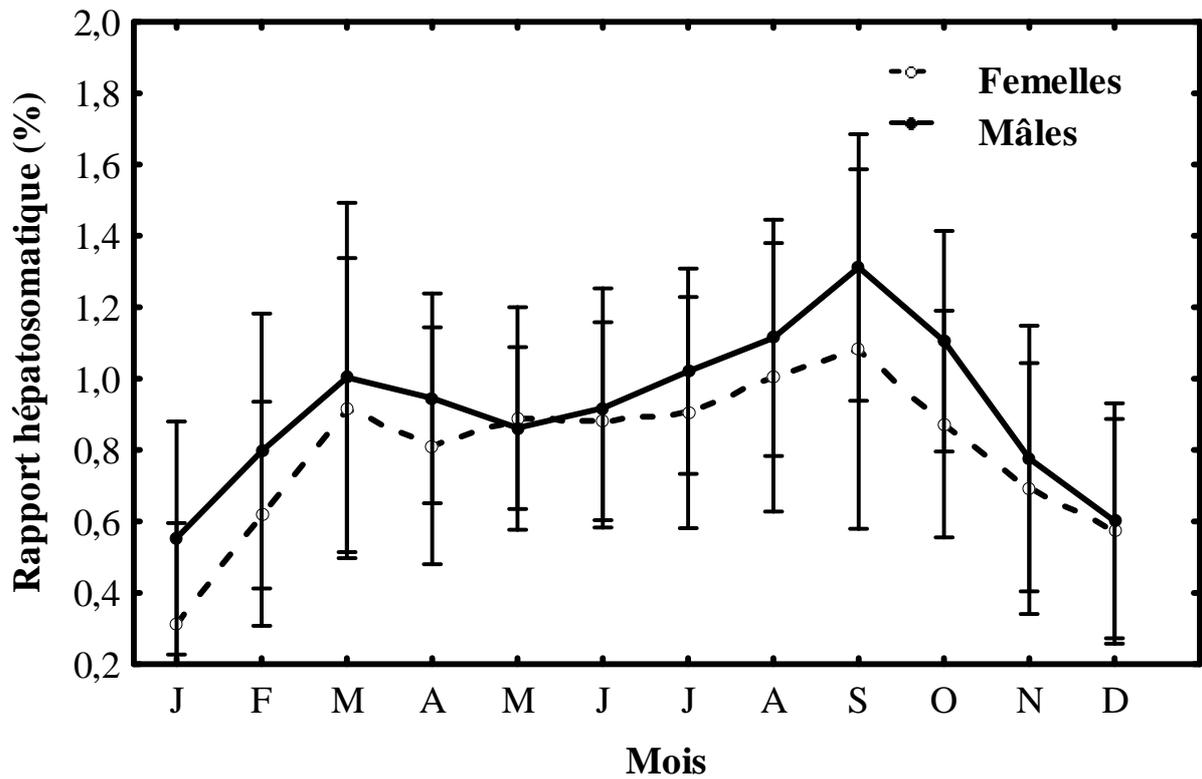


Figure 20 : Variations mensuelles du rapport hépatosomatique (moyenne \pm écart-type) des mâles ($n = 742$; $93 < LS < 235$) et femelles ($n = 893$; $81 < LS < 225$) matures de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006.

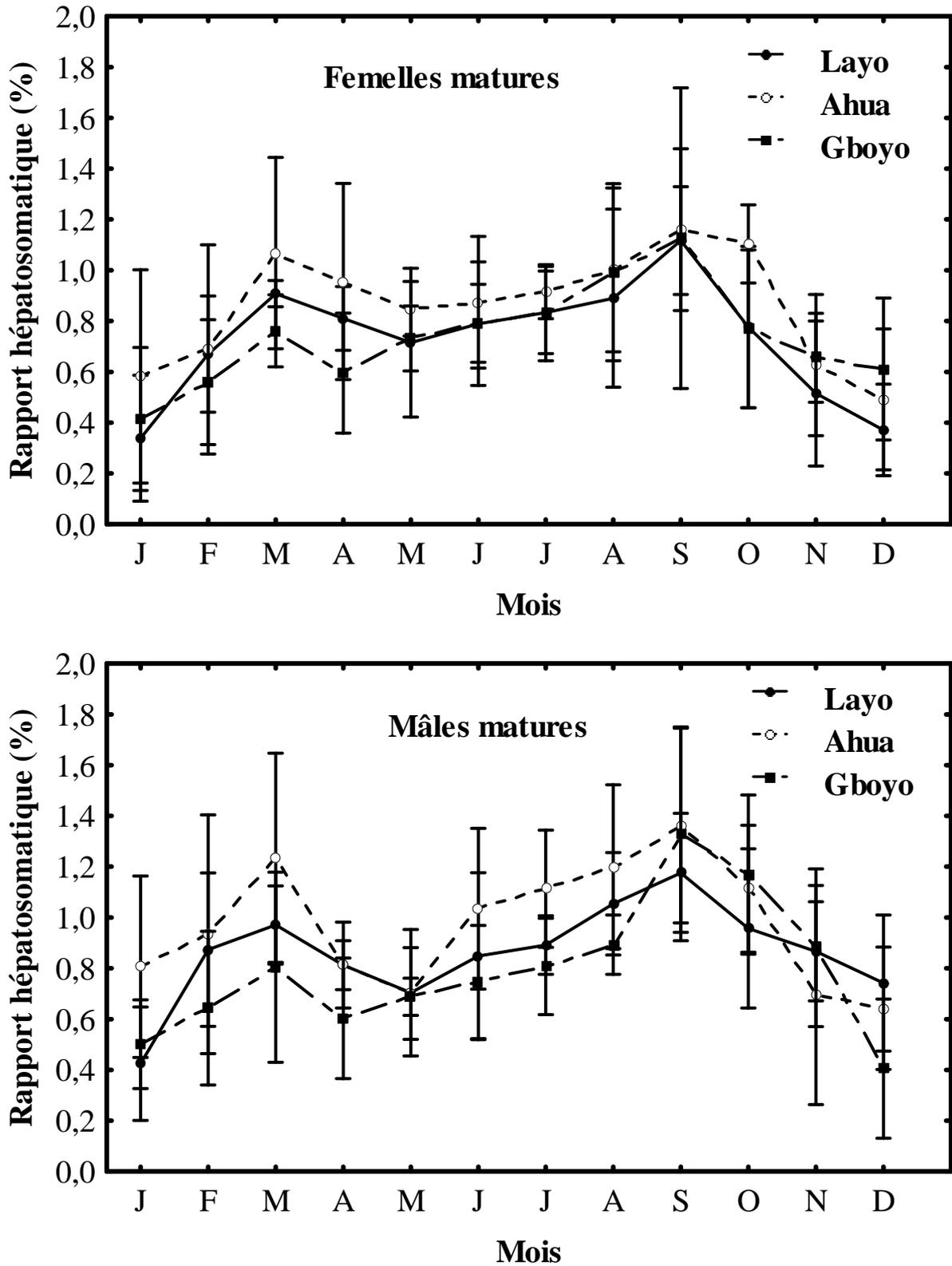


Figure 21 : Variations mensuelles comparatives du rapport hépatosomatique (moyenne \pm écart-type) des mâles ($n = 742$; $93 < LS < 235$) et femelles ($n = 893$; $81 < LS < 225$) matures de *Tylochromis jentinki* à Layo, à Ahua et à Gboyo entre février 2004 et janvier 2006.

Tableau IX : Résultats des tests de Tukey de comparaisons à *posteriori* de moyennes du rapport hépatosomatique des femelles de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des différentes stations d'échantillonnage. M = moyenne.

Stations	Probabilités du test de comparaison à <i>posteriori</i>		
	Layo (M = 0,75)	Ahua (M = 0,88)	Gboyo (M = 0,72)
Layo			
Ahua	0,001*		
Gboyo	0,568	0,001*	

*Différence significative ($p < 0,05$)

Tableau X : Résultats des tests de Tukey de comparaisons à *posteriori* de moyennes du rapport hépatosomatique des mâles de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des différentes stations d'échantillonnage. M = moyenne.

Stations	Probabilités du test de comparaison à <i>posteriori</i>		
	Layo (M = 0,84)	Ahua (M = 0,96)	Gboyo (M = 0,80)
Layo			
Ahua	0,001*		
Gboyo	0,479	0,001*	

* Différence significative ($p < 0,05$)

3-1-6- Variations mensuelles du facteur de condition (K)

La représentation graphique des moyennes mensuelles des mâles et des femelles montre que le facteur K varie également dans le même sens que le RGS (Figure 22). Deux pics apparaissent dans l'année, en mars et en septembre. La variation du facteur K présente un minimum en décembre ($1,29 \pm 0,14$ pour les mâles et $1,31 \pm 0,01$ pour les femelles). Les valeurs augmentent jusqu'en mars pour atteindre $1,51 \pm 0,08$ et $1,45 \pm 0,07$ respectivement chez les mâles et les femelles puis diminuent en avril. Ces valeurs remontent à nouveau pour atteindre des maxima en septembre ($1,49 \pm 0,17$ chez les mâles et $1,48 \pm 0,14$ chez les femelles).

Les courbes de variation spatio-temporelles du facteur de condition (Figure 23) présentent deux pics de croissance (mars et septembre), indépendamment des stations d'échantillonnage aussi bien chez les mâles que chez les femelles.

La valeur moyenne annuelle du facteur de condition est plus élevée à Gboyo que dans les deux autres stations, indépendamment du sexe (Tableaux XI et XII).

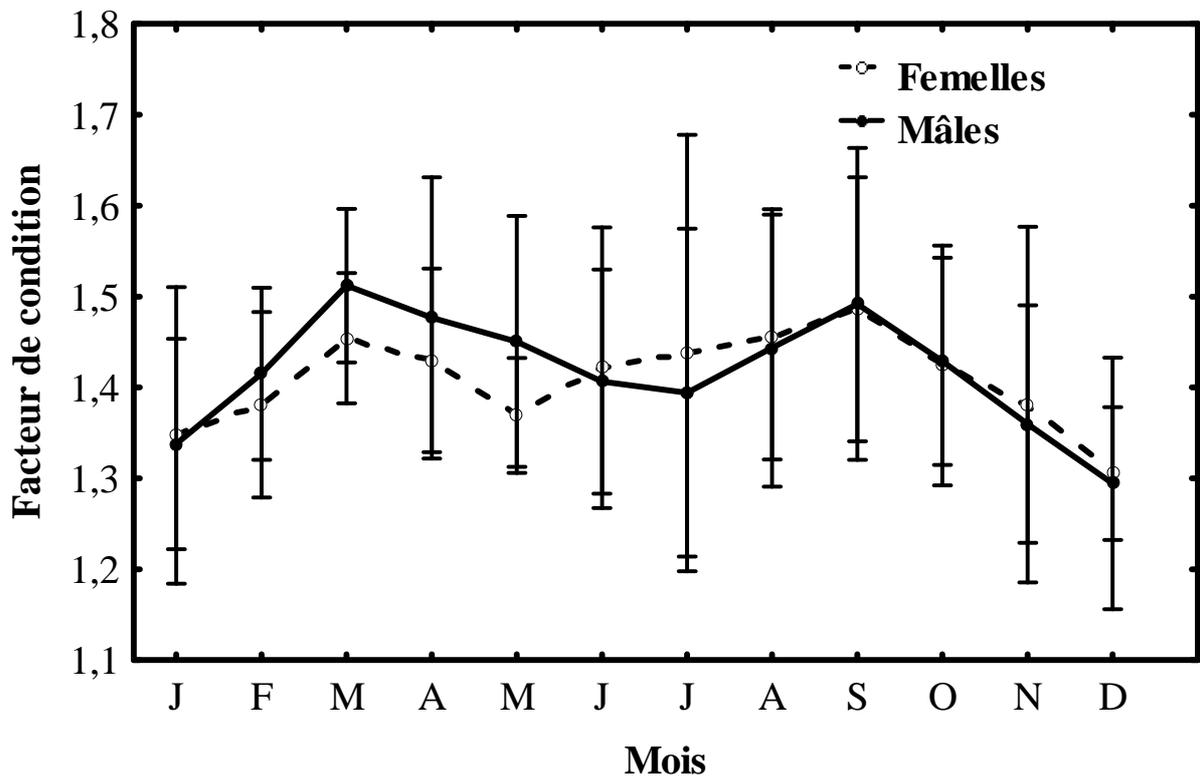


Figure 22 : Variations mensuelles du facteur de condition (moyenne \pm écart-type) des mâles ($n = 742$; $93 < LS < 235$) et femelles ($n = 893$; $81 < LS < 225$) matures de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié.

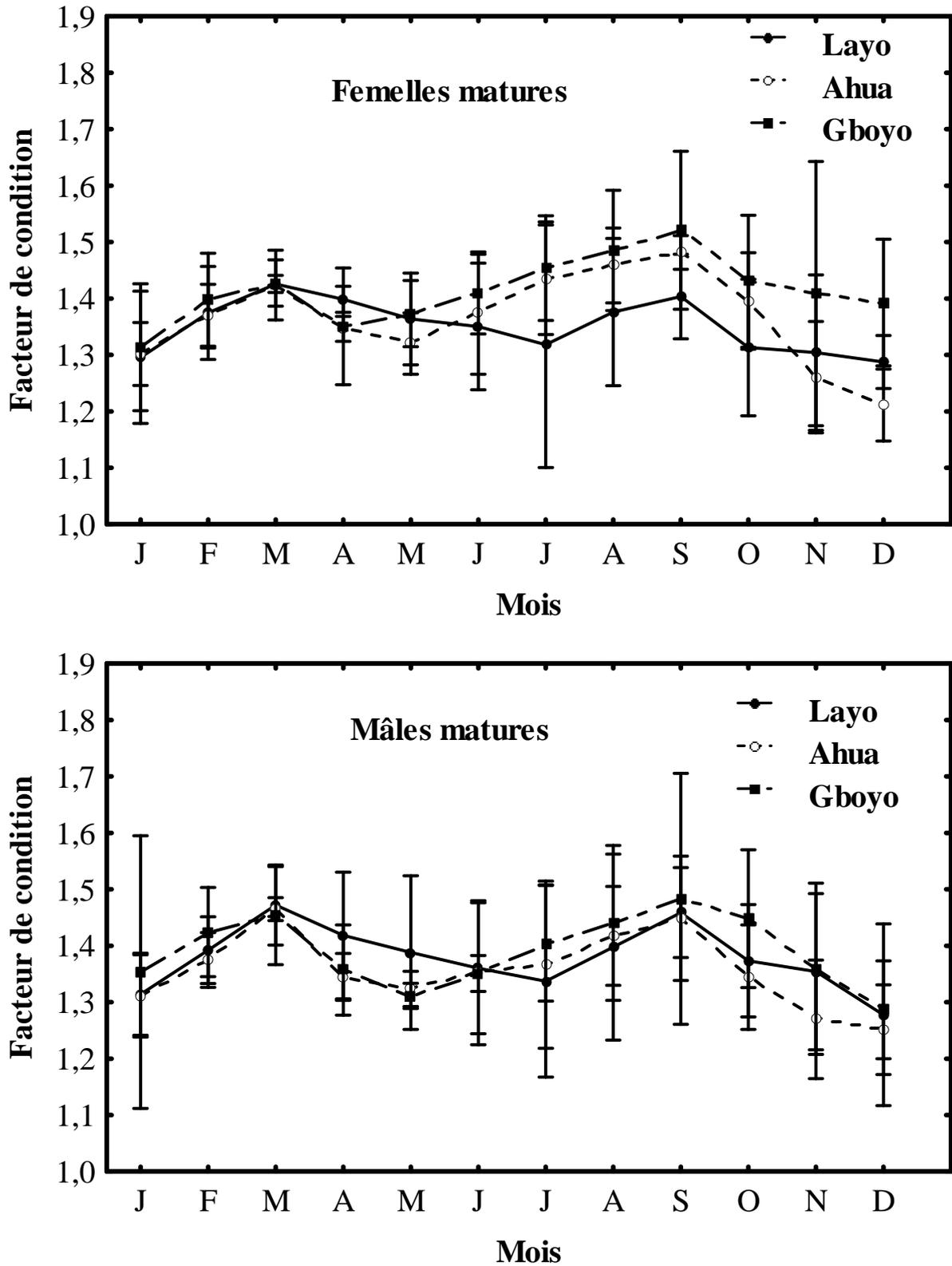


Figure 23 : Variations mensuelles comparatives du facteur de condition (moyenne \pm écart-type) des mâles ($n = 742$; $93 < LS < 235$) et femelles ($n = 893$; $81 < LS < 225$) matures de *Tylochromis jentinki* à Layo, à Ahua et à Gboyo entre février 2004 et janvier 2006.

Tableau XI : Résultats des tests de Tukey de comparaisons à *posteriori* de moyennes du facteur de condition des femelles de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des différentes stations d'échantillonnage. M = moyenne.

Stations	Probabilités du test de comparaison à <i>posteriori</i>		
	Layo (M = 1,35)	Ahua (M = 1,37)	Gboyo (M = 1,41)
Layo			
Ahua	0,233		
Gboyo	0,001*	0,001*	

* Différence significative ($p < 0,05$)

Tableau XII : Résultats des tests de Tukey de comparaisons à *posteriori* de moyennes du facteur de condition des mâles de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des différentes stations d'échantillonnage. M = moyenne.

Stations	Probabilités du test de comparaison à <i>posteriori</i>		
	Layo (M = 1,37)	Ahua (M = 1,35)	Gboyo (M = 1,40)
Layo			
Ahua	0,242		
Gboyo	0,031*	0,001*	

* Différence significative ($p < 0,05$)

3-1-7- Morphologie des gonades de *Tylochromis jentinki*

Les ovaires de *Tylochromis jentinki*, comme c'est le cas chez la plupart des Téléostéens, sont pairs avec les parties postérieures des deux lobes unies. Ils s'étendent de chaque côté de l'intestin et sont prolongés en arrière au-delà de l'anus. Les ovaires des immatures sont filiformes, très petits (3 cm de long) et d'une masse inférieure à 0,01 g. Au stade de développement le plus avancé (fin de vitellogenèse secondaire), ils atteignent 5,2 cm et peuvent peser jusqu'à 15,11 g (Figure 24). De transparents lorsqu'ils sont immatures, ces ovaires deviennent jaunes en début de développement, ensuite jaune-clair pour devenir jaune-foncé au stade de pré-ponte.

Les testicules sont blancs en nombre pair, allongés, à bords plus ou moins festonnés. Ils ressemblent beaucoup aux ovaires lorsqu'ils sont immatures. En début de maturation, ils ont une couleur blanchâtre puis deviennent blanc-laiteux en période d'activité sexuelle. Ils mesurent environ 5 cm pour une masse moyenne de $0,45 \pm 0,05$ g.

3-1-8- Échelle microscopique de développement sexuel

3-1-8-1- Analyse de l'ovogenèse

L'évolution de la taille des ovocytes, des noyaux, des inclusions cytoplasmiques et des membranes folliculaires a permis de confirmer six stades de développement chez la femelle de *Tylochromis jentinki*. Les Figures 25, 26 et 27 montrent des vues d'ensemble des follicules des différents stades sur des coupes colorées à l'hématoxyline-éosine et observées en microscopie optique.

- **Stade 1 ou stade plurinucléolaire** : Les cellules germinales sont des ovogonies ou de très jeunes ovocytes de formes polyédriques, de $0,32 \times 10^{-3}$ à 94×10^{-3} mm au noyau sphérique contenant 1 à 3 gros nucléoles non périphériques (Figure 25). Le rapport nucléoplasmique varie de 0,33 à 0,66 pour atteindre une valeur moyenne d'environ 0,40.

- **Stade 2 ou stade périnucléolaire** : Les follicules sphériques, au contour régulier contiennent des ovocytes mesurant 0,97 à 1,42 mm (Figure 25). Les nucléoles sont à la périphérie du noyau et sont régulièrement disposés sous l'enveloppe nucléaire. Le rapport nucléoplasmique varie de 0,20 à 0,26 avec une moyenne de 0,24. Le noyau occupe toujours le centre de la cellule.

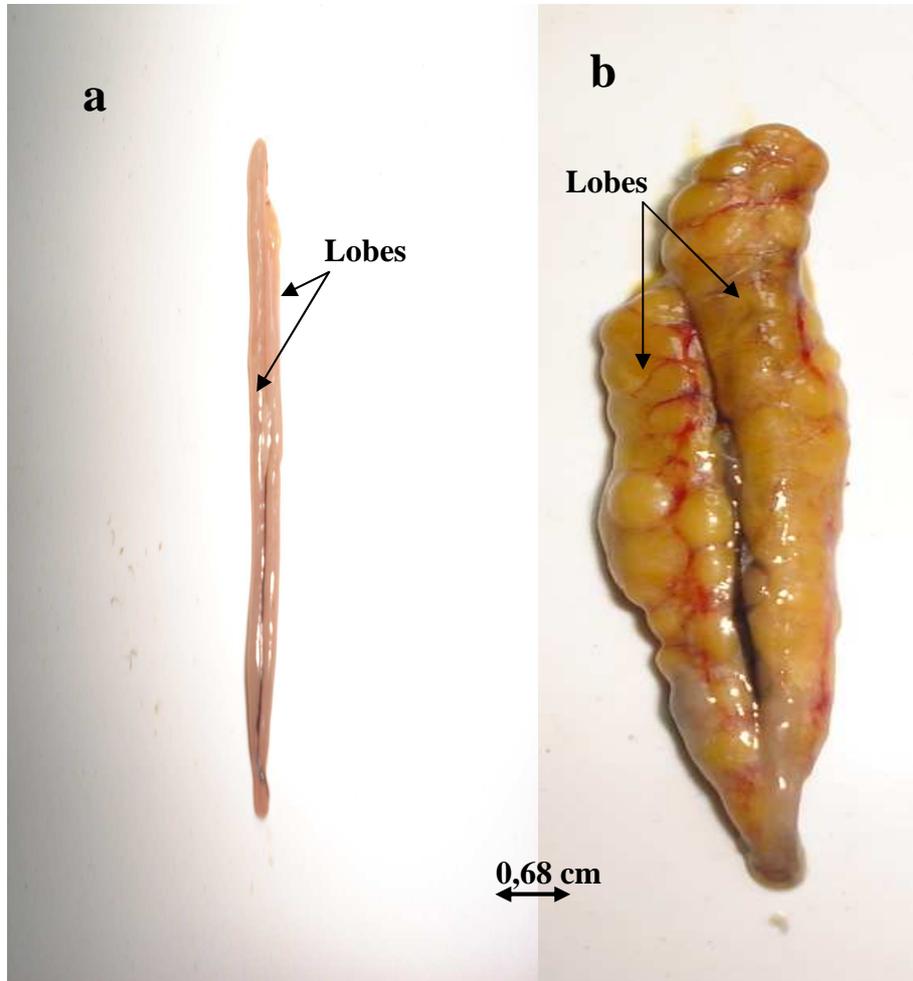


Figure 24 : Gonades mâles (a) au stade IV et femelles (b) au stade V de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006.

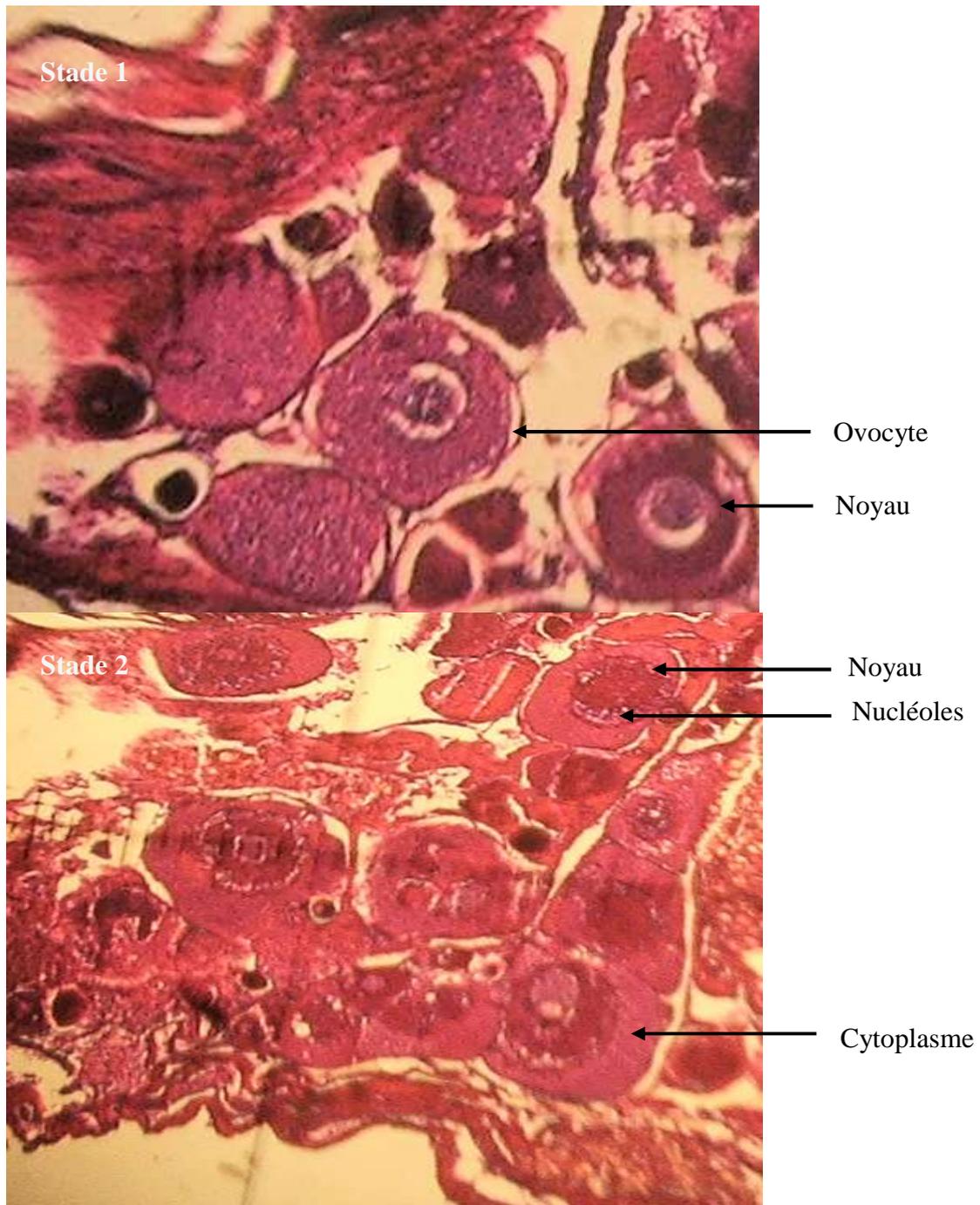


Figure 25 : Stades microscopique de maturation 1 et 2 des ovocytes de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié (Grossissement : x 50).

- **Stade 3 ou stade de vitellogenèse primaire** : A ce stade, l'enveloppe nucléaire devient irrégulière et les nucléoles plus gros (Figure 26). Le diamètre des ovocytes contenus dans les follicules sphériques est compris entre 1,37 et 3,74 mm. Bien que le diamètre du noyau s'accroisse durant cette phase, le rapport nucléoplasmique oscille entre 0,12 et 0,18. Quelques inclusions commencent à apparaître dans le cytoplasme. Autour de l'ovocyte, apparaît la thèque. Le noyau n'a pratiquement pas évolué et reste en position centrale. Les nucléoles sont toujours disposés à la périphérie du noyau.

- **Stade 4 ou stade de vitellogenèse secondaire** : A ce stade, les follicules contenant chacun un ovocyte mesurant entre 3,13 et 4,67 mm ont perdu leur caractère sphérique (Figure 26). Les inclusions s'accumulent jusqu'à occuper environ 50 % du volume du cytoplasme.

- **Stade 5 ou stade d'ovocytes hyalins** : Les follicules ont atteint la taille maximale (Figure 27). L'ovocyte mesure entre 4,75 et 5,90 mm. Les inclusions occupent presque tout le volume cellulaire, repoussant le cytoplasme à la périphérie de la cellule et contre le noyau. A la fin de ce stade, le noyau n'est plus visible.

- **Stade 6** : Lorsque la ponte a lieu, les ovaires au stade 6 se caractérisent par la présence de follicules post-ovulatoires (Figure 27). Le follicule post-ponte est largement ouvert, montrant une déchirure par laquelle l'ovocyte hydraté a été expulsé. L'ovaire contient quelques restes d'ovocytes matures à divers degrés de résorption et des ovocytes de diamètre inférieur à 1,00 mm.

3-1-8-2- Distribution des fréquences de taille des ovocytes

La distribution des fréquences des diamètres ovocytaires des femelles au stade de maturation sexuelle 2 est uni-modale avec des ovocytes dont les diamètres varient de 0,2 à 3,5 mm (Figure 28). En revanche, les distributions de fréquences des diamètres ovocytaires des femelles aux stades 3, 4 et 5 sont bimodales. Le premier mode est constitué d'ovocytes de diamètre variant de 0,17 à 1,10 mm et le second constitué d'ovocytes de diamètre compris entre 2,50 et 5,96 mm. Le premier mode a une gamme de variation des diamètres ovocytaires comparable à celui observé dans des gonades au stade sexuelle 2 et pourrait correspondre au stock de réserve. Quant au second mode, il présente des ovocytes de grande taille. Il n'existe pas au niveau de ces stades sexuels, des ovocytes de tailles intermédiaires faisant la transition entre ceux qui sont prêts à être pondus et ceux représentant la réserve.

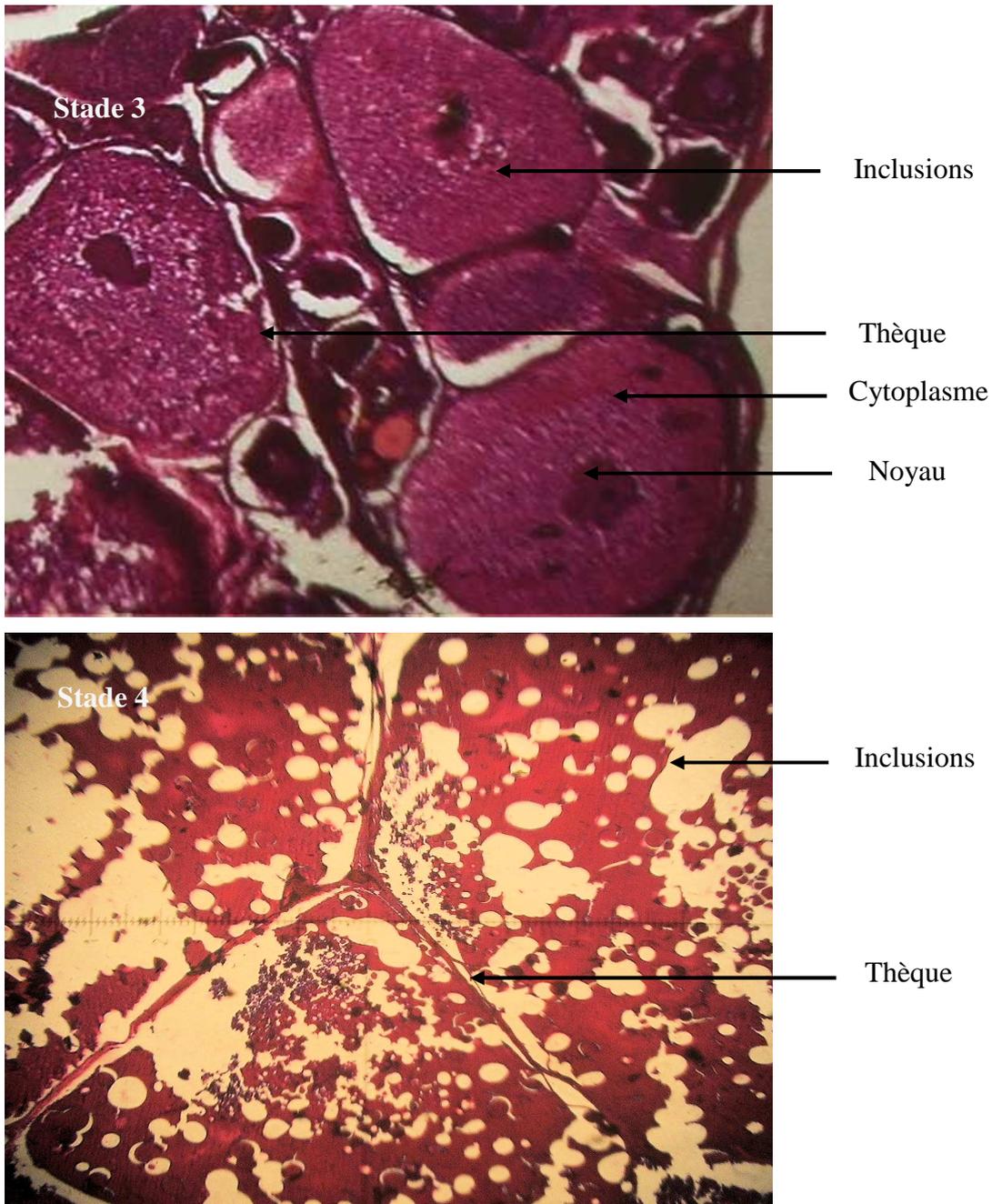


Figure 26 : Stades microscopique de maturation 3 et 4 des ovocytes de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié (Grossissement : x 50).

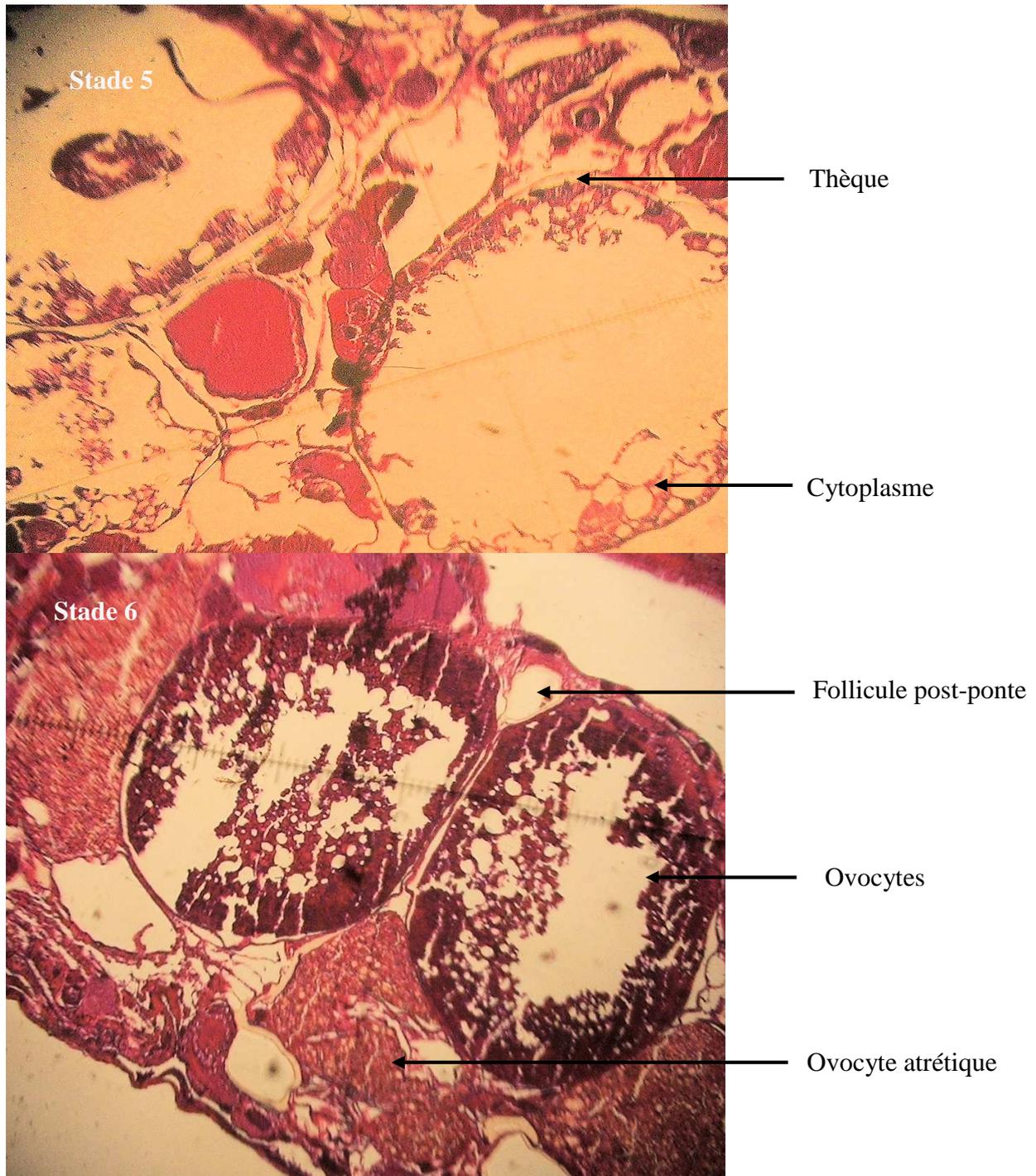


Figure 27 : Stades microscopique de maturation 5 et 6 des ovocytes de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié (Grossissement : x 50).

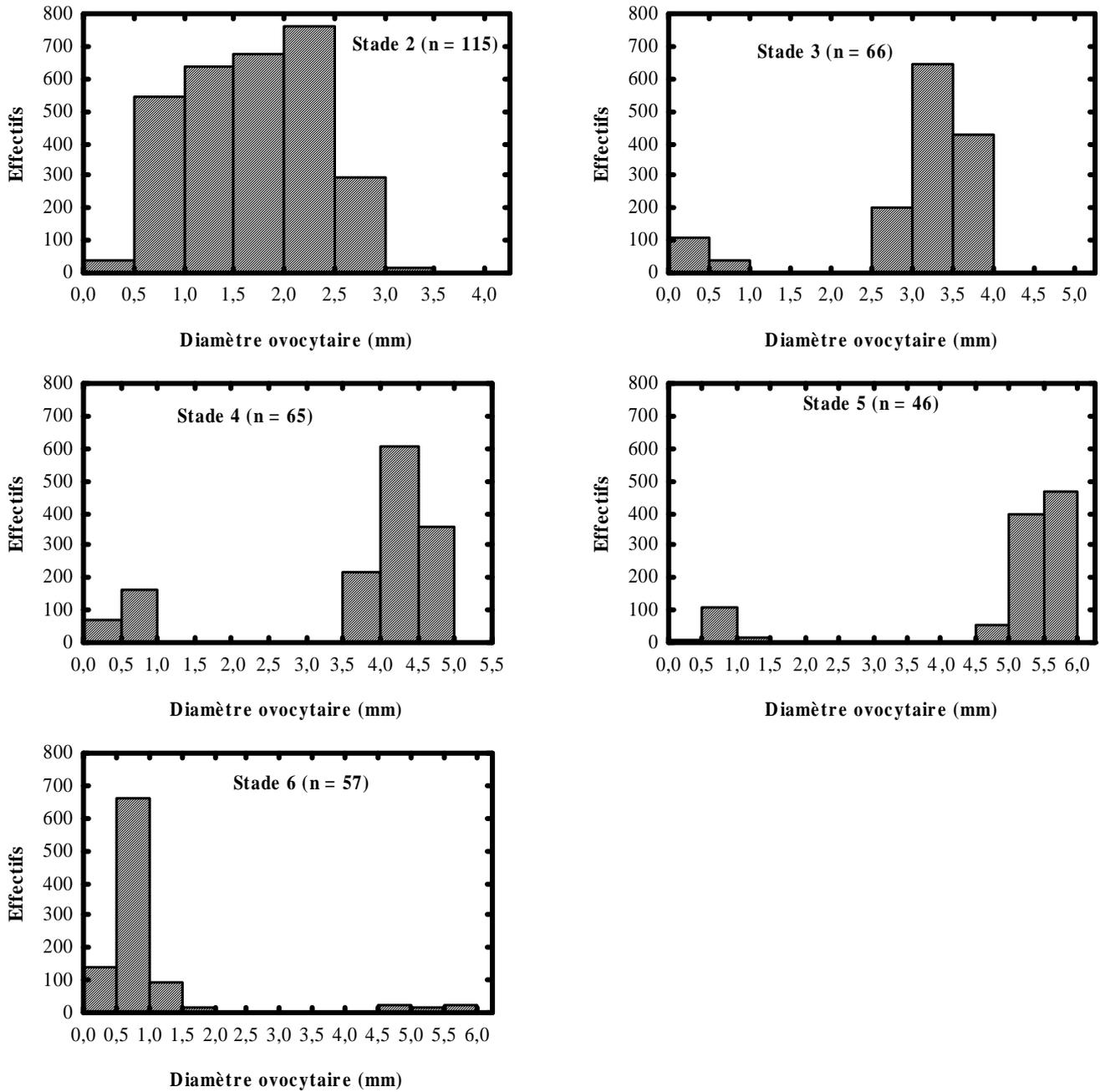


Figure 28 : Distributions de fréquences de taille des ovocytes dans les gonades à différents stades macroscopiques chez *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006. n = nombre de femelles.

Les femelles au stade de maturité 6 présentent des ovocytes dont le diamètre varie de 0,30 à 2,50 mm. Toutefois, quelques ovocytes de grandes tailles (de 4,75 à 5,90 mm), non expulsés lors de la ponte ont été observés.

3-1-9- Fécondité et diamètre ovocytaire

La fécondité absolue (Fa) varie de 105 à 465 ovocytes pour des femelles (stade 5) de taille comprise entre 114 et 230 mm (LS), avec une moyenne générale de 288 ± 100 ovocytes. Les fécondités relatives respectives sont de 2014 ± 610 ; 2247 ± 882 et 2397 ± 775 ovocytes / kg de femelle. La fécondité relative moyenne (Fr) est de 2223 ± 765 ovocytes / kg de femelle. Le diamètre moyen des ovocytes avant la ponte est de $5,51 \pm 0,27$ mm. Pour déterminer les relations fécondité absolue-longueur standard et fécondité relative-longueur standard des individus, nous avons tracé des droites de régression (Figure 29). Les résultats de la régression indiquent que la fécondité absolue est positivement corrélée à la longueur standard des femelles. En revanche, la fécondité relative décroît linéairement avec la longueur standard.

La fécondité absolue varie de façon significative ($p < 0,05$) d'une station d'échantillonnage à l'autre. A Layo, la fécondité s'échelonne entre 127 et 475 ovocytes pour une moyenne de 258 ± 98 mm. A Ahua, celle-ci oscille entre 112 et 456 ovocytes avec une moyenne de 227 ± 98 mm. A Gboyo, la fécondité varie de 104 à 439 ovocytes. La moyenne correspondante est de 209 ± 99 mm. La taille des ovocytes est significativement différente d'une station à l'autre ($p < 0,05$). Au total, 2538 ovocytes ont été dénombrés et mesurés à Layo, 1641 ovocytes à Ahua et 1682 ovocytes à Gboyo. Le diamètre moyen enregistré à Layo, à Ahua et à Gboyo est respectivement de $3,57 \pm 1,09$ mm, $3,70 \pm 1,07$ mm et $4,10 \pm 0,90$ mm. L'analyse de variance appliquée à ce diamètre montre qu'il n'y a pas de différence significative entre Ahua et Gboyo ($p = 0,95$). En revanche, entre Layo et Ahua d'une part, Layo et Gboyo d'autre part, cette différence devient significative avec des probabilités (p) respective de 0,005 et 0,011.

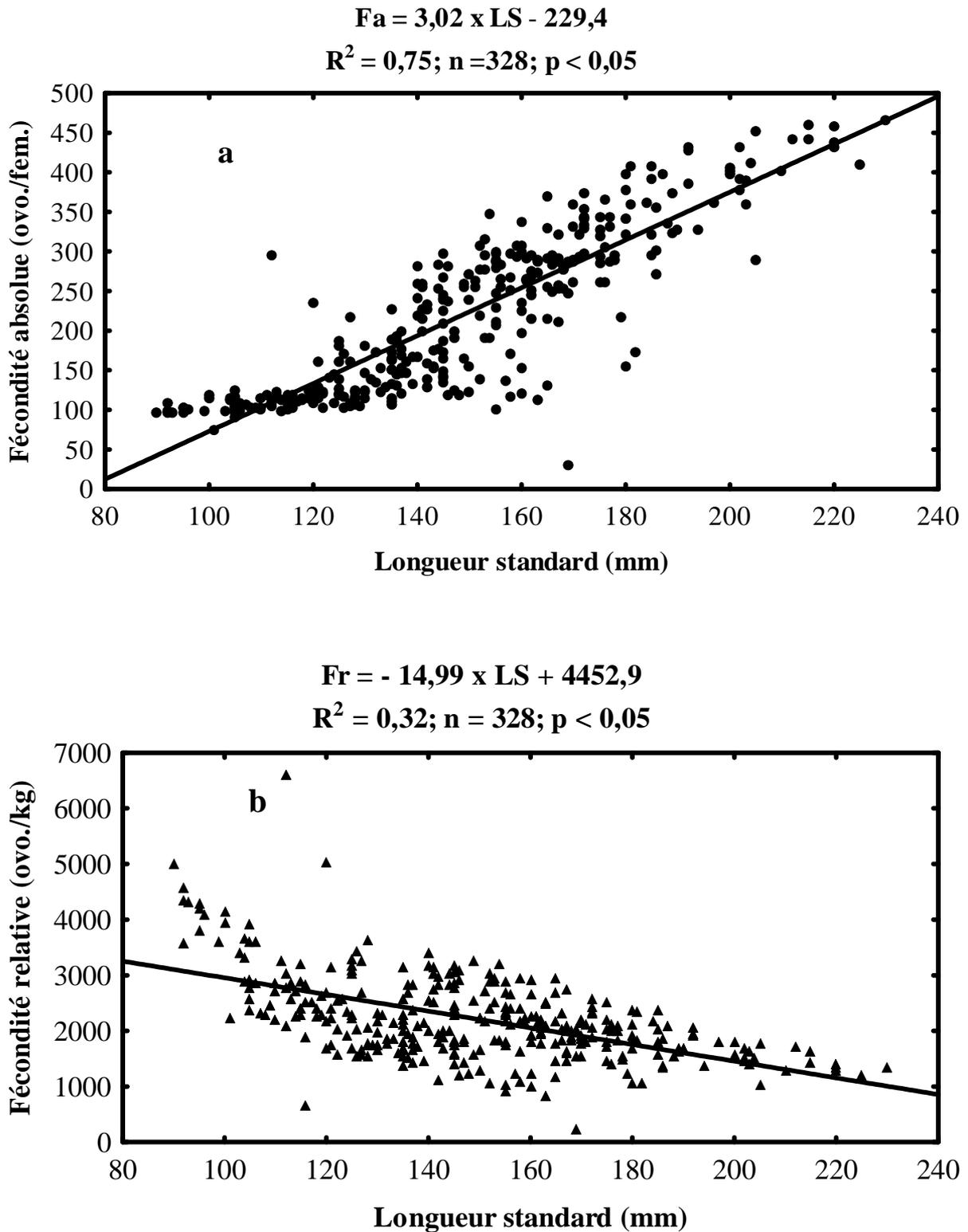


Figure 29 : Relation fécondité absolue-longueur standard (a) et fécondité relative-longueur standard (b) chez *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié. $n = 328$; Fa = fécondité absolue ; Fr = fécondité relative ; LS = longueur standard ; $Fem.$ = femelle ; $ovo.$ = ovocytes.

3-2- Discussion

3-2-1- Sex-ratio

Le dimorphisme sexuel est net chez *Tylochromis jentinki*. Le mâle présente quelques écailles rouge-doré sur une teinte générale jaunâtre alors que la femelle a une couleur gris-vert sur fond argenté. Cette distinction des sexes a facilité l'estimation de la sex-ratio. Nous avons observé pour l'ensemble des captures une sex-ratio de 1 mâle pour 1,2 femelle qui est significativement différente de la sex-ratio théorique (1 : 1). Cette prédominance d'un des sexes a été notée chez *Sarotherodon melanotheron* (Koné, 2000), *Sander lucioperca* (Poulet, 2004) et *Mullus barbatus* (Layachi *et al.*, 2007). Plusieurs hypothèses, entre autres la reproduction, le déplacement pour la recherche de nourriture, la pratique de l'incubation buccale, la croissance différentielle et le taux de mortalité par sexe pourraient expliquer cette tendance (Stevens et McLoughlin, 1991 ; King et Etim, 2004). Chez les espèces à incubation buccale, la baisse de l'activité alimentaire pendant la période de reproduction contraint les femelles à rester presque sédentaires dans les zones herbeuses ou protégées où les captures restent difficiles (Baroiller et Jalabert, 1989). La femelle étant celle qui pratique l'incubation buccale chez *T. jentinki*, l'on devrait s'attendre, durant les mois de reproduction (octobre-novembre et avril), à une faible proportion de femelles. Cette hypothèse n'est pas confirmée par nos résultats. En effet, Fryer et Iles (1972) ont montré que chez des populations de Cichlidae des lacs africains, la sex-ratio est en faveur des mâles parce que leur croissance est plus rapide que celle des femelles. Pour ces auteurs, la variation saisonnière observée de la sex-ratio est due au fait qu'une fois la fertilisation des œufs est achevée, les mâles émigrent probablement des frayères vers les zones d'alimentation peu profondes du lac (où ils sont capturés). En revanche, les femelles immigrent vers la végétation submergée et les secteurs rocheux pour éviter les prédateurs (y compris les pêcheurs) et pour effectuer l'incubation et la protection de la progéniture (Peña-Mendoza *et al.*, 2005 ; Offem *et al.*, 2007). D'autres hypothèses peuvent expliquer nos résultats. En effet, la variation de la sex-ratio obtenue pourrait être le reflet des techniques de pêche utilisées dont la sélectivité (en fonction des caractéristiques morphologiques ou comportementales des individus) peut jouer en faveur ou non d'un sexe donné. Ces différences peuvent aussi provenir des périodes de l'année. Aussi, les femelles en raison de leur comportement incubateur et de protection des œufs sont-elles

plus sédentaires et plus affaiblies que les mâles, ce qui les rendrait plus vulnérables aux engins de pêche.

Par ailleurs, les sex-ratios observées pour l'ensemble des captures dans les trois stations sont toujours en faveur des femelles. Cependant, le nombre de femelles capturées en saison sèche est faible dans le secteur IV (Layo). La sex-ratio est donc en faveur des mâles. Dans les secteurs V (Ahua) et VI (Gboyo) en revanche, ce sont les femelles qui dominent dans les captures en cette même période de l'année. Cette situation s'inverse au cours de la grande saison des pluies où les femelles semblent être plus abondantes dans le secteur IV que dans les autres secteurs (V et VI). L'absence ou la raréfaction de ces poissons serait due aux variations spatio-temporelles des paramètres physico-chimiques de l'eau de la lagune qui sont à l'origine de ces migrations en contrôlant ou induisant certains mécanismes physiologiques. Pendant la grande saison sèche, le secteur IV est sous l'influence des eaux marines qui pénètrent dans la lagune Ébrié (Durand et Skubich, 1982). La salinité augmente jusqu'à atteindre 7 à 10 ‰. Les poissons migrent alors vers les secteurs V et VI plus stables et moins salés (2 à 3 ‰). Cette migration affecte plus particulièrement les femelles. La saison des pluies déclenche le retour des femelles dans le secteur IV. Ce retour se fait progressivement et semble toucher d'abord le secteur V puis le secteur VI. L'influence de la salinité sur l'abondance de *Tylochromis jentinki* a été déjà rapportée par Amon-Kothias (1982). Cet auteur a montré que cette espèce se rencontre en abondance dans les régions à faibles salinités (1 à 5 ‰) ; les captures au delà de 25 ‰ sont rares et nulles à partir de 32 ‰ en lagune Ébrié. Nos résultats montrent qu'au-delà du lien entre la salinité et l'abondance des spécimens, des migrations pour la reproduction s'opèrent dans les zones à faibles salinités (0 à 10 ‰) à certaines périodes de l'année. Les femelles semblent être plus sensibles aux variations de la salinité par rapport aux mâles.

3-2-2- Taille de première maturité sexuelle

La connaissance de la taille de première maturité sexuelle chez les poissons est essentielle dans la détermination de la taille minimale de capture (Mehanna, 2007). En milieu naturel, la taille de première maturité sexuelle chez les tilapias est liée à l'étendue du plan d'eau (Fryer et Iles, 1972), à la densité des poissons (Legendre et Écoutin, 1989) et à divers états de stress existant au sein des populations de poissons (Lowe-McConnell, 1987). Dans cette étude, les tailles de première maturité sexuelle estimées à 118 et 126 mm respectivement chez les mâles et les femelles ne sont pas significativement différentes. L'âge moyen

correspondant à cette taille est d'environ un an (cf. chapitre sur croissance). Cependant, les mâles atteignent la maturité sexuelle à des tailles plus réduites que les femelles. Cela serait dû à la croissance différentielle observée chez la plupart des Téléostéens (Toguyemi *et al.*, 1997 ; Poulet, 2004). Dans beaucoup de cas, les différences de taille sont associées aux différences sexuelles liées à la relative répartition de l'énergie pour la production des gamètes (Weatherley et Gill, 1987). Selon Alm (1959), la taille de première maturité sexuelle est généralement liée au taux de croissance : une forte croissance entraîne une maturité précoce à des tailles réduites. La croissance des mâles de *Tylochromis jentinki* est donc plus rapide que celle des femelles. Toutefois, Amon-Kothias (1982) a montré que la première maturité sexuelle est atteinte à la taille de 128 mm (LS) pour l'ensemble des individus sans distinction de sexe.

Les tailles de première maturité sexuelle obtenues ne paraissent pas très distinctes d'une station à l'autre. Cependant, la taille de première maturité sexuelle augmente avec le gradient de salinité dans la lagune Ebrié. Les spécimens de Layo atteignent la maturité sexuelle plus tardivement que ceux d'Ahua et de Gboyo. Cette augmentation de la taille de première maturité sexuelle serait une adaptation de l'espèce consécutive aux changements de l'environnement. Plusieurs travaux ont mis en évidence une variation de la taille de maturité sexuelle en relation avec la salinité chez *O. niloticus* et *S. melanotheron* (Duponchelle et Panfili, 1998 ; Panfili *et al.*, 2004). Selon Duponchelle et Legendre (2001), une telle situation serait due à une adaptation phénotypique rapide des caractéristiques de reproduction des tilapias. Albaret (1994) attribue ces variations de taille de première maturité en fonction des bassins ou habitats considérés, au fait que les poissons développent des stratégies différentes dans des milieux différents en vue sans doute d'une meilleure adaptation et de tirer profit de leur écosystème. Selon cet auteur, ces stratégies peuvent être d'ordre alimentaire ou de reproduction ou les deux à la fois dans la mesure où la première peut influencer sur la seconde. Laë (1999) a montré que la surpêche entraîne une réduction de l'âge à la première reproduction, donc de la taille de première maturité sexuelle. La surpêche pourrait expliquer en partie nos résultats sur la taille de première maturité à Gboyo. En effet, plusieurs petits individus mâles et femelles matures ont été observés dans nos échantillons. Selon Albaret et Laë (2003), cette partie de la lagune est pleinement exploitée par une pêche professionnelle reposant à la fois sur l'utilisation d'engins individuels et collectifs. Ces poissons soumis à cette pression pourraient présenter des adaptations écophysiologiques en rapport avec la croissance ou la reproduction : maturité sexuelle précoce, nanisme.... Des résultats similaires ont été signalés chez plusieurs espèces de poissons (Legendre et Écoutin, 1989 ; Laë, 1994 ;

Duponchelle et Panfili, 1998). D'autre part, l'acquisition de la maturité sexuelle peut être aussi sous la dépendance des ressources trophiques disponibles (Fox et Crivelli, 2001). Le génotype, la mortalité et le taux de croissance sont également considérés comme des facteurs importants affectant le début de la maturité sexuelle (Gunnarsson *et al.*, 2006). Le génotype détermine la norme de réaction sur un environnement particulier et la mortalité agit comme une force sélective en retardant ou accélérant la maturité par effet de sélection (Law, 2000 ; Heino *et al.*, 2002).

3-2-3- Cycle de maturation des gonades et périodes de reproduction

L'évolution du rapport gonadosomatique couplée aux variations des stades macroscopiques de maturation sexuelle montrent que la période de ponte est étalée sur toute l'année avec un pic plus marqué en petite saison des pluies (octobre à novembre), période pendant laquelle les plus grandes proportions de femelles aux stades 4 et 5 et de mâles aux stades 3 et 4 ont été observées. Un second pic de faible amplitude intervient en avril après la légère augmentation du RGS, de femelles aux stades 4 et 5 et de mâles aux stades 3 et 4. La variation mensuelle des rapports gonadosomatique, hépatosomatique et du facteur de condition indique une maturation macroscopique synchronisée des testicules et des ovaires. Ainsi, durant la saison sèche (de février à mars et d'août à septembre), les gonades de *Tylochromis jentinki* acquièrent-elles progressivement leur maturité. Les poissons s'alimentent activement et stockent des réserves énergétiques au niveau du foie et du muscle. Les valeurs maximales du RGS, du RHS et du facteur K sont atteintes en mars et en septembre. Ces périodes correspondent à la fin de la grande et petite saison sèches où les valeurs maximales de température sont atteintes dans la lagune Ébrié. L'émission des gamètes a lieu principalement en avril et d'octobre à décembre. Durant cette période, les poissons s'alimentent de moins en moins et commencent à puiser dans leurs réserves hépatiques et corporelles pour assurer les besoins énergétiques. Par conséquent, le RHS et le facteur K sont au plus bas niveau. Chez *T. jentinki*, le frai semble donc être le processus qui mobilise plus d'énergie contrairement à la maturation des gonades. En effet, le fait que le RGS, le RHS et le facteur K aient augmenté au cours de la période de maturation s'expliquerait par la non utilisation des réserves hépatiques et corporelles comme source d'énergie pour la vitellogenèse. Si des réserves sont mobilisées à partir de ces organes, elles semblent être compensées par celles obtenues par l'alimentation comme cela a été rapporté chez *Sciaena umbra* des côtes tunisiennes par Chakroun-Marzouk et Ktari (2003). De mai à juillet, période

correspondant au repos sexuel, les poissons reprennent leur alimentation. Le RHS et le facteur K sont alors maintenus à un niveau élevé. Cette amélioration de la condition globale des poissons serait en relation avec les conditions hydrologiques et trophiques meilleures dans la lagune Ébrié.

Par ailleurs, la distribution des fréquences de diamètre des ovocytes dans les gonades montre que les femelles se reproduisent plus d'une fois dans l'année. En effet, des ovaires en repos sexuel véritable n'ont pas été observés au cours de cette étude. Il existe toujours dans les ovaires des femelles ayant pondu, une deuxième génération d'ovocytes au stade 2. Quelques femelles au stade de maturité 5 ont été capturées tous les mois d'échantillonnage. Ces femelles en maturation plus ou moins avancée sont susceptibles de pondre toute l'année. Cependant, la maturation sporadique des gonades chez ces femelles ne constitue pas vraiment une période spécifique de reproduction. En effet, la période de reproduction est celle où la majorité des individus de la population se reproduit (Moreau, 1979). Sur la base de ce principe de l'estimation de l'activité reproductrice nous pouvons affirmer que *Tylochromis jentinki* se reproduit deux fois dans l'année, au début des saisons pluvieuses où les conditions environnementales et trophiques demeurent favorables pour assurer le développement et la survie de sa progéniture. De telles stratégies de reproduction ont déjà été rapportées chez d'autres Cichlidae, *Sarotherodon melanotheron* et *Oreochromis niloticus* (Bénech et Quensière, 1985) et chez d'autres poissons tropicaux (Paugy, 2002). Chez l'espèce étudiée, l'émission des gamètes a lieu principalement en avril et d'octobre à décembre. Celle-ci serait déclenchée par la baisse de la salinité et de la température des eaux de 30,7 à 30,1 °C (mars-avril) et de 29,0 à 27,2 °C (septembre-novembre) dans la lagune Ebrié. La baisse de ces paramètres environnementaux, associée à la saison des pluies (avril) et des crues (octobre-novembre) dans la lagune Ebrié sont des stimuli qui déclencheraient la ponte comme cela a déjà été rapporté chez *Heterobranchus longifilis* (Otémé *et al.*, 1996). Ces observations sont conformes à celles de Paugy (2002) qui a montré, chez plusieurs espèces tropicales, que la ponte intervient au début de la crue et jusqu'à son maximum, mais plus rarement durant la phase de stabilisation de la crue. Nos résultats montrent une grande similarité avec ceux obtenus chez la plupart des poissons tropicaux (Albaret, 1982 ; Baijot *et al.*, 1994 ; Paugy et Lévêque, 1999).

Nos résultats montrent que les périodes de reproduction de *T. jentinki* sont les mêmes au niveau des trois secteurs de la lagune Ébrié. On pourrait toutefois souligner que la ponte principale intervient en septembre, un mois plus tôt à Layo et à Gboyo qu'à Ahua. Dans cette dernière station, la reproduction ne dure que deux mois au lieu de trois comme dans les autres

stations. En ce qui concerne la période de reproduction, plusieurs travaux ont montré que dans les pays tropicaux, la température intervient très peu dans le développement du processus de la reproduction en raison de la faible amplitude des variations (Lowe-McConnell, 1987 ; Boujard, 1992). Par contre, la pluviométrie y exercerait une influence prépondérante à cause de l'alternance de saisons très marquées. Ainsi, dans cette étude, la période de reproduction de cette espèce a été mise en relation avec la pluviométrie de la région pendant les deux cycles annuels de nos travaux. Les activités de pontes enregistrées entre octobre et novembre et en avril se situent en saison des pluies tandis que la maturation des gonades se déroule précisément en saison sèche. La période de reproduction semble commencer en saison sèche et se prolonger en saison des pluies. Cependant, *Tylochromis jentinki* se reproduit préférentiellement pendant la période de basses salinités, conséquence de l'élévation du niveau des eaux lagunaires due à la crue des fleuves et des précipitations. L'activité reproductrice observée en avril ne concerne qu'une petite quantité de femelles. Cette espèce se reproduit donc pendant la période durant laquelle les conditions environnementales sont favorables, ce qui lui permet de produire des juvéniles pendant la période d'abondance des proies.

Le facteur de condition est un indicateur très important dans les études de détermination de l'état physiologique des poissons. Ce facteur traduit l'influence des facteurs écologiques (nourriture, température) et physiologiques (développement sexuel, état d'amaigrissement) sur les individus de la population (Belghyti, 1990 ; Kartas et Quignard, 1984). La variation du facteur de condition du poisson traduit plusieurs évènements biologiques tels que le niveau des réserves énergétiques, l'adaptation à l'environnement et le développement gonadique (Le Cren, 1951). Les valeurs comparables du facteur de condition entre les différentes stations suggèrent que l'état physiologique de *T. jentinki* est la même dans la lagune Ébrié. Les plus fortes augmentations des facteurs de condition correspondent au développement des gonades et donc à l'augmentation du rapport gonadosomatique. Cependant, deux des paramètres environnementaux (température et salinité) mesurés semblent influencer directement ou indirectement la condition de *T. jentinki* dans la lagune Ébrié. Ces deux paramètres sont très dépendants des saisons de crue et de décrue en milieu lagunaire. La baisse de la température de l'eau et de la salinité entre septembre et novembre s'accompagne d'une diminution de la condition chez cette espèce. La plus faible condition est observée en décembre. Les plus fortes valeurs de température et de salinité observées entre février et avril coïncident également avec les plus fortes valeurs de la condition.

3-2-4- Histologie et structure des gonades

Plusieurs critères sont employés pour décrire le processus de l'ovogenèse. Chaque stade peut être caractérisé par la taille de la cellule, l'apparence du noyau et des nucléoles, la localisation et la nature des inclusions cytoplasmiques (Nagahama, 1983). Au vu des résultats, il apparaît très nettement que *Tylochromis jentinki*, au cours de la période d'étude, présente 6 stades de développement des ovocytes. La distribution bimodale des fréquences de diamètres des ovocytes dans les gonades montre que chez *T. jentinki*, il existe deux stocks d'ovocytes : les ovocytes constituant le stock de réserve et ceux destinés à la ponte. Les coupes histologiques ont également montré que la constitution des ovocytes est fonction de leur taille. L'accumulation en grande quantité dans le cytoplasme de lipides, de glycoprotéines et de lipoprotéines tout au long du développement, du stade 1 au stade 5, est responsable de l'augmentation du diamètre des cellules. Ceci semble suivre le schéma classique du développement des gonades observé par d'autres auteurs (Bernabé, 1991; Stéquert et Ramcharrun, 1996). Parallèlement, le diamètre des noyaux croît jusqu'au stade 5 et le rapport nucléoplasmique diminue ; ce qui est en accord avec les observations réalisées chez la plupart des Téléostéens (Selman et Wallace, 1989 ; Koné, 2000 ; Mellinger, 2002). En outre, l'histologie des gonades a permis de mettre en évidence le processus de développement des follicules ovariens de l'espèce. En particulier, la structure de l'ovaire post-ponte donne des indications sur la modalité de ponte. Cet ovaire est constitué essentiellement d'ovocytes parmi lesquels se trouvent quelques rares follicules mûrs résiduels. L'existence d'une telle structure d'ensemble pourrait être due au mode de reproduction de cette espèce (ponte unique ou fractionnée). Deux hypothèses sont évoquées pour expliquer le devenir de ces ovocytes (Hyder, 1970). La première hypothèse serait que les ovocytes de réserves se trouveraient déjà en phase de vitellogenèse active après la ponte. La seconde hypothèse serait en revanche, que la gamétogenèse redémarre à partir d'un stock d'ovocytes pas encore en vitellogenèse. Les ovocytes n'évolueraient donc qu'au cours du cycle sexuel suivant (Déniel *et al.*, 1989). Cette seconde catégorie serait représentée par des espèces chez lesquelles les ovocytes destinés à être émis se séparent nettement au cours de la vitellogenèse. La seconde hypothèse semble expliquer nos résultats.

Le présent travail a également révélé la présence d'ovocytes atrétiques aux stades 5 et 6. L'atrésie est un processus de dégénérescence par lequel les ovocytes de plusieurs stades n'arrivent pas au terme de leur développement. Cela est dû au fait que les cellules folliculaires prolifèrent et s'hypertrophient pour former une structure compacte bien vascularisée appelée

corps atrétique (Mayer *et al.*, 1988). Selon Sarasquete *et al.* (2002), elle peut affecter les ovocytes vitellogéniques pendant la période de pré-ponte, de ponte ou de post-ponte chez toutes les espèces de poissons. Lors de l'évolution des ovocytes, une quantité réduite d'ovocytes vitellogéniques qui ne sont pas ovulés avant la ponte peut entrer en atresie. Cependant, lorsqu'elle concerne un ovocyte et son follicule au stade 5, cette dégénérescence est le résultat d'un stress environnemental (Nagahama, 1983) ou d'une absence de ponte pour des raisons externes telles qu'une température trop basse, une densité de poissons trop importante ou l'absence de substrat adéquat (Martin *et al.*, 1998).

3-2-5- Fécondité et diamètre des ovocytes

Les êtres vivants et les poissons en particulier ont une certaine capacité à s'adapter aux conditions environnementales dans lesquelles ils vivent en ajustant leurs paramètres de reproduction (Koné, 2000). Les paramètres de la reproduction susceptibles d'être ajustés sont, outre l'âge et la taille de première maturité, la fécondité et la taille des œufs (Duponchelle, 1997). De fortes variations individuelles de la fécondité ont été observées. La fécondité absolue de *Tylochromis jentinki* varie de 105 à 465 ovocytes pour des femelles de taille comprise entre 114 et 230 mm (LS). Ces résultats sont similaires à ceux de Amon-Kothias (1982) qui a estimé cette fécondité entre 110 et 420 ovocytes (pour des spécimens de longueurs à la fourche comprises entre 155 et 314 mm). Les résultats d'analyse de régression montrent que la fécondité absolue est positivement corrélée à la longueur standard chez *T. jentinki*. En revanche, les jeunes femelles de petite taille ont une fécondité relative plus élevée par rapport à celle de grande taille. Des résultats similaires ont été rapportés chez deux Cichlidae d'eau saumâtre ; *Sarotherodon melanotheron* et *Tilapia guineensis* (Legendre et Écoutin, 1989). Toutefois, les femelles plus âgées jouent aussi un rôle important de par leur fécondité élevée, maximisant les chances de survie des juvéniles. Chez les espèces à incubation buccale, comme c'est le cas chez *T. jentinki*, les chances de survie augmentent et la fécondité peut diminuer sans risques pour l'espèce (Mellinger, 2002). Balon (1991) a montré que chez les Cichlidae du lac Tanganyika, l'incubation buccale des œufs et des larves fait baisser la fécondité par ponte et double le volume des œufs. Chez *T. jentinki*, les gros œufs permettent aux juvéniles de séjourner plus longtemps jusqu'à 15 jours (Amon-Kothias, 1982) dans la cavité buccale de la femelle, à l'abri des prédateurs.

Par ailleurs, la fécondité absolue varie significativement d'une station d'échantillonnage à l'autre. A Layo, la fécondité absolue est comprise entre 127 et 475 ovocytes. En revanche, cette fécondité oscille entre 112 et 456 ovocytes à Ahua et entre 104 et 439 ovocytes à Gboyo. Witthames *et al.* (1995) ont montré qu'au sein d'une même espèce, la fécondité peut varier en raison de différentes adaptations aux habitats environnementaux. La fécondité absolue de *Tylochromis jentinki* semble être affectée par le gradient de salinité dans la lagune Ebrié. En effet, dans la zone à faible salinité (Gboyo), la fécondité est plus faible mais les ovocytes plus gros. En revanche, la fécondité des femelles dans les zones à fortes salinités (Layo) est plus élevée avec de petits ovocytes. De telles observations ont été effectuées chez *Sarotherodon melanotheron* (Koné, 2000 ; Panfili *et al.*, 2004). Dans une étude expérimentale menée conjointement en eau de mer et en eau douce, des chercheurs ont montré que les ovocytes de *S. melanotheron* élevés en eau de mer sont de petite taille et de masse faible (Panfili *et al.*, 2004). Ces chercheurs pensent que cette adaptation survient pour compenser les dépenses d'énergie lors de l'osmorégulation. Aussi, les ovocytes de petite taille pourraient diminuer les échanges avec la surface externe en réduisant les dépenses d'énergie pour maintenir l'osmose. En outre, la situation trophique, la densité de la population, la taille et la condition des poissons ainsi que la compétition intra et extra-spécifique peuvent influencer la fécondité et la taille des ovocytes (Koné, 2000 ; Ouattara, 2000 ; Murua et Saborido-rey, 2003 ; Ibrahim *et al.*, 2008 ; Shalloof et Salama, 2008). Ces auteurs ont montré qu'une réduction du diamètre des ovocytes est accompagnée d'une augmentation de la fécondité, elle-même corrélée à la taille et à l'âge des femelles. Aussi, de larges femelles produisent-elles souvent de gros œufs (Bagenal, 1969 ; De Martini, 1991). Au sein d'une même population, la taille des ovocytes peut varier d'une année à l'autre ou au cours d'une même saison de reproduction (Southwood et Demir, 1974), ce qui influencerait le développement, la survie et la croissance des larves. Les larves provenant d'œufs de grande taille ont une meilleure survie que celles provenant d'œufs de petite taille (Bagenal, 1969 ; Goto, 1990).

4- HABITUDES ET STRATÉGIES ALIMENTAIRES

4-1- Résultats

4-1-1- Rythme d'activité alimentaire

4-1-1-1- Captures

Les résultats des captures effectuées toutes les trois heures (n = 235) au cours des deux pêches nyctémérales montrent que le plus grand nombre d'individus a été capturé entre 21h et 09h (Figure 30). En revanche, les captures sont faibles entre 12h et 18h. *Tylochromis jentinki* présente donc une activité locomotrice importante entre 21h et 09h.

4-1-1-2- Rythme alimentaire

La courbe d'évolution du coefficient de réplétion en fonction de l'heure de la journée a été établie. Les résultats illustrés par la Figure 31 permettent de constater deux périodes d'activité trophique et locomotrice (de 12h à 21h et de 24h à 06h). Le coefficient de réplétion stomacal croît globalement à partir de 12h pour atteindre son maximum à 21h. Sa valeur reste relativement constante entre 21h et 24h avant d'amorcer une nouvelle phase de croissance qui atteint son pic vers 03h. Enfin, le coefficient de réplétion stomacal baisse régulièrement jusqu'à atteindre sa plus faible valeur à 12h. En tenant compte de la présence de proies dans leur estomac, on constate que la plupart des spécimens capturés pendant la nuit ont des estomacs pleins. Ce qui n'est pas toujours le cas pour ceux capturés pendant la journée.

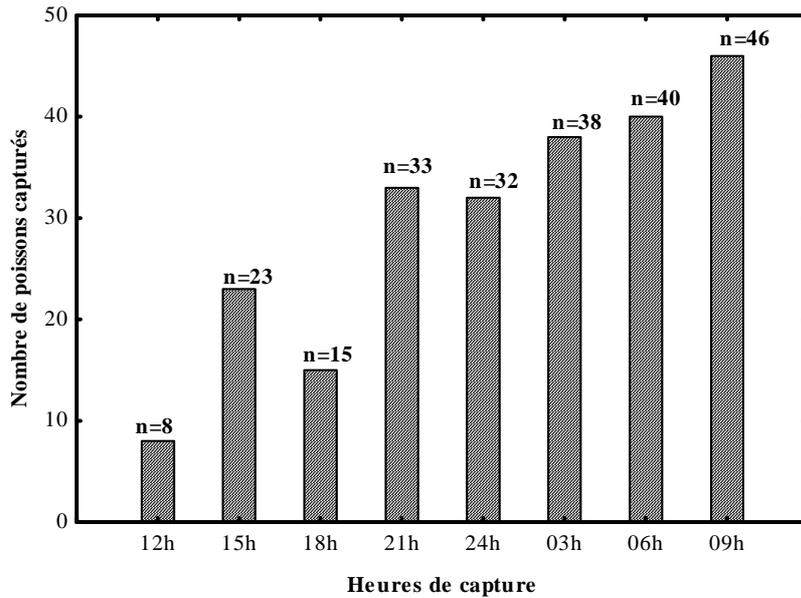


Figure 30 : Taux de capture de *Tylochromis jentinki* (n = 235) exprimé en nombre total d'individus (moyenne de deux cycles nyctéméraux) à la station de Layo entre février 2004 et janvier 2006.

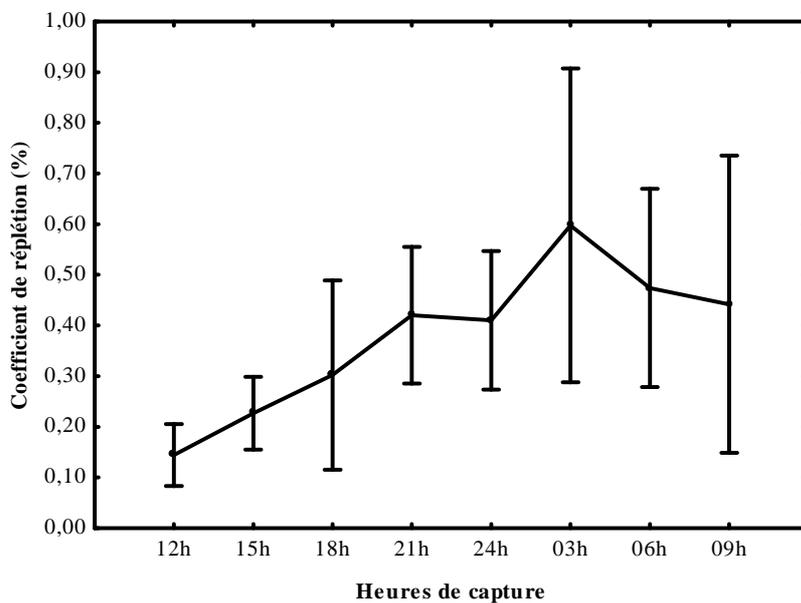


Figure 31 : Variations nyctémérales du coefficient de réplétion stomacal moyen (\pm écart-type) (moyenne de deux cycles nyctéméraux) de *Tylochromis jentinki* (n = 235) à la station de Layo entre février 2004 et janvier 2006.

4-1-2- Activité alimentaire

4-1-2-1- Variation mensuelle du coefficient de réplétion

L'activité alimentaire de *Tylochromis jentinki* a été déterminée en suivant la variation mensuelle du coefficient de réplétion (Figure 32). D'un sexe à l'autre, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée. Par conséquent, les données des deux sexes ont été combinées. Les coefficients de réplétion sont croissants de janvier à mars et décroissants d'avril à juin. Ce facteur croît de nouveau et atteint un pic en août. Les valeurs minimales ont été enregistrées en janvier.

En ce qui concerne les stations, les valeurs sont croissantes de janvier à mars et décroissantes de mars à mai (Layo et Gboyó) et de mars à juin (Ahua). Ce facteur croît de nouveau et atteint un pic en août (Layo et Ahua) et en septembre (Gboyó). Les valeurs minimales ont été enregistrées en janvier (Figure 33).

4-1-2-2- Variation du coefficient de réplétion en fonction de la période de reproduction

Le coefficient de réplétion a été étudié par sexe et par stade de maturité. Le coefficient de réplétion des femelles est similaire à celui des mâles, indépendamment des stades de maturation sexuelle. Cependant, les résultats montrent une influence significative ($p < 0,05$) de la période de reproduction sur le coefficient de réplétion. L'analyse de variance à deux facteurs a montré que ce coefficient varie significativement en fonction des stations et du stade de maturité mais aucune interaction entre ces deux facteurs n'a été observée (Tableau XIII). Les résultats sont donc présentés par stade de maturité sexuelle en combinant les deux sexes (Figure 34). Pendant les périodes de développement et de maturation, les coefficients de réplétion sont significativement élevés que ceux observés pendant les périodes d'émission des gamètes et de repos sexuel.

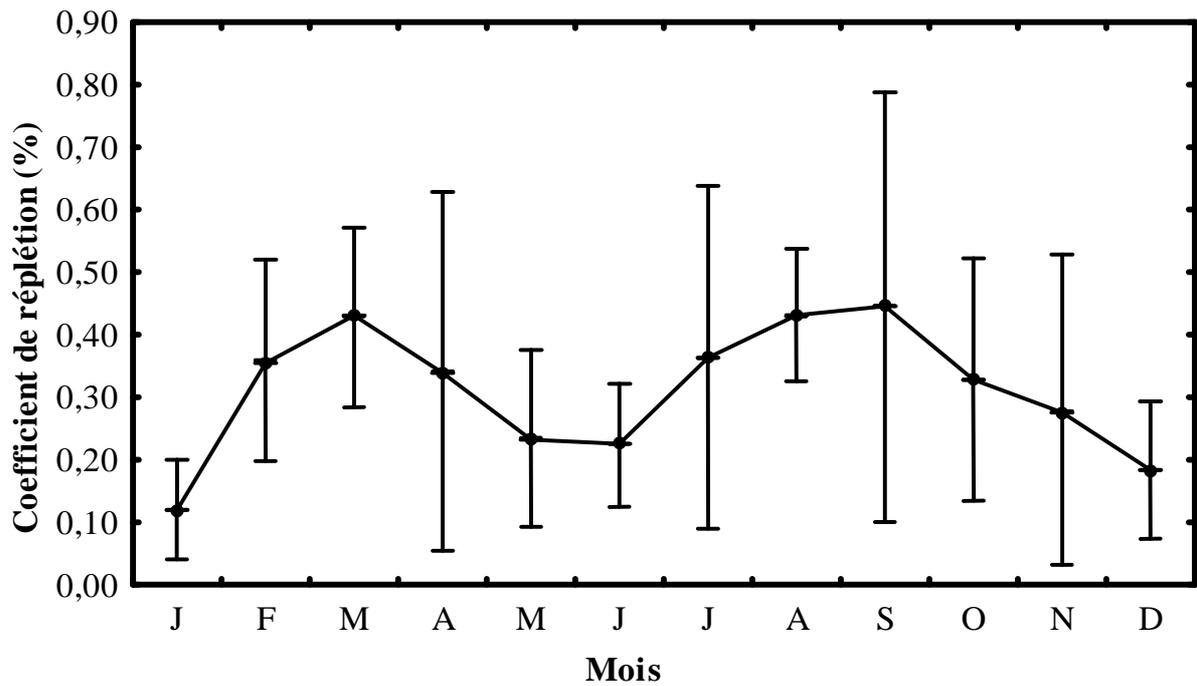


Figure 32: Variations mensuelles du coefficient de réplétion (moyenne \pm écart-type) de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006.

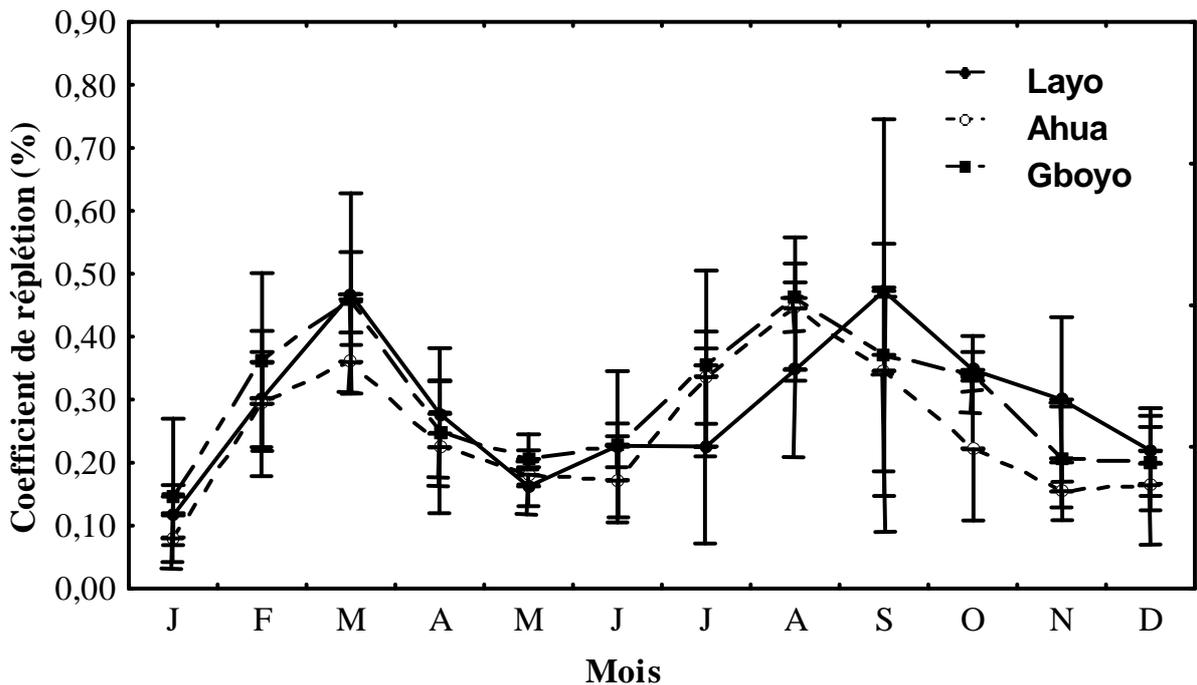


Figure 33 Variation mensuelle du coefficient de réplétion (moyenne \pm écart-type) de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des différents sites d'échantillonnage.

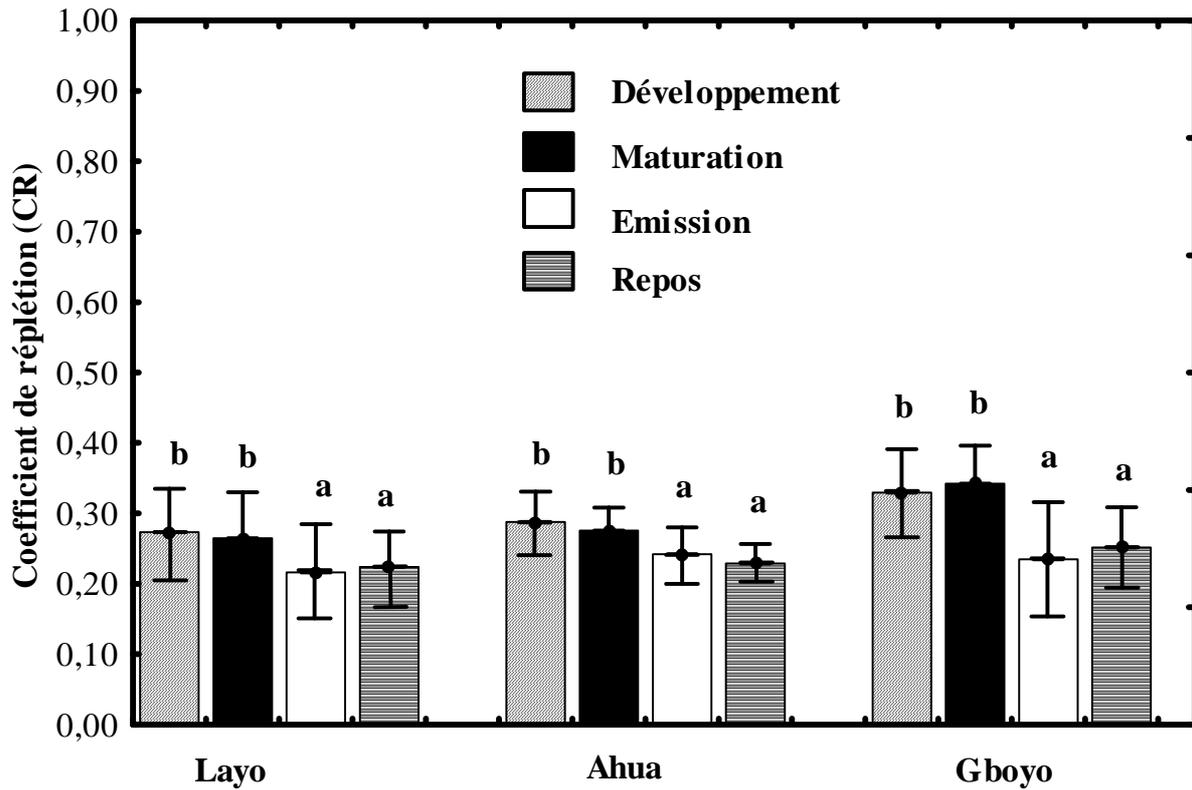


Figure 34: Relation entre la consommation d'aliments et le stade de maturité sexuelle de *Tylochromis jentinki* dans les différentes stations d'échantillonnage de la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006 (moyenne \pm écart-type). Les histogrammes portant différentes lettres présentent une différence significative ($p < 0,05$).

Tableau XIII : Résultats de l'analyse de variance à deux facteurs comparant les coefficients de réplétion en fonction des stations d'échantillonnage et des stades de maturité sexuelle de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006. dl = degré de liberté ; MS = moyenne des carrés ; F = Fisher ; p = probabilité.

Facteurs	dl	MS	F	p
Stations	2	0,127	6,630	0,001*
Stades de maturité	3	0,105	5,495	0,001*
Intéraction stations-stades de maturité	6	0,017	0,895	0,496
Erreur	578	0,019		

*Différence significative ($p < 0.05$).

4-1-3- Coefficient intestinal

Le coefficient intestinal (CI) est le rapport de la longueur de l'intestin sur la longueur standard du poisson. Ce coefficient n'est pas significativement différent ($F_{1, 0,05} = 2,24$, $p > 0,05$) entre les immatures ($2,34 \pm 0,27$) et les individus matures ($2,48 \pm 0,35$) indépendamment du sexe. En outre, aucune différence significative ($p > 0,05$) n'a été observée entre les deux sexes.

Une corrélation a été déterminée entre la longueur de l'intestin et la longueur standard chez les individus immatures et matures (Figure 35). Les résultats obtenus mettent en évidence une relation linéaire croissante entre la longueur de l'intestin et la longueur standard. Les différentes équations sont :

- immatures : $LI = 3,43 \times LS - 96,70$, ($n = 215$; $R^2 = 0,35$, $p < 0,05$) ;

- matures : $LI = 3,04 \times LS - 52,55$, ($n = 1635$; $R^2 = 0,54$, $p < 0,05$)

avec LI = longueur de l'intestin ; LS = longueur standard

Les valeurs du coefficient de détermination obtenues entre la longueur de l'intestin et la longueur standard sont de 0,35 chez le groupe 1 et de 0,54 chez le groupe 2. Ceci indique une liaison significative au niveau des deux groupes.

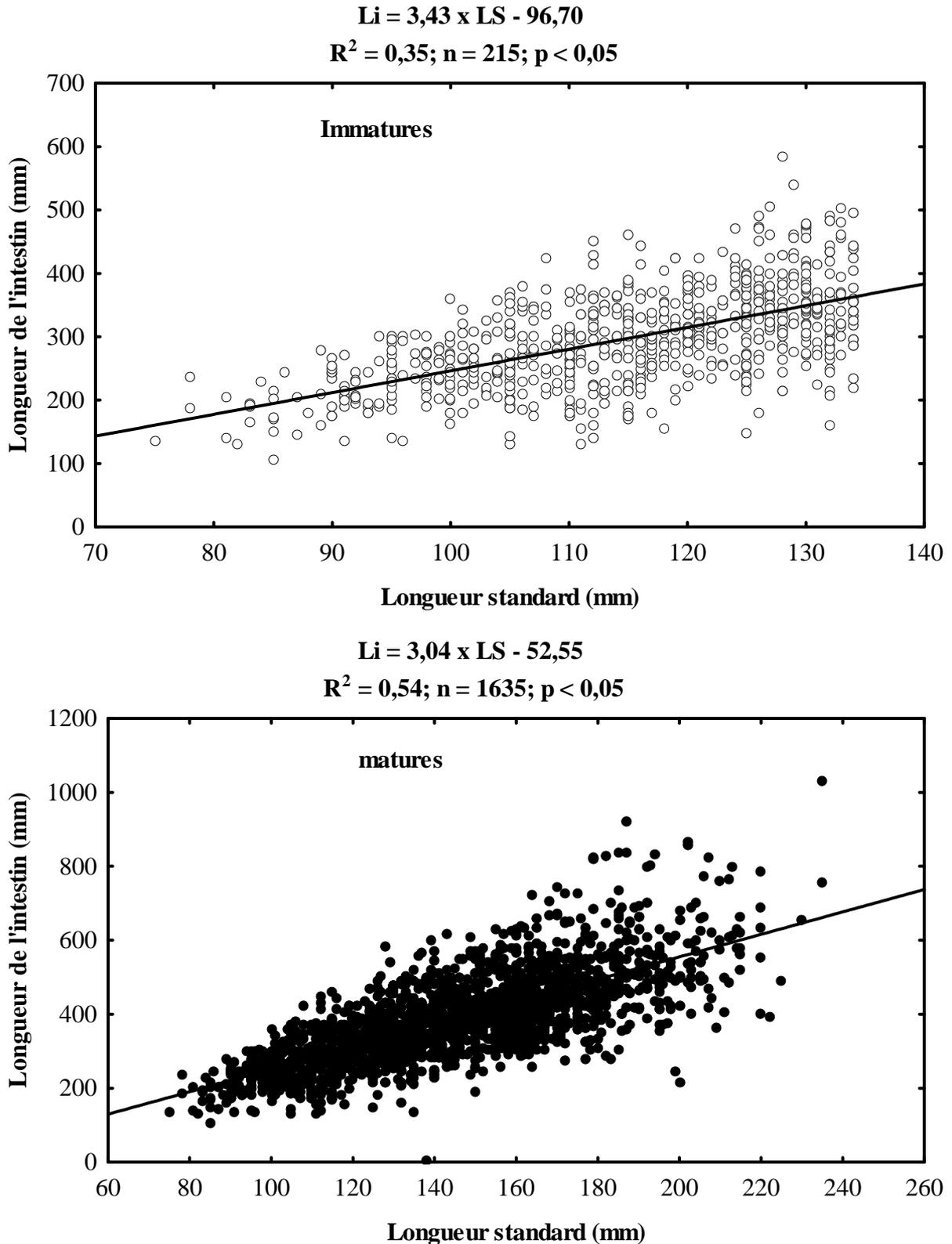


Figure 35 : Relation entre la longueur de l'intestin (Li) et la longueur standard (LS) de *Tylochromis jentinki* capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié. n = nombre de spécimens.

4-1-4- Régime alimentaire

4-1-4-1- Taux de vacuité

Au total, 1850 échantillons de *Tylochromis jentinki* ont été examinés dont 469 proviennent de Layo (secteur IV), 660 de Ahua (secteur V) et 721 de Gboyo (secteur VI). Sur l'ensemble des estomacs examinés, 799 contenaient des items et 1051 étaient vides, ce qui correspond à un pourcentage de vacuité de 56,81 %. Ce taux de vacuité varie au cours de l'année (Figure 36). Les valeurs sont basses d'avril à septembre, croissantes d'octobre à janvier avec deux pics (novembre et janvier) et décroissantes de février à mars.

4-1-4-2- Composition générale du régime alimentaire

L'analyse des 799 contenus stomacaux a mis en évidence six catégories d'aliments (Tableau XIV). Il s'agit d'insectes, de mollusques, de zooplancton, de crustacés, de poissons et de plantes terrestres. L'analyse quantitative du régime alimentaire avec l'Indice d'Importance Relative (IRI) a montré que les mollusques (60,18 %) sont classés dans la catégorie des aliments préférentiels, les insectes (32,07 %) dans la catégorie des aliments secondaires. De tous les organismes consommés, *Corbula trigona* (mollusques) et *Chironomini* sp. (insectes) ont les valeurs d'indice les plus élevées avec respectivement 60,15 % et 30,85 %. Les autres groupes taxinomiques (le zooplancton, les crustacés, les poissons et les plantes terrestres) représentant 7,74 % sont des aliments accidentels dans le régime alimentaire de *Tylochromis jentinki*.

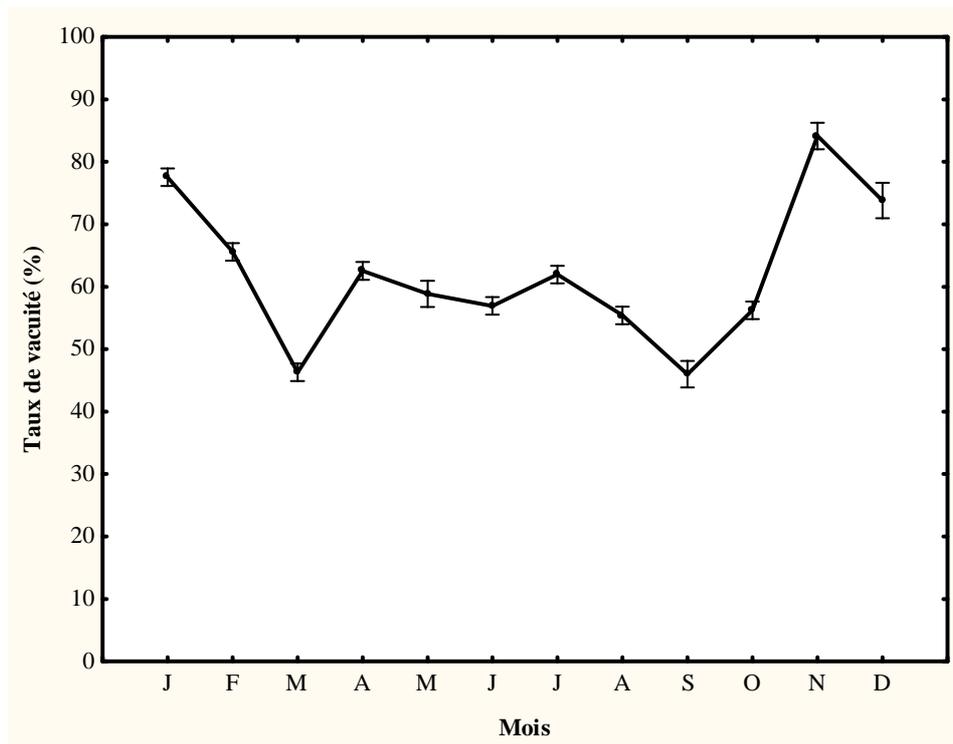


Figure 36 : Variations mensuelles du taux de vacuité (moyenne \pm écart-type) de *Tylochromis jentinki* (n = 1850 ; 75 < LS < 235) entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié.

Tableau XIV : Composition du régime alimentaire général de *Tylochromis jentinki* (n = 799 ; 75 < LS < 235) capturés entre février 2004 et janvier 2006 dans la lagune Ébrié. F_c = Pourcentage d'occurrence ; N = Pourcentage numérique ; P = Pourcentage pondéral ; IRI = Indice d'importance relative.

Aliments	F _c	N	P	IRI (%)
Insectes				
Diptères				
<i>Chironomini</i> sp.	24,37	33,91	24,43	30,85
<i>Stictochironomus</i> sp.	1,03	0,63	0,24	0,01
<i>Xenochironomus trisetosus</i>	0,93	0,01	<0,01	<0,01
<i>Polypedilum fuscipenne</i>	1,97	1,01	0,90	0,05
<i>Stictochironomus cafferarius</i>	0,15	0,01	<0,01	<0,01
<i>Tanypus fiscus</i>	0,66	0,34	0,04	<0,01
<i>Chaoborus anomalus</i>	0,09	0,30	0,02	<0,01
<i>Atherix</i> sp.	0,09	<0,01	0,01	<0,01
Stratiomyidae	0,28	0,41	0,14	<0,01
Psychodidae	0,09	<0,01	<0,01	<0,01
Coléoptères				
currulionidae	0,66	0,03	<0,01	<0,01
<i>Hydropsyche dinarica</i>	0,09	0,04	0,03	<0,01
<i>Potamodytes</i> sp.	0,38	0,20	0,84	0,01
Trichoptères				
<i>Dyschimus</i> sp.	0,09	<0,01	<0,01	<0,01
<i>Dyplonichus</i> sp.	0,85	0,13	0,03	<0,01
<i>Hyalopsyche palpata</i>	0,38	0,04	0,04	<0,01
Indéterminées	0,19	0,01	<0,01	<0,01
Débris d'insectes	9,48	2,10	1,99	1,15
Zooplancton				
Copépodes				
<i>Thermocyclops decipiens</i>	2,77	0,71	0,04	0,05
<i>Thermodiaptomus yabensis</i>	1,50	0,14	0,01	0,01
Rotifères	0,09	0,01	<0,01	<0,01
Cladocères	0,19	0,01	<0,01	<0,01
Ostracodes	2,40	0,57	0,24	0,01
Mollusques				
Gastéropodes				
<i>Fusserella</i> sp.	2,88	0,10	<0,01	0,01
<i>Pachymelania</i> sp.	0,19	0,02	<0,01	<0,01
<i>Cleopatra bulinoïdes</i>	0,56	0,40	2,84	0,02
Bivalves				
<i>Corbula trigona</i>	31,92	31,61	47,92	60,15
<i>Mutela rostrata</i>	0,09	0,01	<0,01	<0,01
<i>Laccoris</i> sp.	0,09	<0,01	<0,01	<0,01

Suite du Tableau XIV

Aliments	F_c	N	P	IRI (%)
Crustacés				
Stomatopodes	4,41	7,02	11,13	1,95
<i>Penaeus duorarum</i>	1,13	0,70	0,44	0,02
Poissons				
<i>Pomadasys jubelini</i>	0,09	0,01	0,09	<0,01
Plantes terrestres				
Fruits	9,17	11,30	5,65	4,15
Débris végétaux	1,74	8,22	2,93	1,55
Total				
Insectes	41,78	39,17	28,71	32,07
Zooplancton	6,95	1,44	0,29	0,07
Mollusques	34,73	32,14	50,76	60,18
Crustacés	5,54	7,72	11,57	1,97
Poissons	0,09	0,01	0,09	<0,01
Plantes terrestres	10,91	19,52	8,58	5,70

4-1-4-3- Variation du régime alimentaire en fonction de la taille des individus

A partir d'observations effectuées sur les stades de maturité sexuelle et, tenant compte du stade de première maturité sexuelle, les poissons ont été classés en trois groupes :

- les juvéniles (n = 32) regroupant les poissons de longueur standard inférieure à 97 mm ;
- les subadultes (n = 190) de longueur standard comprise entre 97 mm et 122 mm ;
- les adultes (n = 577) de longueur standard supérieure à 122 mm.

L'indice d'importance relative des différents items a été calculé pour chaque groupe (Tableau XV). Chez les juvéniles, le régime alimentaire est presque exclusivement dominé par les insectes (85,34 %). En revanche, le régime alimentaire des subadultes et des adultes est diversifié. Chez les subadultes, les insectes (48,44 %) et les mollusques (34,58 %) constituent les aliments préférentiels. On observe une importante contribution du zooplancton (13,83 %) dans le régime alimentaire des spécimens de ce groupe. Les adultes ont une alimentation dominée par les mollusques (63,07 %). Les insectes (29,40 %) sont les proies secondaires.

Le coefficient de corrélation des rangs de Spearman (Rs) calculé à partir des pourcentages d'indice d'importance relative de ces trois groupes est significatif (Tableau XVI). Ces résultats indiquent une grande similarité de régime alimentaire entre ces trois groupes.

Tableau XV : Composition du régime alimentaire des trois groupes de classes de taille de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006 et pourcentages d'indice d'importance relative correspondants : n = nombre de spécimens examinés. Juvéniles = LS < 97 mm ; Subadultes = 97 mm ≤ LS < 122 mm ; Adultes = LS ≥ 122 mm.

Aliments	IRI (%)		
	Juvéniles (n = 32)	Subadultes (n = 190)	Adultes (n = 577)
Insectes			
Diptères			
<i>Chironomini</i> sp.	63,00	48,23	25,82
<i>Stictochironomus</i> sp.	0,00	0,03	0,01
<i>Xenochironomus trisetosus</i>	0,00	0,00	<0,01
<i>Polypedilum fuscipenne</i>	0,00	0,02	0,12
<i>Stictochironomus cafferarius</i>	0,00	0,00	<0,01
<i>Tanypus fiscus</i>	0,00	0,00	2,19
<i>Chaoborus anomalus</i>	0,00	0,00	<0,01
<i>Atherix</i> sp.	0,00	0,00	<0,01
Stratiomyidae	0,00	0,00	<0,01
Psychodidae	0,00	0,00	<0,01
Coléoptères			
currulionidae	0,00	0,00	<0,01
<i>Hydropsyche dinarica</i>	0,00	0,00	<0,01
Potamodytes	0,00	0,00	<0,01
Trichoptères			
<i>Dyschimus</i> sp.	0,00	0,00	<0,01
<i>Dyplonichus</i> sp.	0,00	0,00	<0,01
<i>Hyalopsyche palpata</i>	0,00	0,00	<0,01
Indéterminées	0,00	0,01	<0,01
Débris d'insectes	22,34	0,15	1,25
Zooplancton			
Copépodes			
<i>Thermocyclops decipiens</i>	0,56	0,01	0,05
<i>Thermodiaptomus yabensis</i>	0,00	<0,01	0,01
Rotifères	0,00	0,00	<0,01
Cladocères	0,00	13,83	<0,01
Ostracodes	9,66	0,0	0,02
Mollusques			
Gastéropodes			
<i>Fusserella</i> sp.	0,00	0,00	0,01
<i>Pachymelania</i> sp.	0,00	34,56	<0,01
<i>Cleopatra bulinoïdes</i>	0,00	0,01	0,05
Bivalves			
<i>Corbula trigona</i>	0,00	0,01	63,02
<i>Mutela rostrata</i>	0,00	0,0	<0,01
<i>Laccoris</i> sp.	0,00	0,0	<0,01

Suite du Tableau XV

Aliments	IRI (%)		
	Juvéniles (n = 32)	Subadultes (n = 190)	Adultes (n = 577)
Crustacés			
Stomatopodes	2,21	0,96	2,27
<i>Penaeus duorarum</i>	0,00	0,00	0,03
Poissons			
<i>Pomadasys jubelini</i>	0,00	0,00	<0,01
Plantes terrestres			
Fruits	0,00	1,29	3,58
Débris végétaux	2,23	0,89	1,56
Total			
Insectes	85,34	48,44	29,40
Zooplancton	10,22	13,84	0,08
Mollusques	0,00	34,58	63,07
Crustacés	2,21	0,96	2,30
Poissons	0,00	0,00	<0,01
Plantes terrestres	2,23	2,17	5,14

Tableau XVI : Résultats de l'analyse du coefficient de corrélation des rangs de Spearman pour comparer les compositions trophiques des trois groupes de *Tylochromis jentinki* dans les stations d'échantillonnage de la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 : nombre entre parenthèse = nombre d'estomacs examinés ; N = nombre d'items ingérés ; Rs = coefficient de Spearman ; p = probabilité.

Groupes comparés	N	Rs	P
Juvéniles (32) - Subadultes (190)	39	0,658	0,000*
Juvéniles (32) - Adultes (577)	39	0,646	0,000*
Subadultes (190) - Adultes (577)	39	0,698	0,000*

* Différence significative ($p < 0,05$)

4-1-4-4- Variation du régime alimentaire en fonction des stations d'étude

Sur les 799 estomacs analysés, 259 proviennent de Layo (secteur IV), 268 d'Ahua (secteur V) et 272 de Gboyo (secteur VI). Le Tableau XVII présente la composition des différents items identifiés dans les estomacs des échantillons issus des différentes stations d'étude.

A la station de Layo et d'Ahua, les mollusques sont les proies de prédilection de *Tylochromis jentinki* avec respectivement 86,20 % et 84,44 %. En revanche, à la station de Gboyo, le régime alimentaire est principalement constitué d'insectes (97,37 %). Dans ce milieu, les autres taxons sont considérés comme aliments complémentaires.

Le test de corrélation des rangs de Spearman effectué entre les stations prises deux à deux indique qu'il y a une différence entre les régimes alimentaires des poissons du couple de stations Gboyo-Layo ($N = 39$; $R_s = 0,34$; $p > 0,05$). En revanche, les régimes sont similaires pour les couples Gboyo-Ahua ($N = 39$; $R_s = 0,54$; $p < 0,05$) et Ahua-Layo ($N = 39$; $R_s = 0,51$; $p < 0,05$) (Tableau XVIII).

Tableau XVII : Régime alimentaire de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des stations d'échantillonnage : IRI = Indice d'importance relative ; n = nombre d'estomacs examinés.

Aliments	IRI (%)		
	Layo (n = 259)	Ahua (n = 268)	Gboyo (n = 272)
Insectes			
Diptères			
<i>Chironomini</i> sp.	0,13	7,79	95,71
<i>Stictochironomus</i> sp.	0,00	<0,01	0,01
<i>Xenochironomus trisetosus</i>	0,00	0,00	<0,01
<i>Polypedilum fuscipenne</i>	0,01	0,01	0,23
<i>Stictochironomus cafferarius</i>	0,00	0,00	<0,01
<i>Tanypus fiscus</i>	0,00	<0,01	<0,01
<i>Chaoborus anomalus</i>	0,00	0,00	<0,01
<i>Atherix</i> sp.	0,00	<0,01	<0,01
Stratiomyidae	0,00	0,01	<0,01
Psychodidae	0,00	<0,01	<0,01
Coléoptères			
currulionidae	0,01	0,00	<0,01
<i>Hydropsyche dinarica</i>	0,0	<0,01	<0,01
Potamodytes	0,06	<0,01	0,01
Trichoptères			
<i>Dyschimus</i> sp.	<0,01	0,00	<0,01
<i>Dyplonichus</i> sp.	0,00	0,01	<0,01
<i>Hyalopsyche palpata</i>	0,00	0,00	<0,01
Indéterminées	<0,01	0,00	<0,01
Débris d'insectes	0,35	0,63	1,41
Zooplancton			
Copépodes			
<i>Thermocyclops decipiens</i>	<0,01	<0,01	0,20
<i>Thermodiaptomus yabensis</i>	0,0	<0,01	0,01
Rotifères	0,0	0,00	<0,01
Cladocères	0,0	0,00	<0,01
Ostracodes	0,01	<0,01	0,10
Mollusques			
Gastéropodes			
<i>Fusserella</i> sp.	<0,01	0,00	0,01
<i>Pachymelania</i> sp.	<0,01	0,00	0,00
<i>Cleopatra bulinoïdes</i>	<0,01	0,16	0,03
Bivalves			
<i>Corbula trigona</i>	86,20	84,28	0,20
<i>Mutela rostrata</i>	<0,01	0,00	<0,01
<i>Laccoris</i> sp.	0,00	0,00	<0,01

Suite du Tableau XVII

Aliments	IRI (%)		
	Layo (n = 259)	Ahua (n = 268)	Gboyoy (n = 272)
Crustacés			
Stomatopodes	0,01	5,93	0,45
<i>Penaeus duorarum</i>	0,00	0,09	0,01
Poissons			
<i>Pomadasys jubelini</i>	<0,01	0,00	<0,01
Plantes terrestres			
Fruits	10,56	0,15	1,30
Débris végétaux	2,65	0,94	0,31
Total			
Insectes	0,56	8,45	97,37
Zooplancton	0,01	<0,01	0,31
Mollusques	86,20	84,44	0,24
Crustacés	0,01	6,02	0,46
Poissons	<0,01	0,00	<0,01
Plantes terrestres	13,21	1,09	1,61

Tableau XVIII : Résultats de l'analyse du coefficient de corrélation des rangs de Spearman pour comparer les compositions trophiques des spécimens de *Tylochromis jentinki* dans les stations d'échantillonnage de la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 : nombre entre parenthèse = nombre d'estomacs examinés ; N = nombre d'items ingérés ; Rs = coefficient de Spearman ; p = probabilité.

Stations comparées	N	Rs	P
Layo (259) - Ahua (268)	39	0,513	0,007*
Layo (259) - Gboyoy (272)	39	0,342	0,944
Ahua (268) - Gboyoy (272)	39	0,542	0,004*

* Différence significative ($p < 0,05$)

4-1-4-5- Variation du régime alimentaire en fonction des saisons hydrologiques

Les compositions trophiques ont été analysées en fonction des deux grandes saisons (saison sèche et saison des pluies) au niveau de chaque station d'échantillonnage (Tableau XIX).

A la station de Layo, 98 et 161 estomacs ont été analysés respectivement pendant la saison sèche et la saison des pluies. Les mollusques constituent respectivement les aliments préférentiels aussi bien en saison sèche (95,74 %) qu'en saison des pluies (69,06 %). Les plantes terrestres (27,88 %) sont secondairement consommées en saison des pluies et accidentellement en saison sèche.

A la station d'Ahua, l'analyse a porté sur 128 estomacs en saison sèche et 140 en saisons des pluies. En saison sèche, les poissons consomment préférentiellement les mollusques (61,80 %) tandis que les insectes (11,74) constituent les aliments secondaires. En saison des pluies, les mollusques (79,36 %) sont les proies préférentielles et les insectes (13,10 %) représentent les proies secondaires de *Tylochromis jentinki*.

A la station de Gboyo, 123 et 149 estomacs ont été analysés respectivement en saison sèche et en saison des pluies. *Tylochromis jentinki* consomme presque exclusivement les insectes au niveau des deux saisons avec 99,14 % (saison sèche) et 92,15 % (saison des pluies).

Les coefficients de corrélation de rang de Spearman calculés entre les pourcentages indiciaires des aliments consommés par les individus au cours des deux saisons hydrologiques sont significatives à Layo ($N = 39$; $R_s = 0,57$; $p < 0,05$), à Ahua ($N = 39$; $R_s = 0,59$; $p < 0,05$) et à Gboyo ($N = 39$; $R_s = 0,74$; $p < 0,05$) (Tableau XX). Ceci indique que cette espèce exploite les ressources alimentaires dans les mêmes proportions au niveau des deux saisons hydrologiques.

Tableau XIX : Composition du régime alimentaire de *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006 en fonction des deux saisons hydrologiques dans les stations d'échantillonnage : ss = saison sèche ; sp = saison des pluies ; nombre entre parenthèse = nombre d'estomacs examinés.

Aliments	Layo		Ahua		Gboyo	
	ss (98)	sp (161)	ss (128)	sp (140)	ss (123)	sp 149)
Insectes						
Diptères						
<i>Chironomini</i> sp.	0,14	0,52	8,31	12,98	97,42	90,42
<i>Stictochironomus</i> sp.	0,00	0,00	0,00	<0,01	0,04	0,17
<i>Xenochironomus trisetosus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,01
<i>Polypedilum fuscipenne</i>	0,04	<0,01	0,06	<0,01	0,39	0,02
<i>Stictochironomus cafferarius</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,01	0,00
<i>Tanypus fiscus</i>	0,00	0,00	0,00	<0,01	<0,01	0,03
<i>Chaoborus anomalus</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,01	0,00
<i>Atherix</i> sp.	0,00	0,00	<0,01	0,00	0,00	0,00
Stratiomyidae	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00
Psychodidae	0,00	0,00	0,00	<0,01	0,00	0,00
Coléoptères						
currulionidae	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	<0,01
<i>Hydropsyche dinarica</i>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00
Potamodytes	0,20	0,00	<0,01	0,00	0,00	0,00
Trichoptères						
<i>Dyschimus</i> sp.	0,00	<0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Dyplonichus</i> sp.	0,00	0,00	0,13	0,00	0,00	0,00
<i>Hyalopsyche palpata</i>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
Indéterminées	0,00	<0,01	<0,01	0,00	0,00	0,00
Débris d'insectes	0,75	2,41	3,14	0,12	1,26	1,51
Zooplancton						
Copépodes						
<i>Thermocyclops decipiens</i>	<0,01	<0,01	0,01	<0,01	0,04	0,45
<i>Thermodiaptomus yabensis</i>	0,00	0,00	<0,01	<0,01	0,01	0,04
Rotifères	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,01
Cladocères	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,01	<0,01
Ostracodes	0,01	0,02	0,01	0,00	0,02	0,30
Mollusques						
Gastéropodes						
<i>Fusserella</i> sp.	<0,01	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02
<i>Pachymelania</i> sp.	0,00	<0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Cleopatra bulinoïdes</i>	<0,01	0,00	1,34	0,00	0,00	0,00
Bivalves						
<i>Corbula trigona</i>	95,74	69,06	61,80	79,36	0,02	0,68
<i>Mutela rostrata</i>	0,00	<0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<i>Laccoris</i> sp.	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	<0,01

Suite du Tableau XIX

Aliments	Layo		Ahua		Gboyo	
	ss (98)	sp (161)	ss (128)	sp (140)	ss (123)	sp (149)
Crustacés						
Stomatopodes	<0,01	0,03	24,02	2,23	0,00	2,99
<i>Penaeus duorarum</i>	0,00	0,00	0,78	0,00	0,04	<0,01
Poissons						
<i>Pomadasys jubelini</i>	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantes terrestres						
Fruits	2,83	21,77	0,31	1,11	0,60	2,93
Débris végétaux	0,29	6,06	1,33	4,20	0,14	0,44
Total						
Insectes	1,12	2,94	11,74	13,10	99,14	92,15
Zooplancton	0,01	0,02	0,02	0,00	0,07	0,79
Mollusques	95,74	69,06	61,80	79,36	0,02	0,70
Crustacés	<0,01	<0,01	24,80	2,23	0,03	2,99
Poissons	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plantes terrestres	3,12	27,88	1,64	5,31	0,74	3,37

Tableau XX : Résultats de l'analyse du coefficient de corrélation des rangs de Spearman pour comparer les compositions trophiques des spécimens de *Tylochromis jentinki* au cours des deux saisons hydrologiques dans la lagune Ebrié entre février 2004 et janvier 2006 : nombre entre parenthèse = nombre d'estomacs examinés ; N = nombre d'items ingérés ; p = probabilité ; Rs = coefficient de Spearman, sp = saison des pluies ; ss = saison sèche.

Stations	Saisons comparées	N	Rs	p
Layo	sp (161) - ss (98)	39	0,702	0,001*
Ahua	sp (140) - ss (128)	39	0,564	0,002*
Gboyo	sp (149) - ss (123)	39	0,717	0,001*

* Différence significative ($p < 0,05$)

4-2- Discussion

4-2-1- Rythme alimentaire

Le rythme alimentaire est une prise régulière de repas dans le temps caractérisé par sa périodicité, son intensité et son mode (Neveu, 1981). Lorsque l'aliment est accessible en permanence, ce rythme présente des phases marquées d'ingestion d'aliment en relation avec le cycle d'alternance jour / nuit. Les rythmes d'activité alimentaire seraient alors sous le contrôle d'une horloge interne et ne peuvent donc pas être simplement considérés comme des cycles labiles (Boujard, 1999). Cependant, les conditions environnementales peuvent les moduler.

D'une façon générale, plusieurs travaux ont montré que les Cichlidae sont des poissons de jour (Mélard, 1986, 2002) et les poissons-chats, des poissons nocturnes (Bruton, 1996 ; Baras et Lalèye, 2003). Comme chez la plupart des animaux, l'activité alimentaire de *Tylochromis jentinki* est principalement synchronisée selon un rythme de 24h. L'analyse des pêches expérimentales réalisées sur la base des cycles de 24h chez *T. jentinki* montre une activité alimentaire plus accrue durant les heures de nuit. Au cours de cette période, les captures sont très élevées et le pic de réplétion est enregistré vers 03h. En milieu naturel, des synchroniseurs peuvent agir sur l'activité nyctémérale. Il s'agit de processus intrinsèques au prédateur 'poisson' ainsi qu'à ses proies et de facteurs relevant spécifiquement de l'habitat. Concernant le poisson, l'appétit et l'activité de recherche de nourriture dépendent d'abord de son statut endocrine et métabolique (Boujard, 1999). Chez les poissons ichtyophages, le niveau de remplissage de l'estomac représente un signal important dans le contrôle de l'appétit et le déclenchement ou l'arrêt de la prise alimentaire (Fletcher, 1984). Nos résultats sur cette espèce suggèrent une prise alimentaire mettant en jeu des signaux du même ordre. Cependant, le rythme d'activité alimentaire apparaît également déterminé par la dynamique de remplissage et d'éjection non pas de l'estomac seul mais d'une partie plus importante du tube digestif. Ce résultat a été observé chez les juvéniles de *Solea solea* (Laffargue, 2004).

Par ailleurs, de nombreuses contraintes exercées sur cette espèce pourraient justifier son comportement lors de son déplacement pour la recherche de nourriture. La nature de ces contraintes et leur importance relative dans la définition des relations 'prédateur-proie' dépendent des caractéristiques propres à la fois aux prédateurs (ex: technique de capture des

proies) et aux ressources trophiques utilisées (ex: efficacité des stratégies anti-prédatrices) (Hughes *et al.*, 1992). Ainsi, la position du prédateur dans le réseau trophique global et/ou son rang hiérarchique au sein de la population, définit sa prise de risque face aux autres consommateurs. De même, la taille et l'âge de l'individu (Hughes *et al.*, 1992), son état physiologique (Croy et Hughes, 1991), et sa capacité à répondre aux mécanismes de défense des proies (Kaiser, 1992), peuvent modifier son comportement alimentaire. En effet, le pic de réplétion enregistré vers 03h pourrait indiquer un effet probable de la visibilité de certains prédateurs sur le comportement de *Tylochromis jentinki* : la prise se ferait durant les périodes de faible visibilité, probablement défavorable aux prédateurs se nourrissant de *T. jentinki*. Ceci justifierait alors les captures élevées des poissons durant la nuit. Au niveau des ressources trophiques, la disponibilité des proies potentielles peut affecter l'intensité de la consommation et la stratégie de capture des proies par le prédateur (Krebs et McCleery, 1984), ainsi que la nature des proies consommées. De plus, l'accessibilité et la facilité de capture des proies peuvent influencer les choix alimentaires du prédateur (Feldman et Savitz, 1999).

A chaque échantillonnage, des estomacs pleins ou à moitié pleins ont été enregistrés, ce qui indique que cette espèce se nourrirait de façon continue mais préférentiellement la nuit. La variation de l'activité alimentaire a été étudiée chez d'autres espèces tropicales et lagunaires. Chez *Sarotherodon melanotheron*, Fagade (1979) a montré que le rythme d'activité alimentaire connaît deux pics importants (10h et entre 18h et 22h) séparés par une période durant laquelle l'activité est réduite. Chez *Brycinus leuciscus*, le rythme alimentaire dans la mare résiduelle du Mali est modulé par la lunaison : cette espèce se nourrit surtout avant la photophase. D'autres espèces de Téléostéens par contre, auraient la particularité de modifier aisément leur rythme alimentaire et pourraient se comporter en animaux diurnes durant un temps, pour devenir nocturnes ensuite (Guillaume *et al.*, 1999). Plusieurs facteurs écologiques primaires (lumière, température, marées, oxygène, salinité, acidité etc.) auraient en milieu aquatique, une influence sur le comportement alimentaire des poissons (Alabaster et Robertson, 1961). En réponse à ces facteurs, les poissons adapteraient leurs propres rythmes aux fluctuations de proies (Ali et Wootton, 2000). Ces fluctuations dépendraient entre autres, des migrations du plancton, des dérives du benthos, des cycles d'émergences, de la disponibilité et de l'abondance des proies qui sont liées aux paramètres abiotiques en l'occurrence la lumière, la température, la turbidité, l'eutrophisation, la modification de la structure de l'habitat, la pollution etc. (Ulyel *et al.*, 1991).

4-2-2- Activité alimentaire

Dans les études sur le régime alimentaire des poissons, il est important de considérer l'effet des saisons hydrologiques. En effet, le changement temporel des facteurs biotiques et abiotiques influencent fortement la disponibilité des proies ; d'où la variation saisonnière du régime alimentaire (Wootton, 1990). Dans cette étude, les valeurs du coefficient de réplétion sont généralement élevées en saisons sèches et faibles en saisons des pluies. Ces saisons correspondent d'une part, aux périodes de développement et de maturation des gamètes et d'autre part aux périodes d'émission et de repos sexuel de *Tylochromis jentinki*. Cette variation de l'activité alimentaire serait la conséquence des changements physiologiques qui interviennent pendant la période de reproduction (Mouny, 1998 ; Pallaoro *et al.*, 2006). La maturation des gonades est un processus métabolique impliquant des dépenses énergétiques qui inciteraient les poissons à se nourrir davantage. Ainsi, pendant la période de maturation et de pré-ponte (août à septembre et février à mars), *Tylochromis jentinki* se nourrit activement pour stocker de l'énergie nécessaire à la reproduction. La baisse d'activité alimentaire qui survient à la fin de la maturation et à la ponte serait due d'une part à la baisse des besoins énergétiques et à l'accumulation des réserves et d'autres part à la compression de l'estomac par les gonades matures (Joyeux, 1991). Chez *Gagata youssoufi* et chez *Oreochromis niloticus*, des études ont montré que la faible activité alimentaire coïncide exactement avec la période de ponte (Joader, 2007 ; Shalloof et Khalifa, 2009). Selon ces auteurs, au cours de cette période, la cavité abdominale est entièrement occupée par de volumineuses gonades matures, ce qui fait que les estomacs restent vides et de petite taille. Après la ponte, l'incubation buccale pratiquée par les femelles, ralentit considérablement l'activité alimentaire. Chez les mâles en revanche, cette baisse de l'activité alimentaire pendant la période de frai pourrait être en relation avec les tâches reproductives telles que la compétition intra-sexuelle et le soin parental. Selon Lévêque (1997), la femelle se concentre généralement sur les œufs ou les larves (incubation et oxygénation) tandis que le mâle assure la protection du territoire en repoussant les prédateurs. Par conséquent, ils mangent peu ou presque pas. Chez certaines espèces comme les Salmonidae, où des changements endogènes sont invoqués, on observe une diminution de l'appétit voire même une cessation complète de se nourrir pendant la période de reproduction (Link et Burnett, 2001).

4-2-3- Coefficient intestinal

Les résultats sur le coefficient intestinal (CI) et la relation longueur intestin-longueur standard ont permis de déterminer les rapports pouvant exister entre la morphologie du poisson, la longueur de son intestin et son régime alimentaire. Selon Rojas-Beltran (1989), l'intestin est plus long chez les herbivores, moyen chez les omnivores et plus court chez les carnivores. Chez les Cichlidae du lac Tanganyika, Fryer et Iles (1972) ont montré que les carnivores ont un CI moyen inférieur à 1,2 ; les omnivores, un CI compris entre 0,6 et 2,4 et les herbivores, un CI compris entre 1,6 et 7,9. Paugy (1994) dans une étude sur l'écologie des poissons du haut bassin du Sénégal, a défini les bornes suivantes : CI moyen < 0,85 correspond au régime alimentaire ichtyophage ; $0,32 < CI < 2,18$ = régime invertivore ; $4,71 < CI < 6,78$ = régime phytophage et $10 < CI < 17$ = régime limnivore. Dans la présente étude, le coefficient intestinal moyen calculé pour l'ensemble des échantillons est de $2,43 \pm 0,35$. Ce coefficient varie cependant au fur et à mesure que la taille des poissons augmente. Bien que des travaux aient démontré que chez différentes populations (Odum, 1970), voire au sein d'une même population (Sibly, 1981), la longueur relative de l'intestin varie avec un changement de régime alimentaire, *Tylochromis jentinki* peut être considéré comme un omnivore selon la classification de Fryer et Iles (1972).

4-2-4- Régime alimentaire

Le coefficient de vacuité calculé pour l'ensemble des échantillons est très élevé (56,81 %). Cette forte proportion d'estomacs vides observés durant la période d'échantillonnage pourrait être liée à l'engin de pêche. Peut être que certains poissons capturés juste après la pose des filets maillants étaient déjà en état de digestion avancée ; ce qui justifierait alors l'observation du taux élevé d'estomacs vides. Cela pourrait être aussi dû au temps de digestion des items proies, cette étude ayant révélé une intense activité nocturne de *Tylochromis jentinki*. Plusieurs spécimens qui ont été capturés tôt avaient probablement l'estomac vide ou peu rempli et l'augmentation de la dépense énergétique pour s'échapper aurait aussi contribué à accélérer la digestion ou provoquer la régurgitation des proies. Cette méthode de pêche aurait ainsi sous-estimé certaines catégories de proies faciles à digérer. Des observations similaires ont été rapportées chez *Salmo salar* (Nadon, 1991). Cependant, cette hypothèse impliquerait qu'on retrouve plus d'individus à divers stades de digestion que

d'individus avec l'estomac vide. Ce qui n'est pas le cas. Il est probable que le coefficient de vacuité relativement important de *Tylochromis jentinki* soit le fait d'une adaptation à la consommation d'une nourriture de grande taille et de forte valeur énergétique, comme cela a été supposé pour certaines espèces ichthyophages (Arrington *et al.*, 2002). Le suivi saisonnier de ce coefficient montre que le rythme d'alimentation serait plutôt lié à une baisse de l'activité trophique en période de reproduction qu'à la disponibilité des proies. En effet, l'étude de la reproduction de *T. jentinki* a montré que la période de ponte se déroule d'octobre à décembre. Or, le coefficient de vacuité atteint son maximum entre novembre et janvier et son minimum en mars et septembre. Ce qui s'explique par la tendance de ce poisson à se nourrir davantage avant la période de ponte pour mener à terme le développement des gonades, et après cette ponte de récupérer de l'énergie et se préparer pour le prochain cycle de reproduction. Dans ce même ordre, Pallaoro *et al.* (2006) ont montré que les changements physiologiques dus à la reproduction affectent considérablement le comportement alimentaire de plusieurs espèces de poissons. D'autres causes sont les températures élevées à cette période, qui peuvent engendrer l'augmentation du transit gastrique (Boet, 1980), et les faibles concentrations en oxygène dissous au fond, qui peuvent priver le poisson d'invertébrés benthiques (Jamet et Nair, 1991).

Dans la littérature, Lauzanne (1977) a montré que *Tylochromis jentinki* dans les bassins du Tchad est un benthophage à tendance malacophage. Cependant, la diversité des items proies rencontrées dans le régime alimentaire suppose que *T. jentinki* peut consommer une large gamme de ressources alimentaires. En effet, les résultats montrent que cette espèce se nourrit principalement de mollusques, d'insectes benthiques et de plantes terrestres. La présence quasi permanente de grains de sable dans la plupart des estomacs examinés des juvéniles et des adultes semble étroitement liée à leur éthologie benthique. Cette présence de sable montre que cette espèce se nourrit généralement sur le fond et peut capturer des organismes enfouis dans la vase confirmant ainsi la réputation de poisson fouisseur que lui donnent les pêcheurs. Aussi, sa bouche, légèrement protractile avec des dents externes fortes lui permettant de fouiller cette vase, semble-t-elle bien adaptée à ce mode d'alimentation. Ce comportement alimentaire benthique a déjà été observé par Amon-Kothias (1982) chez les adultes de *T. jentinki* dans la lagune Ébrié.

Nos résultats ont montré que l'importance quantitative des deux principaux groupes de proies (insectes et mollusques) varie en fonction de la taille. Les juvéniles ($LS < 97$ mm) consomment essentiellement les insectes benthiques. En revanche, les subadultes ($97 \text{ mm} < LS < 122$ mm) et les adultes ($LS > 122$ mm) ont un régime alimentaire diversifié, composé de

mollusques, d'insectes, de zooplancton et de plantes terrestres. Au fur et à mesure que la taille de *Tylochromis jentinki* augmente, elle privilégie la prise de proies de plus en plus grandes. Cette différence ontogénétique dans les habitudes alimentaires n'est pas spécifique à cette espèce puisque de nombreux cas ont déjà été rapportés chez les poissons (Amara *et al.*, 2001 ; Schafer *et al.*, 2002 ; Šantić *et al.*, 2005). Selon Wootton (1990), une simple modification morphologique et anatomique de l'appareil digestif (bouche, dents, boyau) entraîne un profond changement dans le comportement alimentaire des espèces. Par exemple, la largeur et l'ouverture de la bouche qui sont intimement liées à la taille des poissons, leurs permettent de capturer une vaste gamme de taille et de type de proies (Stoner, 1980 ; Diétoa, 2002 ; Pasquaud *et al.*, 2004). Pour Werner (1986), ces changements ontogénétiques impliquent presque toujours le choix de proies de grande taille susceptibles de fournir le maximum d'énergie aux prédateurs pour l'accomplissement des fonctions de croissance et de reproduction. Pour la couverture de ces besoins énergétiques, la recherche et la collecte de petites proies par les individus adultes s'avèrent plus coûteuses que celles de plus grande taille (Bouchereau et Guelorget, 1999).

Nos résultats ont mis en évidence une variation spatio-temporelle du régime alimentaire de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié. En ce qui concerne l'espace, le régime alimentaire varie en fonction des stations qui sont pourtant très proches géographiquement. Une pareille situation pourrait s'expliquer par le fait que ces stations connaissent des variations bio-écologiques dues aux caractéristiques physico-chimiques de l'eau (Durand et Skubich, 1982). En effet, la constante communication avec l'Océan Atlantique procure au secteur IV (Layo), plus proche du canal de Vridi, des caractéristiques estuariennes typiques avec un gradient de salinité très marqué (Durand et Guiral, 1994). Selon Durand et Skubich (1982), la salinité enregistrée diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne du fleuve Comoé et du canal de Vridi. Des valeurs annuelles stables de 0 à 3 ‰ ont été obtenues dans le secteur VI (Gboyó), ce qui créerait des conditions favorables à la prolifération des insectes justifiant leur abondance dans le régime de cette espèce toute l'année. Les changements du régime alimentaire de cette espèce sont donc liés à la sélectivité des proies, à la structure et à la disponibilité des communautés. De nombreux auteurs ont montré que les espèces tendent à optimiser leur comportement face aux contraintes auxquelles elles sont soumises (Glasser, 1984 ; Krebs et McCleery, 1984). Une raréfaction des ressources trophiques contraint les fousseurs comme *T. jentinki* à diversifier leur régime alimentaire. Ainsi la consommation voire la sélection des proies par ces poissons résulteraient d'un

compromis entre les contraintes physiques et biologiques d'une part, et de l'utilisation des proies énergiquement rentables d'autre part (Hughes et Burrows, 1991 ; Durou *et al.*, 2001).

En ce qui concerne la saison, les résultats montrent qu'il n'y a pas de changement radical du régime alimentaire entre les deux saisons mais plutôt une augmentation plus ou moins considérable de la part des plantes terrestres et des insectes en saison de pluies dans les stations de Layo et d'Ahua. En effet, dans ces stations, les mollusques qui constituent les proies principales de cette espèce en saison sèche voient leur importance relative baisser en saison des pluies, et cela au profit des insectes notamment *Chironomini* sp. et les plantes terrestres. Ce nombre élevé d'items serait dû à la remontée du niveau d'eau qui met à la disposition des poissons un grand nombre d'aliments. Ainsi, d'une saison à l'autre, les variations du régime alimentaire seraient intimement liées à la disponibilité des proies. En effet, l'espèce la plus consommée (*Corbula trigona*) a une aire de répartition très étendue, occupant toute la lagune Ébrié (Binder, 1968 ; Zabi, 1993). La baisse de la salinité due aussi bien aux crues du fleuve Comoé et de la rivière Agnébi qu'aux précipitations crée des conditions climatiques favorables à la prolifération des insectes, ce qui augmenterait leur nombre dans l'alimentation de *Tylochromis Lentini*. Aussi, la présence dans le régime alimentaire de plantes terrestres à des quantités appréciables pourrait-elle s'expliquer par la débouchée en lagune de la rivière Agnébi qui regorge une quantité importante de fruits et de débris végétaux en saison des pluies (Dolumbia, 2003). Les débris végétaux consommés sont des jeunes pousses que les poissons broutent en surface pendant la montée des eaux en saison des pluies (Lauzanne, 1977).

Les résultats de la variation spatio-temporelle du régime alimentaire montrent donc une certaine plasticité du régime alimentaire de *Tylochromis jentinki* et son adaptabilité aux conditions prévalant aux différentes stations. *Tylochromis jentinki* présente un comportement alimentaire de type opportuniste adaptant son régime en fonction de la disponibilité et de l'abondance des proies dans le milieu. Parmi les facteurs qui influencent la disponibilité des proies, il faut citer la biologie des espèces proies ainsi que les rapports écologiques entre ces différentes espèces proies (Kouamélan *et al.*, 2000). Toutefois, quelles que soient la station d'étude et la saison d'échantillonnage, l'espèce peut toujours être classée parmi les omnivores à tendance benthophage.

CONCLUSION GÉNÉRALE

L'ensemble de ce travail a permis de contribuer aux connaissances sur les paramètres de populations, sur les différents aspects de la biologie de reproduction et de l'écologie alimentaire de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié. Elle a permis également d'étudier la variation de l'activité alimentaire en relation avec la reproduction.

D'une manière générale, cette étude a montré une variation saisonnière des paramètres abiotiques au niveau des stations à l'exception de la température, de la transparence et de la conductivité. En ce qui concerne la température, les eaux sont restées toujours chaudes (26,3-30,6°C) toute l'année. Les variations saisonnières ont été faibles au niveau de chaque station et les moyennes mensuelles ont varié au maximum de 3 à 4 °C. Le pH, la salinité et la conductivité enregistrés à Layo sont plus élevés que ceux des autres stations. Les teneurs en oxygène dissous en surface montrent que les eaux de ces secteurs restent oxygénées toute l'année. Cependant, on note des valeurs élevées d'une part entre juillet et septembre et entre décembre et février d'autre part. Pour ce qui est de la transparence, les valeurs enregistrées ont été maximales entre mars et mai où elles atteignent 90 à 120 cm. Elles diminuent fortement de juin à novembre sous l'influence de divers apports d'eau douce. Par ailleurs, la transparence est plus élevée (66,5-198,0 cm) dans le secteur V (Ahua) que dans les autres secteurs (Layo et Gboyo) où des valeurs ne dépassant généralement pas 100 cm ont été enregistrées.

La relation liant la masse à la longueur standard, chez l'ensemble des spécimens étudiés, est une relation de la forme de type puissance. On a pu établir que l'évolution de la masse de *T. jentinki* en fonction de la longueur standard est isométrique. La croissance de *T. jentinki* durant sa première année de vie est très rapide. Au terme de cette première année de vie, cette espèce atteint une longueur de 14,18 cm. Sa longévité est moins longue (4,5 ans) et ses paramètres de croissance ($L_{\infty} = 25 \text{ cm}$; $K = 0,67 \text{ an}^{-1}$; $t_0 = -0,28 \text{ an}^{-1}$) nous ont permis d'estimer la mortalité naturelle et par pêche à $1,45 \text{ an}^{-1}$ et $0,93 \text{ an}^{-1}$ respectivement. Ces résultats ont montré que le stock de *T. jentinki* serait sous-exploité dans la lagune Ébrié.

En ce qui concerne la reproduction, la sex-ratio observée chez *T. jentinki* montre une dominance des femelles avec des variations saisonnières en fonction des stations d'échantillonnage. La taille de première maturité sexuelle (L_{50}) est de 118 et 126 mm (LS) respectivement chez les mâles et les femelles. Les spécimens de Layo atteignent la maturité sexuelle plus tardivement que ceux d'Ahua et de Gboyo. La période de reproduction s'étend d'août à décembre avec une ponte principale en novembre. Celle-ci semble déclenchée par la baisse simultanée de la température des eaux et de la salinité due à la saison des pluies (avril)

et aux crues (octobre-novembre) dans la lagune Ébrié. L'augmentation du rapport gonadosomatique entre février et mars indique qu'il existe des femelles en maturation avancée susceptibles de pondre. Au cours de la période de maturation des ovaires, cette espèce se nourrit activement pour produire et stocker de l'énergie nécessaire à la reproduction. D'où l'augmentation du rapport hépatosomatique et du facteur de condition au cours de cette période. En revanche, pendant la période de ponte, la consommation d'aliments baisse et les réserves sont utilisées pour les besoins énergétiques, ce qui se traduit par une diminution du rapport hépatosomatique et du facteur de condition. La fécondité absolue de *Tylochromis jentinki* varie de 105 à 465 ovocytes pour des femelles de taille comprises entre 114 et 230 mm (LS). La fécondité absolue est positivement corrélée à la longueur standard des femelles tandis que la fécondité relative décroît linéairement avec la longueur standard. Le diamètre ovocytaire moyen avant la ponte est de $5,51 \pm 0,27$ mm.

En ce qui concerne les stratégies alimentaires, les résultats obtenus à partir du coefficient de réplétion stomacal journalier ont montré une activité alimentaire intense durant la nuit. Le régime alimentaire général est essentiellement composé d'invertébrés benthiques, surtout de mollusques, de larves de Chironomidae et de plantes terrestres. Dans les stations de Layo et d'Ahua, les mollusques constituent la base du régime alimentaire de cette espèce. En revanche, à Gboyo, les insectes notamment les larves de Chironomidae sont préférentiellement consommées. Les juvéniles (LS < 97 mm) ont un régime alimentaire à tendance insectivore tandis que les subadultes (97 < LS < 122 mm) les adultes (LS > 122 mm) ont une alimentation diversifiée comportant une proportion importante de mollusques, d'insectes, de zooplancton et de plantes terrestres. Dans ces trois groupes (juvéniles, subadultes et adultes), *Corbula trigona* (mollusque) et *Chironomini* sp. (Chironomidae) constituent les espèces les plus consommées. Les résultats ont également montré qu'il n'y a pas de changement radical du régime alimentaire d'une saison hydrologique à l'autre. Toutefois, on note une augmentation plus ou moins considérable de la part des plantes terrestres et des insectes en saison de pluies dans les stations de Layo et d'Ahua et ceci, aussi bien chez les juvéniles que chez les subadultes et les adultes. Cette espèce présente un comportement alimentaire de type opportuniste adaptant son régime en fonction des disponibilités et des abondances des proies dans le milieu.

Cependant, si ce travail nous a apporté plusieurs éléments d'appréciation sur la biologie de la reproduction et l'écologie alimentaire, beaucoup d'aspects manquent encore pour envisager reconstituer le cycle de l'espèce en captivité ou, en cas de besoin, assurer une

gestion rationnelle des populations. Au plan de la recherche bio-écologique, plusieurs axes d'étude complémentaires se dégagent.

L'étude des paramètres de populations a montré que le stock de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié est sous-exploité. Néanmoins, au vu des résultats sur la biologie de la reproduction, cette espèce est vulnérable parce qu'elle pratique l'incubation buccale. La capture des femelles matures pendant la période de reproduction entraîne une importante destruction des œufs et des alevins. Il serait donc souhaitable d'interdire la pêche entre octobre et décembre.

Le taux de croissance que nous avons estimé devrait être confirmé par des études de marquage-recapture, et cela à différentes saisons de l'année et dans la mesure du possible, dans différents secteurs de la lagune Ébrié.

L'acquisition d'une connaissance approfondie de la biologie de reproduction de cette espèce nécessite des études menées conjointement dans les lagunes et dans les principales rivières afin de compléter les résultats obtenus dans ce travail.

Il serait également intéressant de caractériser, au moyen des méthodes d'élevage expérimental, les performances de croissance, d'alimentation et de reproduction de cette espèce.

Pour améliorer le pouvoir prédictif des modèles relatifs à la théorie du Régime Alimentaire Optimal, notamment pour les prédateurs consommant des proies mobiles, il est nécessaire d'étudier la variabilité du régime alimentaire de ces poissons, de comprendre les interactions entre leurs traits et ceux de leurs proies, et de déterminer l'importance relative des facteurs abiotiques et biotiques dans les mécanismes de sélection des proies.

Dans ce cadre, l'étude du régime alimentaire d'une espèce au comportement très opportuniste, consommant des proies d'origine et de nature très différentes, s'avère limitée si elle reste sur un plan strictement taxonomique. En effet, l'étude aboutit logiquement à l'observation d'une très forte variabilité (1) de la nature des proies consommées ; et (2) des stratégies alimentaires adoptées par les individus. C'est ainsi le cas pour *Tylochromis jentinki*, dont la composition des bols alimentaires et la nature des proies sélectionnées ont considérablement varié au cours de cette étude. Ces résultats sont cohérents avec les observations des travaux antérieurs sur le régime alimentaire de cette espèce, mais ne permettent pas de comprendre les mécanismes qui engendrent une telle diversité de comportements et/ou de préférences alimentaires.

L'analyse des caractéristiques de l'habitat et des ressources trophiques correspondantes (abondance et nature des proies potentielles disponibles), pourrait permettre de comprendre les variations de quantité de proies consommées et de stratégies alimentaires adoptées par cette espèce.

Aussi, avant d'étudier le régime alimentaire de *T. jentinki*, une analyse du déplacement et du comportement des individus dans le milieu, par radio-pistage ou observation visuelle devrait permettre : (1) de voir les biotopes recherchés par l'espèce et ses périodes de mobilité ; et (2) de déterminer l'origine des ressources trophiques utilisées (benthos, dérive) et de faire le lien avec la disponibilité et les caractéristiques de ces dernières.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abdel-Aziz N.E. & Gharib S.M., 2007. Food and feeding habits of round Sardinella (*Sardinella aurita*) in El-Mex Bay, Alexandria, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 33: 202-221.
- Agnès F., 1998. Genetic and aquaculture in Africa. OSTORM, Paris, 326 p.
- Agresti A., 1996. An introduction to categorical data analysis. Wiley, New York, 290 p.
- Ahmed M., 1997. Du poisson pour les populations démunies dans le contexte d'une demande mondiale croissante et de régimes de pêche changeants. *Naga, The Iclarm Quarterly*, Supplement: 88-93.
- Alabaster J.S. & Robertson K.G., 1961. The effect of diurnal changes in temperature, dissolved oxygen and illumination on the behaviour of roach (*Rutilus rutilus* L.), bream (*Abramis brama* L.) and perch (*Perca fluviatilis* L.). *Animal Behaviour*, 9: 187-192.
- Albaret J.J. 1982. Reproduction et fécondité des poissons d'eau douce de Côte d'Ivoire. *Revue d'Hydrobiologie tropicale* 15 (4): 347-371.
- Albaret J.J., 1994. Les poissons : Biologie et peuplements. In : Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II. Les milieux lagunaires (Durand, J.R., Dufour, P., Guiral, D. & Zabi, S.G.F., eds). ORSTOM, Paris : 239-279.
- Albaret J.J. & Laë R., 2003. Impact of fish assemblage in tropical lagoons: the example of the Ébrié lagoon, West Africa. *Aquatic Living Resources*, 16 (1): 1-9.
- Ali M. & Wootton R.J., 2000. Variation in rates of food consumption and evidence for compensatory responses in the three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L. in relation to growth and reproduction. *Ecology of Freshwater Fish*, 9: 103-108.
- Alm G., 1959. Connection between maturity, size and age in fishes. *Report of the Institute of Freshwater Research*, Drottningholm, 40: 5-145.
- Amara R., Laffargue P., Dewarumez J.M, Maryniak C., Lagardère F. & Luczac C., 2001. Feeding ecology and growth of 0-group flatfish (sole, dab and plaice) on a nursery ground (Southern bight of the North Sea). *Journal of Fish Biology*, 58: 788-803.
- Amon-Kothias J.B., 1982. Biologie, écologie et pêche de *Tylochromis jentinki jentinki* (Cichlidae) en lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). Thèse de 3^{ème} cycle, Univ. Bretagne Occidentale, 156 p.
- Arfi R., Pagano M. & Saint-Jean L., 1987. Communautés zooplanctoniques dans une lagune tropicale (la lagune Ébrié, Côte d'Ivoire). *Revue d'Hydrobiologie tropicale*, 20: 21-35.

- Arfi R., Guiral D. & Torreton J.P., 1989. Cycle hydrologique annuel d'une baie eutrophe : la baie de Biétri (lagune Ébrié, Côte d'Ivoire). *Revue d'Hydrobiologie tropicale*, 22 : 263-273.
- Aronson L.R., 1957. Reproductive and parental behaviour. *In: The physiology of fishes* (Margaret E.B., ed.), Academic Press INC., Publisher, New York: 271-302.
- Arrington D.A., Winemiller K.O., Loftus W.F. & Akin S., 2002. How often do fishes run on empty? *Ecology*, 83 (8): 2145-2151.
- Bagenal T.B., 1969. The relationship between food supply and fecundity in brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Fish Biology*, 1: 167-182.
- Bagenal T.B., 1978. Aspect of fish fecundity. *In: Ecology of freshwater fish production* (Gerking S. D., ed.). Blackwell Scientific Publication, Oxford: 75-101.
- Baijot E. & Moreau J., 1997. Biology and demographic status of the main fish species in the reservoirs of Burkina Faso. *In: Hydrological aspects of fisheries in small reservoirs in the Sahel Region* (Baijot E., Moreau J., Barry J. & Bouda S., eds). Technical Centre for Agricultural and Rural cooperation, Commission of the European Communities, Wageningen, Netherlands: 79-109.
- Baijot E., Moreau J. & Bouda S., 1994. Aspects hydrobiologiques et piscicoles des retenues en zone soudano-sahélienne. CTA, Wageningen. 250 p.
- Balon, E.K., 1975. Reproductive guilds of fishes: a proposal and definition. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 32: 821-864.
- Balon E.K., 1981. Additions and amendments to the classification of reproductive styles in fishes. *Environmental Biology of Fishes*, 6 (3/4) : 377-389.
- Balon E.K., 1991. Probable evolution of the coelacanth's reproductive style: lecithotrophy and orally feeding embryos in cichlid fishes and in *Latimeria chalumnae*. *Environmental Biology of Fishes*, 32: 249-265.
- Banda M.C., 1992. Age and growth parameters of the Chambo (*Oreochromis* spp.) in the southeast arm of Lake Malawi, as determined from opercular bones. GOM/UNDP/FAO Chambo Fisheries Research Project, Malawi. FI: DP/MLW/86/013, Field Document 20, 31 p.
- Baras E. & Lalèyè P., 2003. Ecology and behaviour of catfishes. *In: Catfishes* (Arratia G., Kapoor B.G., Chardon M & Diogo R., eds). Science Publishers, Inc; Enfield, NH (USA): 525-579.
- Barbault R., 1997. Ecologie générale : structure et fonctionnement de la biosphère. MASSON, Paris : 84-91.

- Baroiller J.F. & Jalabert B., 1989. Contribution of research in reproductive physiology to the culture of tilapias. *Aquatic Living Resources*, 2: 105-116.
- Belghyti D., 1990. Poissons pleuronectiformes des côtes atlantiques marocaines (Casablanca) : Biologie et parasitisme de *Citharus linguatula* et *Dicologlossa cuneata*. Thèse de Doctorat 3^e cycle, Univ. Mohamed V, 226 p.
- Bénech V. & Quinsière J., 1985. Stratégie de reproduction des poissons du Tchad en période de « Tchad normal » (1966-1971). *Revue d'Hydrobiologie tropicale*, 18 (3) : 227-244.
- Bernabé G., 1991. Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture. Lavoisier-TEC et DOC, Paris : 500 p.
- Beverton R.J.H. & Holt S.C., 1957. On the dynamics of exploited fish populations. *Fishery investigations*, 2 (3), 533 pp.
- Binder E., 1968. Répartition des mollusques dans la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). ORSTOM, Paris, *Série Hydrobiologie*, 2 (3-4): 3-14.
- Blake C. & Blake B.F., 1978. The use of opercula bones in the study of age and growth in *Labeo senegalensis* from Lake Kainji, Nigeria. *Journal of Fish Biology*, 13: 287-295.
- Bloundi M.K., 2005. Etude géochimique de la lagune de Nador (Maroc oriental): Impacts des facteurs anthropiques. Thèse de Doctorat, Univ. Mohamed V-Agdal, 210 p.
- Boet P.H., 1980. L'alimentation du poisson chat (*Ictalurus melas*) dans le lac de Créteil. *Annale de Limnologie*, 16 (3) : 255-270.
- Bouchereau J.L. & Guelorget O., 1999. Régime alimentaire de deux Gobiidés (Pisces, Teleostei) sympatriques *Gobius buchichi* et *Millerigobius macrocephalus* des Bouches de Bonifacio. *Cahier de Biologie Marine*, 40: 263-271.
- Bougis P., 1952. Recherches biométriques sur les rougets (*Mullus barbatus* L., *Mullus surmuletus* L.). *Archives de Zoologie Expérimentale et Générale*, 89 (2): 57-174.
- Boujard T., 1992. Space-time organization of riverine fish communities in French Guyana. *Biology of Fisheries*, 34 (2): 235-246.
- Boujard T., 1999. Les rythmes circadiens d'alimentation chez les téléostéens. *Cybium*, 23 : 89-112.
- Brooks D.R., Mayden R.L. & McLennan D.A., 1992. Phylogeny and biodiversity: conserving our evolutionary legacy. *Trends in Ecology and Evolution*, 7 (2): 55-59.
- Bruton M.N., 1990. Trends in the life-history styles of vertebrates: an introduction to the second ALHS volume. *Environmental Biology of Fishes*, 28: 7-16.
- Bruton M.N. 1996. Alternative life-history strategies of catfishes. *Aquatic Living Resources*, 9 (Hors série): 35-41.

- Bwanika G.N., Chapman L.J., Kizito Y. & Balirwa J., 2006. Cascading effects of introduced Nile perch (*Lates niloticus*) on the foraging ecology of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Ecology of Freshwater Fish*, 15: 40-481.
- Caumette P., 1985. Développement des bactéries phototrophes et des bactéries sulphato-réductrices dans les lagunes peu profondes et des lagunes stratifiées. Etude de leur rôle dans le cycle du soufre et dans la production de biomasse. Thèse d'Etat, Univ. Aix-Marseille II, 175 p.
- Chakroun-Marzouk N. & Ktari M.H., 2003. Le corb des côtes tunisiennes, *Sciaena umbra* (Sciaenidae) : cycle sexuel, âge et croissance. *Cybiurn*, 27 (3) : 211-225.
- Commission européenne, 2006. Profil Environnemental de la Côte d'Ivoire. Rapport final du Consortium AGRIFOR Consult, 128 p.
- Coward K. & Bromage N.R., 1999. Spawning frequency, fecundity, egg size and ovarian histology in groups of *Tilapia zillii* maintained upon two distinct food ration sizes from first-feed to sexual maturity. *Aquatic Living Resources*, 12: 11-22.
- Croy M.I. & Hughes R.N., 1991. The role of learning and memory in the feeding behaviour of the fifteen-spined stickleback, *Spinachia spinachia* L. *Animal Behaviour*, 41: 149-159.
- Csirke J., 1988. Small shoaling pelagic fish stocks. In: Fish population dynamics: the implications for management (Gulland J.A., ed.). Wiley, New York: 271-302.
- Daget J., 1976. Dynamique des populations de poissons. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 40 (3/4) : 425-434.
- Daget J., 1994. Aperçu historique sur l'ichtyofaune africaine. In : Diversité biologique des poissons des eaux douces et saumâtres de l'Afrique (Teugels G.G., Guegan J.F. & Albaret J.J., eds). *Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale*, 275 : 17-19.
- Daget J. & Le Guen J.C., 1975. Les critères d'âge chez les poissons. In : Problèmes d'écologie; la démographie des populations de Vertébrés (Lamotte M. & Bourlière F., eds). Masson, Paris : 253-289.
- Dejoux C., Elouard J.M. & Maslin J.L., 1981. Catalogue iconographique des insectes aquatiques de la Côte d'Ivoire. ORSTOM, Paris, 42, 178 p.
- Delahaunty G. & De Vlaming V.L., 1980. Seasonal relationships of ovary weight, liver weight and fat stores with body weight in gold fish *Carassius auratus* (L). *Journal of Fish Biology*, 16: 5-13.
- De Martini E.E., 1991. Annual variations in fecundity, egg size and the gonadal and somatic conditions of queen fish *Seriphus politus* (Sciaenidae). *Fishery Bulletin*, 89: 9-18.

- Déniel C., Le Blanc C. & Rodriguez A., 1989. Comparative study of sexual cycles, oogenesis and spawning of two Soleidae *Solea lascaris* and *S. impar* on Western coast of Britany. *Journal of Fish Biology*, 35: 49-58.
- De Merona B., Hecht T. & Moreau J., 1988. Croissance des poissons d'eau douce africains. *In: Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains.* (Lévêque C., Bruton M.N. & Ssentongo G.W., eds). ORSTOM, Paris : 191-219.
- De Pirro M., Marchetti G.M. & Chelazzi G., 1999. Foraging interactions among three benthic fish in a *Posidonia oceanica* reef lagoon along the Tyrrhenian Coast. *Journal of Fish Biology*, 54 : 1300-1309.
- Derbal F. & Kara M.H., 2007. Régime alimentaire du corb *Sciaena umbra* (Sciaenidae) des côtes de l'est algérien. *Cybium*, 31 (2) : 189-197.
- De Silva S.S., Moreau J. & Senaratne K.A.D.W., 1988. Growth of *Oreochromis mossambicus* (Pisces, Cichlidae) as evidence of its adaptability to Sri Lankan reservoirs. *Asian Fisheries Science*, 2: 147-156.
- Dia A.K., 1975. Détermination de l'âge des machoirons (*Chrysichthys nigrodigitatus*). Première estimation de la croissance. Document Scientifique du Centre de Recherches Océanographiques Abidjan, 6 (2) : 139-151.
- Diétoa Y.M., 2002. Entomofaune et stratégies alimentaires des poissons du genre *Brycinus* (Characidae) en milieu fluviale et lacustre (Bassins Bia et Agnébi ; Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Univ. Abobo-Adjamé, 268 p.
- Dineen C.F., 1951. A comparative study of the food habits of *Cottus bairdii* and associated species of Salmonidae. *American Midland Naturalist*, 46: 640-645.
- Doumbia L., 2003. Variation spatio-temporelle des peuplements et stratégies alimentaires de deux poissons-chats africains: *Schilbe mandibularis* (Günther, 1867) et *Schilbe intermedius* (Rüppel, 1832) (Bassins Bia et Agnébi ; Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Univ. Abobo-Adjamé, 189 p.
- Dufour P., 1984. Production primaire d'une lagune tropicale (Ébrié, Côte d'Ivoire). Facteurs naturels et anthropiques. Tome I. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Paris VI, 160 p.
- Dufour P., 1994. Du biotope à la biocénose. *In : Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire.* Tome II- Les milieux lagunaires (Durand, J.R., Dufour, P., Guiral, D. & Zabi, S.G.F., eds). ORSTOM, Paris : 93-108.
- 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, Univ. Bretagne Occidentale, 135 p.
- Duponchelle F. & Legendre M., 2001. Rapid phenotypic changes of reproductive traits in response to experimental modifications of spatial structure in Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*. *Aquatic Living Resources*, 14: 145-152.
- Duponchelle F. & Panfili J., 1998. Variations in age and size at maturity of female tilapia, *Oreochromis niloticus*, populations from man-made lakes of Côte d'Ivoire. *Environmental Biology of Fishes*, 52: 453-465.
- Duponchelle F., Pouyaud L. & Legendre M., 1998. Evidence of environmental effects on reproductive characteristics of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) populations from man-made lakes of Ivory Coast. *Aquatic Living Resources*, 3 : 137-144.
- Durand J.R., Amon-Kothias J.B., Ecoutin J.M., Gerlotto F., Hié Daré J.P. & Laë R., 1978. Statistiques de pêche en lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Document Scientifique du Centre de Recherches Océanographiques* Abidjan, 9 (2) : 67-114.
- Durand J.R. & Chantraine J.M., 1982. L'environnement climatique des lagunes ivoiriennes. *Revue d'Hydrobiologie tropicale*, 15 (2) : 25-113.
- Durand J.R. & Guiral D., 1994. Hydroclimat et hydrochimie, pp. 129-136. In : Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II. Les milieux lagunaires (Durand, J.R., Dufour, P., Guiral, D. & Zabi, S.G.F., eds). ORSTOM, Paris.
- Durand J.R. & Skubich M., 1982. Les lagunes ivoiriennes. *Aquaculture*, 27 : 211-250.
- Durou S., Lauga J & Dejean A., 2001. Intensive food searching in humid patches: adaptation of a myrmicine ant to environmental constraints. *Behaviour*, 138: 251-259.
- Eldin M., 1971. Le climat. In : Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. ORSTOM, Paris, 50 : 73-108.
- Fagade S.O., 1979. Observations of the biology of two species of *Tilapia* from the Lagos lagoon, Nigeria. *Bulletin IFAN*, A3: 627-653.
- FAO., 2007. The state of world fisheries and aquaculture. FAO, Rome, Italy: 3-52.
- Feldman A.C. & Savitz J., 1999. Influence of prey behavior on selective predation by lake trout (*Salvelinus namaycush*) under laboratory conditions. *Journal of Freshwater Ecology*, 14: 399-405.
- Fermond Y., 1996. Les *Haplochromis* spp. (Teleostei, Cichlidae) des zones rocheuses du Mwanza Gulf, lac Victoria, Tanzanie: Structures des communautés et écomorphologies. Thèse de Doctorat. Laboratoire d'Ichtyologie Générale et Appliquée, Muséum National d'Histoire Naturelle. ORSTOM, Paris, 270 p.

- Fishelson L., 1966. Cichlidae of the genus *Tilapia* in Israel. *Bramidgeh*, 18: 67-80.
- Fletcher D.J., 1984. The physiological control of appetite in fish. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 78A: 617-628.
- Fox M.G. & Crivelli A.J., 2001. Life history traits of pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) populations introduced into warm thermal environments. *Archiv Für Hydrobiologie*, 150: 561-580.
- Francis A. & Sikoki F.D., 2007. Growth coefficient of fish species within the Andoni River, Niger Delta, Nigeria and their aquaculture implications. *Journal of Fisheries International*, 2 (1): 22-26.
- Frankiewicz P., Dabrowski K. & Zalewski M., 1996. Mechanism of establishing bimodality in a size distribution of age-0 pikeperch, *Stizostedion lucioperca* (L.) in the Sulejow Reservoir (central Poland). *Hydrobiologia*, 409: 47-55.
- Fritsch M., 2005. Traits Biologiques et exploitation du Bar commun *Dicentrarchus labrax* (L.) dans les pêcheries françaises de la Manche et du Golfe de Gascogne. Thèse de Doctorat, Univ. Bretagne Occidentale, 314 p.
- Fryer G. & Iles D., 1972. The cichlid fishes of the great lakes of Africa. Their biology and evolution. Oliver and Boyd, Edinburgh, 641 p.
- Garcia S. & Demetropoulos A., 1986. L'aménagement de la pêche à Chypre. FAO. *Document Scientifique de Pêche*, 250, 43 p.
- Gaujous D., 1998. La pollution des milieux aquatiques. Technique et Documentation Lavoisier, 217 p.
- Gayanilo F.C.Jr., Sparre P. & Pauly D., 1996: FAO-ICLARM stock assessment tools (FiSAT) User's Guide. *FAO Computerized Information Series* (Fisheries), 8, 126.
- Gerlotto F., Hem S. & Briet R., 1976. Statistiques de pêche en lagune Ébrié. Centre de Recherches océanographiques, Abidjan. *Série statistique*, 2 : 1-27.
- Ghorbel M., Jarboui O., Bradai M.N. & Bouain A., 1996. Détermination de la taille de première maturité sexuelle par une fonction logistique chez *Limanda limanda*, *Pagellus erythrinus* et *Scorpaena porcus*. *Bulletin INSTM*, numéro special, 3: 24-27.
- Glasser J.W., 1984. Evolution of efficiencies and strategies of resource exploitation. *Ecology*, 65: 1570-1578.
- Glasser F., 2003. Influence des facteurs externes sur la reproduction de la carpe herbivore (*Ctenopharyngodon idella*) en zone tropicale: une approche descriptive et expérimentale. Thèse de Doctorat, Univ. Rennes 1, 187 p.

- Gnohossou P.M., 2006. La faune benthique d'une lagune ouest africaine (le lac Nokoué au Bénin), diversité, abondance, variations temporelles et spatiales, place dans la chaîne trophique. Thèse de Doctorat, Institut National Polytechnique de Toulouse, 151 p.
- Gold C., 2002. Etude des effets de la pollution métallique (Cd/Zn) sur la structure des communautés de diatomées périphtiques des cours d'eau. Approches expérimentales in situ et en laboratoire. Thèse de Doctorat, Univ. Bordeaux I, 175 p.
- Goto A., 1990. Alternative life-history styles of Japanese freshwater sculpins revisited. *Environmental Biology of Fishes*, 28: 101-112.
- Gourène G., Teugels G.G., Hugueny B. & Thys van den Audernaerde D.F.E., 1999. Evaluation de la diversité ichthyologique d'un bassin ouest africain après la construction d'un barrage. *Cybium*, 23 (2) : 147-160.
- Gray A. E., Mulligan T. J. & Hannah R. W., 1997. Food habit, occurrence and population structure of the bat ray, *Myliobatis californica*, in Humboldt Bay, California. *Environmental Biology of Fishes*, 49: 227-238.
- Griffith J.S., 1977. Growth of the Cichlid fish *Tylochromis bangwelensis* in Lake Bangweulu, Zambia. *Transactions of the American Fisheries Society*, 106 (2): 146-150.
- Guillaume J.L. & Adjanohoun E., 1971. La végétation de la Côte d'Ivoire. Dans: Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. ORSTOM, Paris, 50: 156-232.
- Guillaume J., Kaushik S., Bergot P. & Métailler R., 1999. Nutrition et alimentation des poissons et crustacés. INRA, 489 p.
- Guiral D., Albaret J.J., Baran E., Bertrand F., Debenay J.P., Diouf P.S., Guillou J.J., Loeff P., Montoroi J.P. & Sow M., 1999. Les écosystèmes à mangrove. In : *Rivières du Sud* (Comier-Salem M.-C., ed.). ORSTOM, Paris: 63-130.
- Gulland J.A., 1969. Manual of methods for fish stock assessment. I. Fish population analysis. *FAO Management and Fisheries Science*, 4, 154 p.
- Gulland J.A., 1971. The fish resources of the oceans. West Byfleet, surrey. Fishing News (Books) Ltd., for FAO, 255 p.
- Gunnarsson Á., Hjörleifsson E., Thórarinsson K. & Marteinsdóttir G., 2006. Growth, maturity and fecundity of wolffish *Anarhichas lupus* L. in Icelandic waters. *Journal of Fish Biology*, 68: 1158-1176.
- Hart P.B.J., 1986. Foraging in teleost fishes. In: The behaviour of teleost fishes (Pitcher T.J., ed.). London: 211-235.

- Hecht T., 1980. A comparison of the otolith and scale methods of ageing, and the growth of *Sarotherodon mossambicus* (Pisces: Cichlidae) in an impoundment in Venda (Southern Africa). *South African Journal of Zoology*, 15 (4): 222-228.
- Heino M., Dieckmann U. & Godø O.R., 2002. Estimating reaction norms for age and size at maturation with reconstructed immature size distribution: a new technique illustrated by application to Northeast Arctic cod. *ICES Journal of Marine Science*, 59: 562-575.
- Hié Daré J.P., 1980. Régime alimentaire de la phase lagunaire de *Elops lacerta* (C.V., 1846). *Document Scientifique du Centre de Recherches Océanographiques*, 11 (1) : 73-83.
- Hyder M., 1970. Gonadal and reproductive patterns in *Tilapia leucostica* (Teleostei: Cichlidae) in equatorial lake, Lake Naivasha (Kenya). *Journal of Zoology*, 162: 179-195.
- Htun-Han M., 1978. Reproductive biology of the dab *Limanda limanda* (L.) in the North Sea: gonadosomatic index, hepatosomatic index and condition factor. *Journal of Fish Biology*, 13: 369-378.
- Hughes R.N. & Burrows M.T., 1991. Diet selection by dogwhelks in the field: an example of constrained optimization. *Animal Behaviour*, 42: 47-55.
- Hughes R.N., Kauser M.J., Mackney P.A. & Warburton K., 1992. Optimizing foraging behaviour through learning. *Journal of Fish Biology*, 41 : 77-91.
- Hureau J.C., 1970. Biologie comparée de quelques poissons antarctiques (Nototheniidae). *Bulletin de l'Institut Océanographique de Monaco*, 68 : 1-124.
- Hynes H.B.N., 1950. The food of fresh water sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* and *Pygosteus pungitius*) with a review of methods used in studies of the food of fishes. *Journal of Animal Ecology*, 19: 36-58.
- Hyslop E.J., 1980. Stomach contents analysis, a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*, 17: 411-429.
- Ibrahim S.M., Shalloof K.A.Sh. & Salama H.M.M., 2008. Effect of environmental conditions of Abu-Zabal Lake on some biological, histological and quality aspects of fish. *Global Veterinaria*, 2: 257-270.
- Iles T.D., 1977. Dwarfing or stunting in the genus *Tilapia* (Cichlidae): a possibly unique recruitment mechanism. Rapport et procès-Verbaux des réunions. *Conseil International pour l'Exploration de la Mer*, 164: 247-254.
- Ifremer, 1998. Recherches marines. *La Revue d'Information de l'Ifremer*, 18 : 1-35.
- Iltis A., 1984. Biomasses phytoplanctoniques de la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Hydrobiologia*, 118 : 153-175.

- Iltis A. & Lévêque C., 1982. Caractéristiques physico-chimiques des rivières de Côte d'Ivoire. *Revue d'Hydrobiologie tropicale*, 15 (3): 115-130.
- Jalabert B. & Zohar Y., 1982. Reproductive physiology in cichlid fishes, with particular reference to *Tilapia* and *Sarotherodon*. In: The biology and culture of tilapias (Pullin R.S.V. & Lowe-McConnell R.H., eds). ICLARM Conference Proceedings, Manila: 129-140.
- Jamet J.L. & Nair N., 1991. An example of diel feeding cycle of two Percids, perch (*Perca fluviatilis*) and ruffe (*Gymnocephalus cernua*) in eutrophic Lake Aydat (France). *Annales des Sciences Naturelles B. Zoologie*, 12: 99-105.
- Joadder, Md.A.R., 2007. Food and feeding habits of *Gagata youssoufi* (Rahman) from the river Padma in Rajshahi. *University Journal of Zoology*, Rajshahi University, 25: 69-71.
- Jones C.M., 1992. Development and application of the otolith increment technique. In: Otolith microstructure examination and analysis (Stevenson D.K. & Compana S.E., eds). *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Science*, 117: 1-11.
- Joyeux J.C., 1991. Biologie des populations de *Gobius niger* (Linné, 1758), *Pomatoschistus minutes* (Pallas, 1770) et *Pomatoschistus microps* (Krøyer, 1838) (Teleostei, Gobiidae) dans une lagune Nord-Méditerranéenne, la lagune de Mauguio (France). Thèse de Doctorat, Univ. Montpellier II, 214 p.
- Kacher M., 2004. Le merlu du golfe de Gascogne et de la mer celtique : croissance, répartition spatiale et bathymétrique, écologie alimentaire et assemblages. Thèse de Doctorat, Univ. Littoral-Côte d'Opale, 200 p.
- Kaiser M.J., 1992. The effect of prey type on the predatory behaviour of the fifteen-spined stickleback, *Spinachia spinachia* (L.). *Animal Behaviour*, 43: 147-156.
- Kaiser M.J. & Hughes N.F., 1993. Factors affecting the behavioural mechanisms of diet selection in fishes. In *Behavioural Ecology of Fishes*. (F. A. Huntingford & Torricelli P., eds). *Marine Behaviour and Physiology*. Erice, Sicily (Italy) : 105-118.
- Karr J.R., 1981. Assessment of biotic integrity using fish communities. *Fisheries (Bethesda)*, 7: 2-8.
- Kartas F. & Quignard J.P., 1984. La fécondité des poissons téléostéens. MASSON (Collection biologie des milieux marins 5), Paris, 117 p.
- King R.P. & Etim L., 2004. Reproduction, growth, mortality and yield of *Tilapia mariae* Boulenger, 1899 (Cichlidae) in Nigerian rain forest Westland stream. *Journal of Applied Ichthyology*, 20: 502-510.

- Koné T., 2000. Régime alimentaire et reproduction d'un tilapia lagunaire (*Sarotherodon melanotheron* Rüppel, 1852) dans la rivière Bia et le lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Katholieke Univ. Leuven, 253 p.
- Kouamélan E.P., Teugels G.G., Gourène G., Ollevier F. & Thys van den Audenaerde D.F.E., 2000. Habitudes alimentaires de *Mormyrops anguilloides* (Mormyridae) en milieu lacustre et fluvial d'un bassin ouest Africain. *Cybium*, 24 (1) : 67-79.
- Kouassi A.M., 2005. Hydrochimie et qualité des eaux des lagunes Ébrié et de Grand-Lahou de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat, Univ. Cocody, 164 p.
- Krebs J.R. & McCleery R.H., 1984. Optimization in behavioural ecology. In: Behavioural ecology, 2nd ed. (Krebs J.R. & Davies N.B., eds). Oxford: *Blackwell Scientific Publications*: 91-121.
- Laë R., 1992. Les pêcheries artisanales lagunaires ouest africaines: échantillonnage et dynamique de la ressource et de l'exploitation. Thèse de Doctorat. ORSTOM, Paris, 201 p.
- Laë R., 1994. Évolution des peuplements (poissons et crustacés) dans une lagune tropicale, le lac Togo, soumise à un régime alternatif de fermeture et d'ouverture du cordon lagunaire. *Aquatic Living Resources*, 7 : 165-179.
- Laë R., 1999. Réponses adaptatives des populations et des peuplements de poissons aux pressions de l'environnement. Proposition UR (Unité de recherche) RAP/IRD, 33 p.
- Laffargue P., 2004. Interactions entre comportement et variations de la croissance des juvéniles de la sole (*Solea solea*) dans les nourriceries des pertuis Charentais. Thèse de Doctorat, Univ. Rochelle, 206 p.
- Lahaye J., 1980. Les cycles sexuels chez les poissons marins. *Océanis*, 6 (7) : 637-654.
- Lalèyè P.A., 1995. Ecologie comparée de deux espèces de *Chrysichthys*, poissons siluriformes (Claroteidae) du complexe lagunaire de Nokoué-lagune de Porto-Novo au Bénin. Thèse de Doctorat, Univ. Liège, 199 p.
- Lanzing W.J.R. & Higginbotham D.R., 1974. Scanning microscopy of surface structures of *Tilapia mossambica* (Peters) scales. *Journal of Fish Biology*, 6 (3): 307-310.
- Lauzanne L., 1977. Aspects qualitatifs et quantitatifs de l'alimentation des poissons du Tchad. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Paris II, 284 p.
- Law R., 2000. Fishing, selection and phenotypic evolution. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 659-668.
- Layachi M., Melhaoui M., Srouf A. & Ramdani M., 2007. Contribution à l'étude de la reproduction et de la croissance du Rouget-barbet de vase (*Mullus barbatus* L., 1758) de

- la zone littorale Méditerranéenne de Nador (Maroc). *Bulletin de l'Institut des Sciences*, 29: 43-53.
- Lazzaro X., 1987. A review of planktivorous fishes: their evolution, feeding behaviours, selectivities and impacts. *Hydrobiologia*, 146: 96-167.
- Le Cren E.D., 1951. The length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20: 201-219.
- Levèvre C., 2004. Caractérisation et phylogénie des bactéries symbiotiques intracellulaires des charançons de la famille des Dryophthoridae. Thèse de Doctorat. Institut National des Sciences Appliquées de Lyon, 124 p.
- Legendre M., 1991. Potentialités aquacoles des Cichlidae (*Sarotherodon melanotheron*, *Tilapia guineensis*) et de Clariidae (*Heterobranchus longifilis*) autochtones des lagunes ivoiriennes. Thèse de Doctorat, Univ. Montpellier II. 83 p + annexes.
- Legendre M. & Écoutin J.M., 1989. Suitability of brackish water tilapia species from the Ivory Coast for lagoon aquaculture. I Reproduction. *Aquatic Living Resources*, 2: 71-79.
- Legendre M. & Écoutin J.M., 1996. Aspects de la stratégie de reproduction de *Sarotherodon melanotheron* : comparaison entre une population naturelle (lagune Ébrié, Côte d'Ivoire) et différentes populations d'élevage. In : Le troisième symposium international sur le tilapia en aquaculture (Pullin R.S.V., Lazard J., Legendre M., Amon-Kothias J.B. & Pauly D., eds). *ICLARM Conference Proceeding*, Manila: 360-374.
- Legendre M. & Jalabert B., 1988. Physiologie de la reproduction. In : Biologie et écologie des poissons d'eau douce africains (Lévêque C., Bruton M.N. & Ssentongo G.W., eds). ORSTOM, Paris : 153-187.
- Lehtonen H., 1983. Stocks of pike-perch (*Stizostedion lucioperca*, L.) and their management in the Archipelago Sea and the Gulf of Finland. *Finish Fisheries Research*, 5: 1-16.
- Lévêque C., 1997. La reproduction. In : Les poissons des eaux continentales africaines (Lévêque C. & Paugy D., eds). IRD, Paris : 129-151.
- Lévêque C., 1999. Les introductions d'espèces dans les milieux naturels et leurs conséquences. In: Les poissons des eaux continentales africaines. Diversité, écologie, utilisation par l'homme (Lévêque C. & Paugy D., eds). IRD, Paris : 351-364.
- Link J.S. & Burnett J., 2001. The relationship between stomach contents and maturity state for major northwest Atlantic fishes: new paradigms? *Journal of Fish Biology*, 59: 783-794.

- Lowe-McConnell R.H., 1987. Breeding behaviour patterns and ecological differences between *Tilapia* species and their significance for evolution within the genus *Tilapia* (Pisces, Cichlidae). *Proceedings of the Zoological Society*, 132: 1-30.
- Lozys L., 2004. The growth of pikeperch (*Sander lucioperca* L.) and Perch (*Perca fluviatilis* L.) under different water temperature and salinity conditions in the Curonian Lagoon and Lithuanian coastal waters of the Baltic Sea. *Hydrobiologia*, 514: 103-113.
- Mahé G., 1993. Les écoulements fluviaux sur la façade atlantique de l'Afrique : étude du bilan hydrique et variabilité inter-annuelle, analyse de situations hydroclimatiques moyennes et extrêmes. ORSTOM, Paris, 438 p.
- Maridet L., 1994. La végétation rivulaire, facteur de contrôle du fonctionnement écologique des cours d'eau: influence sur les communautés benthiques et hyporhéiques et sur les peuplements de poissons dans trois cours d'eau du massif central. Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Claude Bernard. Lyon I, 295 p.
- Marshall B.E., 1979. Observations on the breeding biology of *Sarotherodon macrochir* (Boulenger) in lake Mc Illwaine, Rhodesia. *Journal of Fish Biology*, 14: 419-424.
- Marshall S. & Elliot M., 1997. A comparison of univariate and multivariate numerical and graphical technics for determining inter and intraspecific feeding relationships in estuarine fish. *Journal of Fish Biology*, 51: 526-545.
- Martin M., Goubier V. & Exbrayat J.M., 1998. Oocyte degenerative process in black-bass (*Micropterus salmoides*) females prevented from spawning. *Polskie Archiwum Hydrobiologii*, 45 (4): 545-552.
- Martoja M. & Martoja-Pierson M., 1967. Initiation aux techniques de l'histologie animale. Masson et cie (eds), Paris VI : 5-85.
- Mayer I., Shackley S.E. & Ryland J.S., 1988. Aspects of the reproductive biology of the bass, *Dicentrarchus labrax* L. I. An histological and histochemical study of oocyte development. *Journal of Fish Biology*, 33: 609-622.
- MEF (Ministère de l'environnement et de la forêt), 1999. Diversité biologique de la Côte d'Ivoire. Stratégie et plan d'action sur la diversité biologique. Rapport de synthèse, 273.
- Mehanna S.F., 2007. Stock assessment and management of the Egyptian Sole *Solea aegyptiaca* Chabanaud, 1927 (Osteichthyes: Soleidae), in the South-eastern Mediterranean, Egypt. *Turkish Journal of Zoology*, 31: 379-388.
- Mélard C., 1986. Les bases biologiques de l'élevage intensif du tilapia du Nil. *Cahier d'Ethologie Appliquée*, 6: 1-224.

- Mélarde C., 2002. Bases biologiques d'aquaculture. Notes de cours DES Aquaculture. ULg/FUNDP, 301 p.
- Mellinger J., 2002. Sexualité et reproduction des poissons. CNRS éditions, Paris, 349 p.
- Mequilla A.T. & Campos W.L., 2007. Feeding relationships of dominant fish species in Visayan Sea. *Science Diliman*, 19 (1): 35-46.
- Mooij W.M., Lammens E.H.R.R. & Van Densen W.L.T., 2004. Growth rate of 0+ fish in relation to temperature, body size, and food in shallow eutrophic Lake Tjeukemeer. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 51: 516-526.
- Moreau J., 1979. Biométrie et biologie de Schilbe du bassin tchadien. ORSTOM, Paris, *Série Hydrobiology*, 8 (2): 119-135.
- Moreau J., 1984. Les populations exploitées, étude et aménagement. II - La croissance. INP, Toulouse, Laboratoire d'Ichtyologie appliquée. ENSAT, 81 p.
- Moreau J. & Cuende F.X., 1991. On improving the resolution of the recruitment patterns of fishes. *ICLARM Fishbyte*, 9: 45-46.
- Moses B.S., 1983. Introduction de la pêche continentale. Ibadan University Press. African Biosciences Network (UNESCO/ICSU), 128 p.
- Moreau J. & Reyes P., 1984. Estimation des paramètres de croissance (équation de Von Bertalanffy) : application aux poissons tropicaux. *Hydrobiologia*, 114 :13-15.
- Mouny P., 1998. Structure spatio-temporelle du zooplancton et du suprabenthos de l'estuaire de la Seine. Dynamique et rôle des principales espèces dans la chaîne trophique pélagique. Thèse de Doctorat, Muséum national d'Histoire naturelle, 239 p.
- Munro A.D., 1990. Tropical freshwater fish. In: Reproduction and seasonality in teleosts: Environmental influences (Munro A.D., Scott A. P. & Lam T.J., eds). CRC Press, Boca Raton: 145-29.
- Murua H. & Saborido-rey F., 2003. Female reproductive strategies of marine fish and their classification in the North Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33: 23-31.
- Nadon L., 1991. Régime alimentaire et croissance de la Ouananiche (*Salmo salar* L.) du lac St-Jean (Canada). Thèse de Doctorat, Univ. Québec, 113 p.
- Nagahama Y., 1983. The functional morphology of Teleosts gonads. In: Fish Physiology, vol. IXA (Hoar W.S., Randall D.H. & Donalson E.M., eds). New York: Academic Press: 223-275.
- Nelson J. S., 1994. Fishes of the world. 3rd edition Wiley and sons, 600 p.

- Neveu A., 1981. Les rythmes alimentaires en milieu naturel. In : Nutrition des poissons. Acte Colloque CNRNA, Paris : 339-354.
- Newman S.J., 2002. Growth, age estimation and preliminary estimates of longevity and mortality in the Moses perch, *Lutjanus russelli* (Indian Ocean form), from continental shelf waters off north-western Australia. *Asian Fisheries Science*, 15: 283-294.
- N'Goran Y.N., 1989. Effets des barrages de retenues d'eau sur l'environnement abiotique d'un bassin côtier ouest africain : paramètres physico-chimiques de la Bia Côte d'Ivoire-Ghana. Mémoire de DEA Environnement, Univ. Abobo-Adjamé, 65 p.
- Odo G.E. & Inyang N.M., 2001. Growth, feed utilization and survival of African Catfish, *Clarias gariepinus* (Burhill, 1822). Fingerlings reared in tanks at different salinity levels. *Journal of Aquatic Sciences*, 16: 127-131.
- Odum W.E., 1970. Utilization of direct grazing and plant detritus food chains by the striped mullet *Mugil cephalus*. In: Marine Food Chains (Steele J.H., ed.). Oliver & Boyd, Edinburgh: 222-240.
- Offem B.O., Akegbejo-Samsons Y. & Omoniyi I.T., 2007. Biological assessment of *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae; Linne, 1958) in a tropical floodplain river. *African Journal of Biotechnology*, 6: 1966-1971.
- Ofori-Danson P.K., Graaf G.J. & Vanderpuye C.J., 2002. Population parameter estimates for *Chrysichthys auratus* and *C. nigrodigitatus* (Pisces: Claroteidae) in Lake Volta, Ghana. *Fisheries Research*, 54: 267-277.
- Okedi J., 1969. Observations on the breeding and growth of certain Mormyrid fishes of the Lake Victoria Basin (Pisces: Mormyridae). *Revue de Zoologie et de Botanique Africaines*, 79: 34-64.
- Oronsaye C.G. & Nakpodia F.A., 2005. A comparative study of the food and feeding habits of *Chrysichthys nigrodigitatus* and *Brycinus nurse* in a tropical river. *Pakistan Journal of Scientific and Industrial Research*, 48: 118-121.
- Otémé Z.J., S. Hem & M. Legendre, 1996. Nouvelles espèces de poissons-chats pour le développement de la pisciculture africaine. In: The biology and culture of catfishes (Legendre M. & J.P. Proteau., eds). *Aquatic Living Resources*, (9): 207-217.
- Ouattara M., 2000. Stratégies de reproduction et réactions aux pressions de l'environnement chez le poisson africain *Mormyrops anguilloides* et *Marcusenius ussheri* (Mormyridae) *Schilbe mandibularis* et *S. intermedius* (Schilbeidae) (Bassins Bia et Agnébi, Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Univ. Abobo-Adjamé, 258 p.

- Ouattara N.I., 2004. Etude du potentiel aquacole d'une population du tilapia estuarien *Sarotherodon melanotheron* Rüppell 1852 isolée dans le lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, Univ. Liège, 222 p.
- Pagano M. & Saint-Jean L., 1988. Importance et rôle du zooplancton dans une lagune tropicale, la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire) : peuplements, biomasse, production et bilan métabolique. Thèse de Doctorat d'Etat, Univ. Aix-Marseille II, 390 p, annexe 50 p.
- Pagès J., Lemasson L. & Dufour P., 1979. Eléments nutritifs et production primaire dans les lagunes de Côte d'Ivoire : cycle annuel. *Archives Scientifiques du Centre de Recherches Océanographiques*, Abidjan, 5 (1) : 1-60.
- Pallaoro A., Šantić M. & Jardas I., 2006. Feeding habits of common two-banded sea bream, *Diplodus vulgaris* (Sparidae), in the eastern Adriatic Sea. *Cybium*, 30 (1): 19-25.
- Panfili J., 1992. Estimation de l'âge individuel des poissons : méthodologies et applications à des populations naturelles tropicales et tempérées. Evolution et écologie. Thèse de Doctorat, Univ. Montpellier II, 456 p.
- Panfili J., Mbow A., Durand J.D., Diop K., Diouf K., Thior D., Ndiaye P. & Laë R., 2004. 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.
- Pasquaud S., Girardin M. & Elie P., 2004. Etude du régime alimentaire des Gobies du genre *Pomatoschistus* (*Pomatoschistus microps* et *Pomatoschistus minutus*) dans l'estuaire de la Gironde (France). *Cybium*, 28 (1): 99-106.
- Paugy D., 1978. Ecologie et biologie des *Alestes baremoze* (Pisces, Characidae) des rivières de Côte d'Ivoire. ORSTOM, Paris, *Série Hydrobiologie*, 12: 245-275.
- Paugy D., 1980. Ecologie et biologie des *Alestes nurse* (Pisces : Characidae) des rivières de Côte d'Ivoire. ORSTOM, Paris, *Série Hydrobiologie*, 13 (3-4) : 143-159.
- Paugy D., 1994. Ecologie des poissons tropicaux d'un cours d'eau temporaire (Baoulé, haut bassin du Sénégal au Mali) : adaptation au milieu et plasticité du régime alimentaire. *Revue d'Hydrobiologie Tropicale*, 27 : 157-171.
- Paugy D., 2002. Reproductive strategies of fishes in tropical temporary stream of the Upper Senegal basin: Baoule River in Mali. *Aquatic Living Resources*, 15: 25-35.
- Paugy D. & Lévêque C., 1999. La reproduction. In : Les poissons des eaux continentales africaines : diversité, écologie, utilisation par l'homme (Lévêque C. & Paugy D., eds). IRD, Paris : 129-151.

- Paugy D., Lévêque C. & Teugels G.G., 2003. Faunes des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome II. IRD, 814 p.
- Pauly D., 1976. The biology, fisheries and potential for aquaculture of *Tilapia melanotheron* in a small West African lagoon. *Aquaculture*, 7: 33-49.
- Pauly D., 1979. Theory and management of tropical multispecies stocks: a review with emphasis on the Southeast Asian demersal fisheries. *ICLARM Studies Review*, 1, 35 p.
- Pauly D., 1980. On the interrelationship between natural mortality, growth parameters and mean environmental temperature in 175 fish stock. *Journal of CIEM*, 39 (3): 175-192.
- Pauly D., 1984. Fish population dynamics in tropical waters: a manual for use with programmable calculators. *ICLARM Studies Reviews*, 8, 325 p.
- Pauly D., 1985. Population dynamics of short lived species with emphasis on squids, *NAFO Science Council Studies*, 9: 143-154.
- Pauly D., 1987. A review of the ELEFAN system for analysis of length-frequency data in fish and aquatic invertebrates. In: Length-based methods in fisheries research. (Pauly D. & Morgan R., eds). *ICLARM Conference Proceeding*, 13: 7-34.
- Pauly D., 1997. Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. Toulouse, CEPADUES éd., 288 p.
- Pauly D. & Caddy J.F., 1985. A modification of Bhattacharya' method for the analysis of mixtures of normal distributions. FAO, Rome, *FAO Fisheries Circular*, 781, 16 p.
- Pauly D. & Munro J.L., 1984. Once more on growth comparison in fish and invertebrates. *Naga, ICLARM Quarterly Fishbyte* 2, 21 p.
- Payne A.I. & McCarton B., 1985. Estimation of population parameters and their application to the development of fishery management models in two African rivers. *Journal of Fish Biology*, 27A: 263-277.
- Peña-Mendoza B., Gomez-Marquez J.L., Salgado-Ugarte I.H. & Ramirez-Noguera D., 2005. Reproductive biology of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Emiliano Zapata dam, Morelos, Mexico. *Revista de Biología Tropical*, 53: 515-522.
- Perraud A., 1971. Les sols. In: Le milieu naturel de la Côte d'Ivoire. ORSTOM, Paris, 50: 265-391.
- Petts G. E. & Amoros C., 1993. Le concept d'hydrosystème appliqué à la gestion écologique des fleuves. In : Hydrosystèmes fluviaux (Amoros C. & Petts G. E., eds). MASSON, Paris : 257-274.

- Philippart J.C., 1975. Dynamique des populations des poissons d'eau douce non exploitées. *In* : Problèmes d'écologie : la démographie des populations des vertébrés (Lamotte M. & Bourlière F., eds). MASSON, Paris : 291-394.
- Pielou E.C., 1984. The interpretation of the ecological data: A primer on classification and ordination. Wiley, New-York, 351 p.
- Pinkas L., Oliphant M.S. & Iverson I.L.K., 1971. Food habits of albacore, blue fin tuna and bonito in Californian waters. *Californian Fish and Game*, 152: 1-105.
- Plante-Cuny M.R., 1977. Pigments photosynthétiques et production primaire du micro benthos d'une lagune tropicale, la lagune Ébrié (Abidjan, Côte d'Ivoire). ORSTOM, Paris, *Série Océonographique*, 15 (1) : 3-25.
- Poncin P., 1996. La reproduction des poissons de nos rivières. Fédération sportive des pêcheurs francophones de Belgique, ASBL, Bruxelles, 80 p.
- Poulet N., 2004. Le sandre (*Sander lucioperca* L.) : Biologie, comportement et dynamique des populations en Carmargue (Bouches du Rhône, France). Thèse de Doctorat, Univ. Toulouse III, 300 p.
- Pourriot R., Capblancq J., Champs P. & Meyer J.C., 1982. Ecologie du plancton des eaux continentales. MASSON, Paris, 198 p.
- Roff DA., 2000. Trade-offs between growth and reproduction: an analysis of the quantitative genetic evidence. *Journal of Evolutionary Biology*, 13: 434-445.
- Rojas-Beltran R., 1989. Quelques aspects de l'écologie alimentaire de trois machoîrons (Teleostei, siluriformes, Ariidae) de la Guyanne. *Cybium*, 12 (2) : 181-187.
- Rosecchi E., 1983. Régime alimentaire du pageot, *Pagellus erythrinus*, Linne 1758, (Pisces, Sparidae) dans le Golfe du Lion. *Cybium*, 7 : 17-29.
- Rosecchi E. & Nouaze Y., 1987. Comparaison de cinq indices utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Revue des Travaux de l'Institut des Pêches Maritimes*, 49: 11-123.
- Samba G., 1974. Contribution à l'étude de la biologie et de la dynamique d'un Polynemidae ouest-africain *Galeoïdes decadactylus* (Bloch, 1793). Thèse de Doctorat, Univ. Bordeaux I, 144 p.
- Šantié M., Jardas I. & Pallaoro A., 2005. Feeding habits of horse mackerel, *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758), from the central Adriatic Sea. *Journal of Applied Ichthyology*, 21: 125-130.
- Sarasquete C., Cardenas S., Gonzalez de Canales M.L. & Pascual E., 2002. Oogenesis in the bluefin tuna, *Thunnus thynnus* L. A histological and histochemical study. *Histology and histopathology*, 17: 775-788.

- Saruowski P. & Jeziarska B., 2000. A new coefficient for evolution of condition of fish larvae. *Electronic Journal of Ichthyology*, 2: 69-76.
- Schafer L.N., Platell M.E, Valesinni F.J. & Potter P.I., 2002. Comparisons between the influence of habitat type, season and body size on the dietary compositions of fish species in nearshore marine waters. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 278: 361-376.
- Scherrer B., 1984. Présentation des données. In : Biostatistique (Morin G., ed.). Louiseville, Canada: 103-126.
- Seegers L., 1996. The fishes of the Lake Rukwa Drainage. *Annales du Musée Royal de l'Afrique Centrale*, 78, 407 p.
- Selman K. & Wallace R.A., 1989. Cellular aspects of oocyte growth in teleosts. *Zoological Science*, 6: 211-231.
- Shalloof K. A. Sh. & Khalifa N., 2009. Stomach contents and feeding habits of *Oreochromis niloticus* (L.) from Abu-Zabal Lakes, Egypt. *World Applied Sciences Journal*, 6 (1): 1-5.
- Shalloof K.A.Sh. & Salama H.M.M., 2008. Investigations on Some Aspects of Reproductive Biology in *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1757) Inhabited Abu-zabal Lake, Egypt. *Global Veterinaria*, 2 (6): 351-359.
- Shaw E.S. & Aronson L.R., 1954. Oral incubation in *Tilapia macrocephala*. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 103: 379-415.
- Sibly R.M., 1981. Strategies of digestion and defecation. In: *Physiological Ecology* (Townsend C.R. & Calow P., eds). Blackwell, Oxford: 109-139.
- Sih A. & Christensen B., 2001. Optimal diet theory: when does it work, and when and why does it fail? *Animal Behaviour*, 61: 379-390.
- Sih A. & Wooster D.E., 1994. Prey behaviour, prey dispersal, and predator impacts on stream prey. *Ecology*, 75: 1199-1207.
- Simenstad C.A., 1979. Fish food habits analysis. Principal investigation report and assessments of Alaskan Continental Shelf: 441-450.
- Soluk D. A. & Richardson J.S., 1997. The role of stoneflies in enhancing growth of trout: a test of the importance of predator-predator facilitation within a stream community. *Oikos*, 80: 214-219.
- Southwood A.J. & Demir N., 1974. Seasonal changes in dimensions and viability of the developing eggs of the varnish pilchard (*Sardina pilchardis Walbaum*) of Plymouth. In: *the early life history of fish* (Blaxter J.H. S., ed.). Springer-Verlag: 8-63.

- Sparre P. & Venema S.C., 1992. Introduction to tropical fish stock assessment. Part 1. Manual. FAO Fisheries Technical Paper 306, No.1, Review1, FAO, Rome, 376 p.
- Stearns S. C., 1976. Life-history tactics: a review of the ideas. *Quarterly Review of Biology*, 51 (1): 3-47.
- Stéquert B. & Ramcharrum B., 1996. La reproduction du Listao (*Katsuwonus pelamis*) dans le bassin ouest de l'océan Indien. *Aquatic Living Resources*, 9: 235-247.
- Stevens J.D. & McLoughlin K.J., 1991. Distribution, size and sex composition, reproductive biology and diet of sharks from Northern Australia. *Australian Journal of Marine and Freshwater Resource*, 42: 51-99.
- Stiassny M.L.J., 1991. Phylogenetic interrelationships of the family of Cichlidae: an overview. In: Cichlid fishes: Behaviour, ecology and evolution (Kenleyside M.H.A., ed.). Chapman & Hall (Fishes and Fisheries Series 2), UK: 377 p.
- Stiassny M.L.J. & Jensen J.S., 1987. Labroid interrelationships revisited: morphological complexity, 'key innovation', and the study of comparative diversity. *Bulletin of the Museum of Comparative Zoology*, 151: 269-319.
- Stiassny M.L.J. & Meyer A., 1999. La naissance des espèces. *Pour la Science*, 258: 70-75.
- Stoner A.W., 1980. Feeding ecology of *Lagodon rhomboides* (Pisces: Sparidae): Variation and functional responses. *Fisheries Bulletin*, 78: 337-352.
- Tachet H., Richoux P., Bournaud M. & Usseglio-Polatera P., 2003. Invertébrés d'eau douce : systématique, biologie et écologie. Centre National de Recherches Scientifiques, Lyon, 585 p.
- Tastet J.P. & Guiral D., 1994. Géologie et sédimentologie. In : Environnement et ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II- Les milieux lagunaires (Durand J.R., Dufour P., Guiral D. & Zabi G.S.F., eds). ORSTOM, Paris : 35-57.
- Taylor C.C., 1962. Growth equation with metabolic parameters. *ICES Journal Conseil*, 23: 366-370.
- Terkatin-Shimony A., Ilan Z., Yaron Z. & Johnson D.W., 1980. Relationship between temperature, ovarian recrudescence and plasma cortisol levels in *Tilapia aurea* (Cichlidae, Teleostei). *General and Comparative Endocrinology*, 40: 1236-1252.
- Tesch F.W., 1968. Age and growth. In: Methods for Assessment of fish production in Freshwaters (Ricker W.E., ed.). Blackwell Scientific Publications. Oxford and Edimburg: 98-130.

- Teugels G.G. & Thys van den Audenaerde D.F.E., 1992. Cichlidae. *In*: Faune des poissons d'eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome II (Lévêque C. Paugy D. & Teugels G.G., eds). ORSTOM, Paris, MRAC Terure: 714-779.
- Toguyemi A., Fauconneau B., Boujard T., Fostier A., Kuhn E.R., Mol K.A & Baroiller J.F., 1997. Feeding behaviour and food utilisation in *Tilapia*, *Oreochromis niloticus*: Effect of sex ratio relationship with the endocrine status. *Physiology and behaviour*, 62 (2): 273-279.
- Trewavas E., 1983. Tilapiine fishes of the genera *Sarotherodon*, *Oreochromis* and *Danakilia*. *British Museum of Natural History*, London, 583 p.
- Ulyel A.P., Ollevier F., Ceusters R. & Thys Van den Audenaerde D.F.E., 1991. Food and feeding habits of *Haplochromis* (Teleostei: Cichlidae) from Lake Kivu (Central Africa). *Belgian Journal of Zoology*, 121: 93-112.
- Varlet F., 1978. Le régime de la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). Traits physiques essentiels. ORSTOM, Paris, 83, 164 p.
- Van der Waal B.C.W., 1985. Aspects of the biology of the larger fish species of Lake Liambezi, Caprivi, South West Africa. *Madoqua*, 14: 101-144.
- Villanueva M.C.S., 2004. Biodiversité et relations trophiques dans quelques milieux estuariens et lagunes de l'Afrique de l'Ouest : Adaptations aux pressions environnementales. Thèse de Doctorat de l'Institut National Polytechnique de Toulouse, 219 p.
- Von Bertalanffy L. V., 1938. A quantitative theory of organic growth. *Human Biology*, 10: 181-213.
- Weatherley A.H. & Gill H.S., 1987. The biology of fish growth. Academic Press, London, 144 p.
- Werner E.E., 1986. Species interactions in freshwater fish communities. *In*: Community Ecology (Diamond J. & Case T., eds). New York: Harper and Row: 344-358.
- Weiner, A.H., 1998. Kenai river restoration and management. *Fisheries*, 23: 6-10.
- Welcomme R.L., 1985. River fisheries. FAO fisheries technical paper 262. Rome, 330 p.
- West G. 1990. Methods and assessing ovarian development in fishes: a review. *Australian Journal of Marine and Freshwater Research*, 41: 199-222.
- Weyl O.L.F., 1998. The dynamics of a subtropical lake fishery in central Mozambique. PhD Thesis. Rhodes University, 205 p.

- Windell J.T., 1971. Food analysis and rate of digestion. *In: Methods for assessment of fish production in freshwaters*, 2nd edition (Ricker W.E., ed.). Blackwell Scientific Publications, Oxford: 215-226.
- Windell J.T. & Bowen S.H., 1978. Methods of study of fish diets based on stomach contents. *In: Methods for assessments of fish production in freshwater* (Bagenal T., 3rd ed.). Blackwell Scientific Publication, Oxford: 219-226.
- Winemiller K.O., 1989. Patterns of variation in life history among South American fishes in seasonal environments. *Oecologia*, 81: 225-241.
- Williams W.T., 1971. Principles of clustering. *Annual Revue of Ecology and Systematics*, 2: 303-326.
- Williams, M.J., 1997. Aquaculture and sustainable food security in the developing world. *In: Sustainable aquaculture* (Bardach J.E., ed.). John Wiley and Sons, Inc., New York: 15-51.
- Witthames P. R., Greer Walker M., Dinis M.T. & Whiting C.L., 1995. The geographical variation in the potential annual fecundity of dover sole, *Solea solea*, from European shelf waters during 1991. *Netherland Journal of Sea Research*, 34: 45-58.
- Wootton R.J., 1977. Effect of food limitation during the breeding season on the size, body components and egg production of female sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). *Journal of Animal Ecology*, 46: 823-834.
- Wootton R.J., 1979. Energy costs of egg production and environmental determinants of fecundity in teleost fishes. *Symposium of the Zoological Society of London*, 44: 133-159.
- Wootton R.J., 1990. Ecology of teleost fishes. Fish and Fisheries. Chapman and Hall, London, 11: 398-404.
- Wootton R.J., 1998. Ecology of teleost fishes. 2nd edition. Kluwer Academic Publisher, London, 386 p.
- Wootton R.J., Evans G.W. & Mills L., 1998. Annual cycle in female three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus* L.) from an upland and lowland population. *Journal of Fish Biology*, 12: 331-343.
- Yan H.Y., 1987. Size at maturity in male *Gambusia heterochir*. *Journal of Fish Biology*, 30: 731-741.
- Young J. W., Duyet T. D. L. L. E., Bradford R. W. & Whitelaw A. W., 1997. Feeding ecology and interannual variations in diet of southern bluefin tuna, *Thynnus maccoyii*, in

relation to coastal and oceanic waters of eastern Tasmania, Australia. *Environmental Biology of Fishes*, 50: 275-291.

Zabi S.G.F., 1993. Organisation des peuplements de la macrofaune benthique de la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Agronomie Africaine*, 52: 336-342.

ANNEXE

Coloration Hématoxyline-éosine

Réactifs

1-Hématoxyline (formule de Masson)

(Préparation à chaud)

-hémateïne	0,2 g
-alun de potassium.....	5 g
-eau distillée	100 ml

Faire bouillir, laisser refroidir et filtrer puis ajouter :

-acide acétique.....	2 ml
----------------------	------

(Conservation pendant 1 mois environ)

2-Eosine-vert lumière : (préparation à froid)

-éosine jaunâtre	1 g
-vert lumière	0,2 g
-acide phosphotungstique.....	0,5 g
-eau distillée	100 ml

(Conservation illimitée)

Mode opératoire

-toluène.....	3 bains de 2 mn
-alcool à 100 ⁰	1 bain de 2 mn
-alcool à 95 ⁰	1 bain de 2 mn
-alcool à 70 ⁰	1 bain de 2 mn
-eau distillée	1 bain de 1 à 2 mn
-hématoxyline.....	1 bain de 3 à 5 mn
-eau distillée	1 bain de 1 à 2 mn
-éosine	1 bain de 8 à 10 mn
-eau distillée	1 bain de 1 à 2 mn
-alcool à 70 ⁰	1 bain de 2 mn
-alcool à 95 ⁰	1 bain de 2 mn
-alcool à 100 ⁰	1 bain de 2 mn
-toluène.....	1 bain de 2 mn

PUBLICATIONS

Habitudes et stratégies alimentaires de *Tylochromis jentinki jentinki* (Cichlidae) dans la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire)

by

Kouadio J. KONAN (1, 2), Boua C. ATSE (2) & N'Guessan J. KOUASSI (1)

RÉSUMÉ. - Le régime alimentaire de *Tylochromis jentinki jentinki* (Steindachner, 1895) dans la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire) a été étudié en fonction de la taille des spécimens, des saisons hydrologiques et des stations d'échantillonnage. Les contenus digestifs de 991 spécimens (84-235 mm LS), capturés de février 2004 à janvier 2005 avec des filets maillants ont été analysés. Sur l'ensemble des tubes digestifs examinés, 402 contenaient des proies et 589 étaient vides (59,4%). L'indice d'importance relative (%IRI) combinant les pourcentages d'occurrence, numérique et pondérale, a été utilisé pour évaluer l'importance relative des différents items alimentaires identifiés dans les tubes digestifs. Six taxons ont été identifiés. *Tylochromis jentinki jentinki* se nourrit essentiellement d'invertébrés benthiques, surtout de mollusques représentés par *Corbula trigona*, de larves de Chironomidae (*Chironomini* sp.) et de plantes terrestres. Une variation du régime a été observée en fonction des saisons, de la taille des poissons et des stations d'échantillonnage.

ABSTRACT. - Feeding habits and diet of *Tylochromis jentinki jentinki* (Cichlidae) in Ébrié lagoon (Ivory Coast).

Estuarine zones shelter key habitats for the biological cycle of many estuarine species. However, understanding the trophic relationships in fish populations is limited due to insufficient knowledge of the diet for most species. The cichlid *Tylochromis jentinki jentinki* (Steindachner, 1895) is one of the dominant species in the Ébrié lagoon regarding frequency and abundance, especially in sectors where salinity is low throughout the year. The aim of this study was to analyse the qualitative and quantitative variability of the diet of this species with respect to fish size, hydrological season and localities. Samples were captured in three sectors of the Ébrié lagoon, Layo, Ahua, and Gboyo, with gill nets. A total of 991 specimens (84-235 mm SL) were sampled monthly between February 2004 and January 2005. Immediately after capture, total (TL) and standard length (SL) were measured to the nearest millimetre, and total body weight (TW) to the nearest 0.1 g. The guts were preserved in a 5% formalin solution. Prey were identified to the lowest possible taxonomic level and weighed. An index of relative importance (%IRI) was computed by combining occurrence, numerical and weight percentages of the items identified in gut contents. From all specimens examined, 402 digestive tracts contained prey and 589 were empty (59.4%). Six taxa were identified. *Tylochromis jentinki jentinki* mainly fed on benthic invertebrates, especially molluscs represented by *Corbula trigona*, chironomid larvae (*Chironomini* sp.) and terrestrial plants. The sand observed in the gut confirmed its benthic diet. Increase in fish size was accompanied by increase in consumed prey size. Small individuals (SL < 140 mm) consumed mainly benthic insects, while larger fish (SL > 140 mm) fed mostly on molluscs, insects and terrestrial plants. The prey proportions also appear to change with season and sites in relation to the gradient of salinity. In addition, terrestrial plants consumed reflect seasonal variations of terrestrial resources. *Tylochromis jentinki jentinki* species has an opportunistic feeding mode, adapting his diet to the availability of prey, which changes in space and time.

Key words. - Cichlidae - *Tylochromis jentinki jentinki* - Ébrié lagoon - Ivory Coast - Feeding habits.

Les études sur l'écologie alimentaire des poissons permettent de comprendre la dynamique des écosystèmes aquatiques (Link, 2004). Cette alimentation dépendrait non seulement de l'anatomie et de la physiologie de l'espèce mais aussi des facteurs écologiques telles que la disponibilité des proies (Keiffer et Colgan, 1992 ; Boldt et Haldorson, 2003). Pour comprendre comment ces facteurs affectent la dynamique alimentaire et la survie des poissons, il est important de connaître les types de proies qu'une espèce consomme.

Les Cichlidae du genre *Tylochromis* ne sont représentés en Afrique occidentale que par une seule espèce *Tylochromis jentinki*, mais comprenant deux sous-espèces distinctes (Daget et Iltis, 1965). *Tylochromis jentinki jentinki* (Steinda-

chner, 1895) est une espèce naturellement présente en milieu lagunaire et dans les rivières côtières de Gambie, en Côte d'Ivoire et également dans la rivière de Tano au Ghana (Durand et Guiral, 1994). En lagune Ébrié, il occupe les secteurs dessalés où il peut être abondant (Amon-Kothias, 1981). C'est une espèce typiquement estuarienne dont le cycle biologique se déroule complètement et uniquement en eau saumâtre (Albaret, 1994 ; Paugy *et al.*, 2003). Des spécimens de tailles pouvant atteindre 390 mm ont été rencontrés dans cette lagune (Amon-Kothias, 1981). Cependant, peu de données existent sur l'écologie en général et sur le régime alimentaire en particulier. Les seules informations disponibles sont celles d'ordre général, fondées sur la description

(1) Laboratoire d'hydrobiologie, UFR Biosciences, Université de Cocody à Abidjan, 04 BP 322 Abidjan 04, CÔTE D'IVOIRE.

(2) Centre de recherches océanologiques (CRO), BP V 18 Abidjan, CÔTE D'IVOIRE. [atse_boua_celestin@hotmail.com]

du spectre alimentaire des adultes. En effet, selon Amon-Kothias (1981), *T. jentinki jentinki* consomme des invertébrés benthiques dont la plus grande part sont des mollusques (environ 90%). De même, l'aspect quantitatif du régime alimentaire fondé sur des indices mixtes et la variation spatio-temporelle n'a jamais été abordé. Pourtant, c'est une espèce très appréciée par les populations locales et sa capture est très abondante dans la pêche artisanale lagunaire en Côte d'Ivoire (Amon-Kothias, 1981 ; Paugy *et al.*, 2003).

Le présent travail a pour but d'étudier les habitudes et stratégies alimentaires de *T. jentinki jentinki* en fonction des tailles des individus et de décrire l'étendue de sa variabilité spatio-temporelle dans la lagune Ébrié.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Milieu d'étude

La lagune Ébrié, avec une superficie de 532 km² est la plus grande des lagunes qui émaillent le littoral de l'Afrique de l'Ouest (Dufour *et al.*, 1994). Cette lagune bénéficie d'un climat de type équatorial de transition incluant 4 saisons annuelles dont deux pluvieuses (avril à juillet et octobre à novembre) et deux sèches (décembre à mars et août à septembre). Les travaux de Durand et Skubich (1982) sur l'hydroclimat, la production primaire et secondaire et la pêche

ont permis de découper cette lagune en six secteurs (Fig. 1). La constante communication avec l'océan Atlantique par le canal de Vridi produit des caractéristiques estuariennes typiques aux secteurs II, III et IV. Ces parties hétérogènes de la lagune, sous l'influence directe de l'océan Atlantique et des crues du fleuve Comoé connaissent des variations saisonnières. Le gradient de salinité est très marqué, allant de 0 en saison des pluies à 30 en saison sèche. Les secteurs V et VI sont oligohalins caractérisés par des eaux stables et homogènes toute l'année avec une salinité variant de 0 à 3 (Durand et Guiral, 1994).

Étude du régime alimentaire

L'échantillonnage ichthyologique a été réalisé mensuellement (de février 2004 à janvier 2005) au niveau des stations de Layo (secteur IV), d'Ahua (secteur V) et de Gboyo (secteur VI). Afin de capturer des individus de toutes tailles, des filets maillants de mailles 10, 12, 14, 17, 20, 25, 30, 35, 40 et 50 mm ont été utilisés. Ces filets ont été posés le soir aux environs de 17 h et relevés le lendemain à partir de 7 h. Les individus capturés dans les stations de Ahua et de Gboyo ont été immédiatement transférés sous glace sèche à Layo pour la dissection. Chaque individu a été pesé à 0,1 g près et mesuré au mm près. Le tube digestif a été prélevé après dissection, pesé et conservé dans du formol à 5% jusqu'aux analyses. Au laboratoire, chaque tube digestif a été ouvert et vidé puis son contenu a été lavé sur une série de tamis de maille 500 μ m, 250 μ m et 100 μ m avant d'être examiné sous une loupe binoculaire. Les catégories de proies y compris les fruits et les débris végétaux ont été triées, dénombrées, pesées et identifiées selon des clés d'identification de Dejoux *et al.* (1981), Pourriot *et al.* (1982) et Tachet *et al.* (2003). À partir des données recueillies, différents indices proposés par Pinkas *et al.* (1971) ont été calculés :

- Coefficient de vacuité (CV) = (Nombre de tubes digestifs vides / Nombre de tubes digestifs analysés) x 100 ;

- Pourcentage d'occurrence (%F) = (N_{ie} / N_{et}) x 100, où N_{ie} = nombre de tubes digestifs contenant l'item i et N_{et} = nombre total de tubes digestifs pleins examinés ;

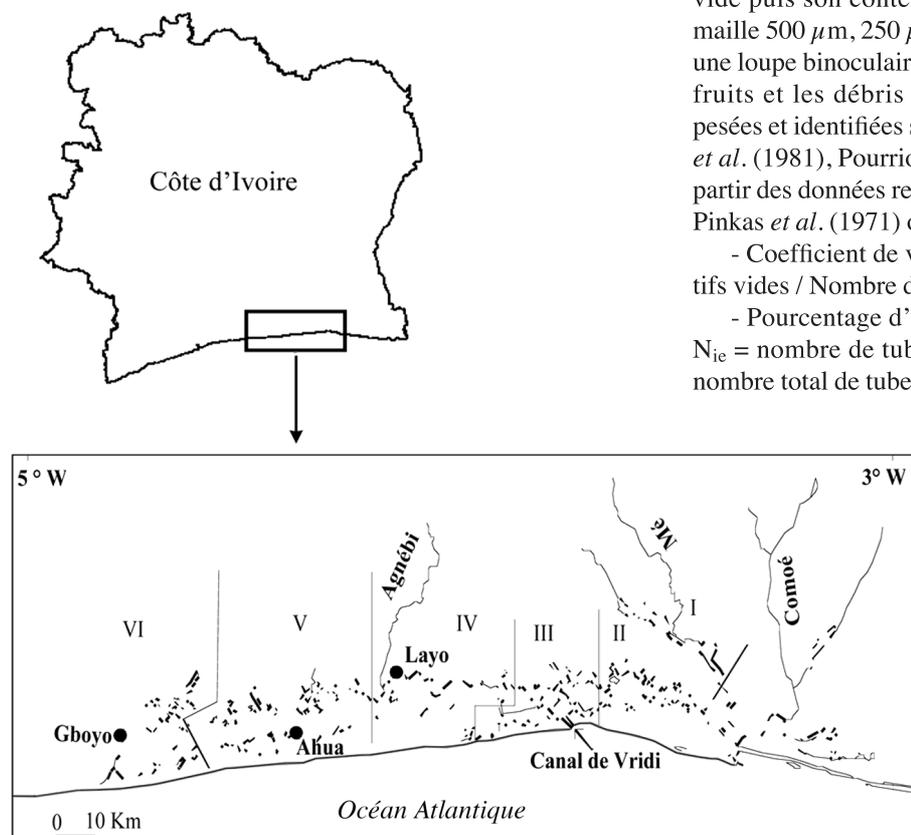


Figure 1. - Situation géographique de la lagune Ébrié en Côte d'Ivoire (I à VI) et localisation des stations d'échantillonnage (●). [Map of Ébrié lagoon in Ivory Coast (I to VI) showing different sampling sites (●).]

- Pourcentage numérique (%N) = $(N_i / N_t) \times 100$ où N_i = nombre total de l'item i et N_t = nombre total de tous les items ;

- Pourcentage pondéral (%W) = $(W_i / W_t) \times 100$ où W_i = poids total de l'item i et W_t = poids total de tous les items ;

- Indice d'importance relative (IRI) = $\%F \times (\%N + \%W)$.

Cet indice a été exprimé en pourcentage selon la formule suivante :

$$\%IRI = \frac{IRI}{\sum IRI} \times 100$$

La classification des aliments en termes d'aliments préférentiels, secondaires et accidentels a été faite selon Rosecchi et Nouaze (1987). La valeur de l'indice de chaque item est exprimée en pourcentage de la somme de tous les indices. Les aliments sont ensuite ordonnés par ordre décroissant selon la valeur du pourcentage indiciaire obtenu. Dans cet ordre, les pourcentages indiciaires des premiers aliments sont additionnés jusqu'à obtenir 50% ou plus, ces items sont dits aliments préférentiels ; ce calcul est poursuivi jusqu'à obtenir 75% ou plus, ces items sont les aliments secondaires ; les autres items de la listes sont des aliments accidentels.

Les classes de tailles ont été définies sur la base de la règle de Sturge (Scherrer, 1984) :

Nombre de classe (NC) = $1 + 3,3 \log_{10}(n)$ où n = nombre total des spécimens

L'intervalle de classe (I) est déterminé par le rapport suivant :

$$I = (LS_{\max} - LS_{\min}) / NC, \text{ où } LS = \text{longueur standard.}$$

Pour l'analyse des données, deux tests statistiques ont été utilisés :

- l'analyse de classification hiérarchique ascendante pour regrouper les classes de tailles constituées de poissons aux régimes alimentaires similaires ;

- l'analyse du coefficient de corrélation des rangs de Spearman (rs) pour indiquer le degré de liaison existant entre le classement des régimes alimentaires des classes de tailles, des stations et des saisons hydrologiques. Si rs = 1, les régimes sont rigoureusement identiques ; si rs = - 1, les régimes sont rigoureusement inverses. Enfin, si rs = 0, les régimes sont indépendants (Scherrer, 1984).

Les analyses ont été effectuées avec le logiciel STATISTICA 7.1 (Statsoft inc.).

RÉSULTATS

Composition générale du régime alimentaire

Au total, 991 échantillons de *T. jentinki jentinki* ont été examinés dont 247 proviennent de Layo (secteur IV), 316 de Ahua (secteur V) et 428 de Gboyo (secteur VI). Sur l'ensemble des contenus digestifs examinés, 402 contenaient des

Tableau I. - Composition du régime alimentaire de *T. jentinki jentinki* dans la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). N = Pourcentage numérique ; W = Pourcentage pondéral ; F = Pourcentage d'occurrence ; IRI = indice d'importance relative. [Diet composition of *T. jentinki jentinki* from Ébrié lagoon (Ivory Coast). N = numeric percentage; W = weight percentage; F = occurrence percentage; IRI = index of relative importance.]

Aliments	%N	%W	%F	%IRI
INSECTES				
Diptères				
<i>Chironomini</i> sp.	20,8	16,8	15,6	23,9
<i>Stictochironomus</i> sp.	0,2	0,0	0,3	0,0
<i>Xenochironomus trisetosus</i>	1,0	1,8	2,2	0,8
<i>Polypedilum fuscipenne</i>	0,5	0,2	0,7	0,0
<i>Stictochironomus caffrarius</i>	0,2	0,0	0,3	0,0
<i>Tanyus fiscus</i>	0,5	0,3	1,2	0,0
Tricoptères				
<i>Hyalopsyche palpata</i>	0,2	0,1	1,0	0,0
Indéterminées	0,0	0,0	0,5	0,0
Débris d'insectes	6,8	10,2	16,9	8,2
ZOOPLANCTON				
Copépodes				
<i>Thermocyclops decipiens</i>	0,4	0,0	2,0	0,0
<i>Thermodiaptomus yabensis</i>	0,7	0,0	3,7	0,1
Rotifères	0,0	0,0	0,3	0,0
Cladocères	0,0	0,0	0,5	0,0
Ostracodes	0,3	0,0	1,2	0,0
MOLLUSQUES				
Gastéropodes				
<i>Fissurella</i> sp.	0,6	0,0	4,5	0,2
<i>Pachymelania</i> sp.	0,2	0,0	0,5	0,0
<i>Cleopatra bulinoïdes</i>	0,9	25,3	1,2	2,9
Bivalves				
<i>Corbula trigona</i>	36,2	21,4	16,1	43,7
<i>Mutela rostrata</i>	0,0	0,0	0,3	0,0
<i>Laccoris</i> sp.	0,0	0,0	0,3	0,0
CRUSTACÉS				
<i>Penaeus duorarum</i>	0,6	0,4	1,2	0,0
TÉLÉOSTÉENS				
<i>Pomadasys jubelini</i>	0,0	0,8	0,5	0,0
PLANTES TERRESTRES				
Fruits	12,9	4,8	8,9	7,7
Débris végétaux	17,0	17,9	20,1	11,9
TOTAL				
Insectes	30,2	29,4	38,7	32,9
Zooplankton	1,4	0,0	7,7	0,1
Mollusques	37,9	46,2	22,9	47,4
Crustacés	0,6	0,4	1,2	0,0
Téléostéens	0,0	0,8	0,5	0,0
Plantes terrestres	29,9	22,7	29,0	19,6

proies et 589 étaient vides, ce qui correspond à un pourcentage de vacuité de 59,4%. L'analyse des 402 contenus digestifs a mis en évidence six catégories d'aliments (Tab. I). Il s'agit d'insectes, de mollusques, de zooplankton, de crustacés, de poissons et de plantes terrestres. L'analyse quantitative du régime alimentaire avec l'Indice d'Importance Relative (%IRI) a montré que les mollusques (47,4%) et les insectes (32,9%) sont les groupes d'aliments les plus consommés.

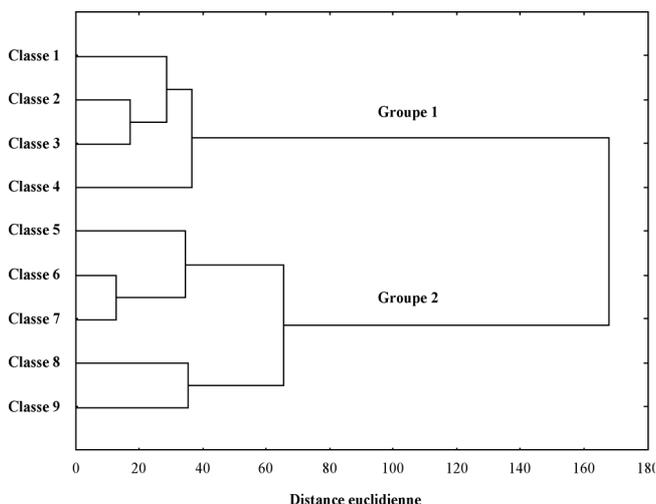


Figure 2. - Dendrogramme montrant les similarités alimentaires entre les échantillons de neuf classes de tailles de *T. jentinki jentinki* de la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). Analyse effectuée sur la base de la distance euclidienne et utilisant la méthode de Ward. [Clustering showing feeding similarities between nine *T. jentinki jentinki* size classes from the Ébrié lagoon (Ivory Coast). Analysis based upon Euclidian distance and Ward's aggregation method.]

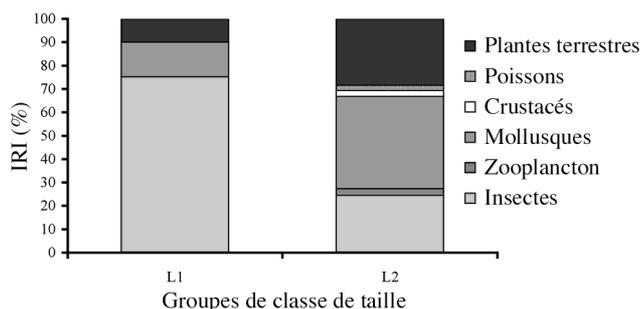


Figure 3. - Variation du régime alimentaire (IRI) de *T. jentinki jentinki* en fonction de la taille. L1 (n=76) = LS < 140 mm ; L2 (n=226) = LS ≥ 140 mm. [Diet variations (IRI) of *T. jentinki jentinki* of different size classes. L1 (n=76) = LS < 140 mm; L2 (n=226) = LS ≥ 140 mm.]

Les plantes terrestres, secondairement consommées représentent 19,6% des items. De tous les organismes consommés, *Corbula trigona* (mollusque) et *Chironomini* sp. (insecte) ont les valeurs d'indice les plus élevées avec respectivement 43,7% et 23,9%. Les autres groupes taxinomiques (zooplancton, crustacés et poissons) représentant moins de 5,0% de l'IRI sont des aliments accidentels dans le régime alimentaire de *T. jentinki jentinki*.

Variation du régime alimentaire en fonction de la taille des individus

Les spécimens récoltés ont des longueurs standard comprises entre 84 et 235 mm. Sur la base de la règle de Sturge (Scherrer, 1984), 11 classes de tailles (14 mm d'intervalle) ont été définies. En raison de leurs faibles effectifs, les clas-

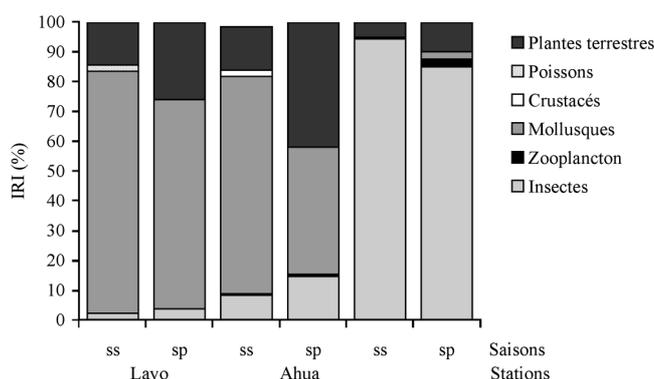


Figure 4. - Régime alimentaire de *T. jentinki jentinki* en fonction des grandes saisons hydrologiques et des différentes stations. ss = saison sèche ; sp = saison des pluies. [Diet of *T. jentinki jentinki* in relation to hydrological seasons and sampling sites. ss = dry season; sp = rainy season.]

ses 9, 10 et 11 ont été fusionnées en une seule classe (9). Le dendrogramme obtenu à partir des différentes classes de tailles indique deux groupes (Fig. 2). Le groupe 1 comprend tous les individus de tailles inférieures à 140 mm (n = 176). Le groupe 2 regroupe les spécimens de tailles supérieures ou égales à 140 mm (n = 226). L'indice d'importance relative des différents items a été calculé pour chaque groupe de classe de tailles (Fig. 3). Chez les individus du groupe 1, les insectes (75,2%) et les mollusques (14,8%) constituent respectivement les aliments préférentiels et secondaires. En revanche, chez les individus du groupe 2, le régime alimentaire est dominé par les mollusques (39,5%), les plantes terrestres (28,5%) et les insectes (24,5%) qui constituent les proies préférentielles. Le coefficient de corrélation de rang de Spearman calculé à partir des pourcentages d'indice d'importance relative de ces deux groupes est significatif (N = 28 ; rs = 0,62 ; p = 0,0003).

Variation spatio-temporelle du régime alimentaire

Les compositions trophiques ont été analysées en fonction des deux grandes saisons au niveau de chaque station d'échantillonnage (Fig. 4). A Layo, 42 et 96 tubes digestifs ont été analysés respectivement pendant la saison sèche et la saison des pluies. Les mollusques (82,1% et 70,3%) constituent respectivement les aliments préférentiels aussi bien en saison sèche qu'en saison des pluies. Les plantes terrestres (25,9%) sont secondairement consommées. À Ahua, l'analyse a porté sur 46 tubes digestifs en saison sèche et 63 en saisons des pluies. L'essentiel de l'alimentation de cette espèce est fourni par les mollusques (72,9%) et les plantes terrestres (14,6) en saison sèche tandis qu'en en saison des pluies, les mollusques (42,2%) et les plantes terrestres (41,6%) sont les plus consommées. A Gboyo, 64 et 91 tubes digestifs ont été analysés respectivement en saison sèche et en saison des pluies. *Tylochromis jentinki jentinki* consomme presque exclusivement les insectes au niveau des deux sai-

sons avec 89,4% et 82,0% respectivement.

Les coefficients de corrélation de rang de Spearman ont été calculés en fonction des stations et de la saison. En ce qui concerne les stations, les résultats indiquent qu'il n'y a pas de similitude entre les régimes alimentaires des poissons du couple de stations Gboyo-Layo ($N = 28$; $r_s = 0,34$; $p = 0,094$). En revanche, les régimes sont similaires pour les couples Gboyo-Ahua ($N = 28$; $r_s = 0,54$; $p = 0,004$) et Ahua-Layo ($N = 28$; $r_s = 0,51$; $p = 0,007$). Pour ce qui est de la saison, ces coefficients sont significatifs entre les saisons sèches et pluvieuses à Layo ($N = 28$; $r_s = 0,57$; $p = 0,003$), à Ahua ($N = 28$; $r_s = 0,59$; $p = 0,002$) et à Gboyo ($N = 28$; $r_s = 0,74$; $p = 0,00002$).

DISCUSSION

La diversité des items proies rencontrées dans le régime alimentaire suppose que *T. jentinki jentinki* peut consommer une large gamme de ressources alimentaires. Cependant, les résultats montrent que cette espèce se nourrit principalement de mollusques, d'insectes benthiques et de plantes terrestres. La présence de sable dans la plupart des tubes digestifs examinés confirme la réputation de poisson fouisseur que lui donnent les pêcheurs. Aussi, sa bouche, légèrement protractile avec des dents externes fortes lui permettant de fouiller la vase, semble bien adaptée à ce mode d'alimentation. Ces résultats diffèrent de ceux qu'a obtenus Amon-Kothias (1981) qui a montré que les adultes de *T. jentinki jentinki* ont un régime benthophage à dominance malacophage dans la lagune Ébrié. Nos résultats diffèrent également de ceux de Lauzanne (1977) qui a montré que cette espèce est un benthophage strict dans les bassins du Tchad.

Par ailleurs, nos résultats ont montré que l'importance quantitative des deux principaux groupes de proies (insectes et mollusques) varie en fonction de la taille. Les spécimens de petites tailles (groupes 1) consomment essentiellement les insectes benthiques. En revanche, les spécimens de grandes tailles (groupe 2) ont un régime alimentaire diversifié, composé de mollusques, d'insectes et de plantes terrestres. Au fur et à mesure que la taille de *T. jentinki jentinki* augmente, elle privilégie la prise de proies de plus en plus grandes. Cette différence ontogénétique dans les habitudes alimentaires n'est pas spécifique à cette espèce puisque de nombreux cas ont déjà été rapportés chez les poissons (Schaffer *et al.*, 2002 ; Šantić *et al.*, 2005). En effet, la largeur et l'ouverture de la bouche intimement liées à la taille des poissons, leurs permettent de capturer une vaste gamme de tailles et de type de proies (Stoner, 1980 ; Diétoa, 2002 ; Pasquaud *et al.*, 2004). Selon Werner (1986), ces changements ontogénétiques impliquent presque toujours des choix de proies de grandes tailles susceptibles de fournir le maximum d'énergie aux prédateurs pour l'accomplissement des fonctions de

croissance et de reproduction. Pour la couverture de ces besoins énergétiques, la recherche et la collecte de petites proies par les individus adultes s'avèrent plus coûteuses que celles de plus grande taille (Bouchereau et Guelorget, 1999).

Nos résultats ont mis en évidence une variation spatio-temporelle du régime alimentaire de *T. jentinki jentinki* dans la lagune Ébrié. En ce qui concerne l'espace, le régime alimentaire varie en fonction des stations qui sont pourtant très proches géographiquement. Une pareille situation pourrait s'expliquer par le fait que ces stations connaissent des variations bio-écologiques dues aux caractéristiques physico-chimiques de l'eau (Durand et Skubich, 1982). En effet, la constante communication avec l'océan Atlantique procure au secteur IV (Layo), plus proche du canal de Vridi, des caractéristiques estuariennes typiques avec un gradient de salinité très marqué (Durand et Guiral, 1994). Selon Durand et Skubich, (1982), la salinité enregistrée diminue au fur et à mesure qu'on s'éloigne du fleuve Comoé et du canal de Vridi. Des valeurs annuelles stables de 0 à 3 ont été obtenues dans le secteur VI (Gboyo), ce qui créerait des conditions favorables à la prolifération des insectes justifiant leur abondance dans le régime de cette espèce toute l'année. Les changements du régime alimentaire de cette espèce sont donc liés à la sélectivité des proies, à la structure et à la disponibilité des communautés.

En ce qui concerne la saison, les résultats montrent qu'il n'y a pas de changement radical du régime alimentaire entre les deux saisons mais plutôt une augmentation plus ou moins considérable de la part des plantes terrestres et des insectes en saison de pluies dans les stations de Layo et d'Ahua. Ce nombre élevé d'items serait dû à la remontée du niveau d'eau qui met à la disposition des poissons un grand nombre d'aliments. Ainsi, d'une saison à l'autre, les variations du régime alimentaire seraient intimement liées à la disponibilité des proies. En effet, l'espèce la plus consommée (*Corbula trigona*) a une aire de répartition très étendue, occupant toute la lagune Ébrié (Binder, 1968 ; Zabi, 1993). La baisse de la salinité due aussi bien aux crues du Comoé et de l'Agnébi qu'aux précipitations créerait des conditions climatiques favorables à la prolifération des insectes, ce qui augmenterait leur nombre dans l'alimentation de *T. jentinki jentinki*. La présence, dans le régime alimentaire, de plantes terrestres à des quantités appréciables pourrait s'expliquer par le débouché en lagune de la rivière Agnébi qui regorgerait d'une quantité importante de fruits et de débris végétaux en saison des pluies (Doumbia, 2003). Les débris végétaux consommés seraient des jeunes pousses que les poissons broutent en surface pendant la montée des eaux en saison des pluies (Lauzanne, 1977).

Les résultats de la variation spatio-temporelle du régime alimentaire montrent donc une certaine plasticité du régime alimentaire de *T. jentinki jentinki* et son adaptabilité aux conditions prévalant aux différentes stations. *Tylochromis*

jentinki jentinki présenterait un comportement alimentaire de type opportuniste adaptant son régime en fonction de la disponibilité et de l'abondance des proies dans le milieu. Parmi les facteurs qui influencent la disponibilité des proies, il faut citer la biologie des espèces proies ainsi que les rapports écologiques entre ces différentes espèces proies (Kouamélan *et al.*, 2000). Toutefois, quelle que soit la station d'étude et la saison d'échantillonnage, l'espèce peut toujours être classée parmi les omnivores à tendance benthophage.

Remerciements. - Cette étude s'inscrit dans la série des travaux monographiques réalisée au Centre de recherches océanologiques d'Abidjan sur la biologie et l'écologie des espèces à potentialités aquacoles exploitées par la pêche lagunaire ivoirienne. Les auteurs remercient l'équipe du centre pour son accueil et sa participation.

RÉFÉRENCES

- ALBARET J.J., 1994. - Les poissons : biologie et peuplements. *In*: Environnement et Ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II. Les Milieux lagunaires (Durand J.R., Dufour P., Guiral D. & S.G. Zabi, eds), pp. 239-279. Paris: Orstom.
- AMON-KOTHAS J.B., 1981. - Biologie, écologie et pêche de *Tylochromis jentinki jentinki* (Cichlidae). Thèse de doctorat 3^e cycle, 156 p. Univ. Bretagne occidentale, France.
- BINDER E., 1968. - Répartition des mollusques dans la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Cah. ORSTOM, sér. Hydrobiol.*, 2: 3-14.
- BOLDT J.L. & L.J. HALDORSON, 2003. - Seasonal and geographic variation in juvenile Pink Salmon diet in the northern of Alaska and Prince Williams Sound. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 132: 1035-1052.
- BOUCHEREAU J.-L. & O. GUELORGET, 1999. - Régime alimentaire de deux Gobiidés (Pisces, Teleostei) sympatriques *Gobius buchichi* et *Millerigobius macrocephalus* des Bouches de Bonifacio. *Cah. Biol. Mar.*, 40: 263-271.
- DAGET J. & A. ILTIS, 1965. - Poissons de Côte d'Ivoire (eaux douces et saumâtres). *Mém. IFAN*, 74: 160-161.
- DEJOUX C., ELOUARD J.M. & J.L. MASLIN, 1981. - Catalogue iconographique des insectes aquatiques de la Côte d'Ivoire. 178 p. Rapport Orstom, Bouaké, 42.
- DIÉTOA Y.M., 2002. - Entomofaune et stratégies alimentaires des poissons du genre *Brycinus* (Characidae) en milieux fluvial et lacustre (bassin Bia et Agnébi ; Côte d'Ivoire). Thèse de doctorat, 264 p. Univ. d'Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire.
- DOUMBIA L., 2003. - Variation spatio-temporelle des peuplements et stratégies alimentaires de deux poissons-chats africains : *Schilbe mandibularis* (Günther, 1867) et *Schilbe intermedius* (Rüppel, 1832) (Bassins Bia et Agnébi ; Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, 189 p. Univ. Abobo-Adjamé, Côte d'Ivoire.
- DUFOUR P., KOUASSI A.M. & A. LANUSSE, 1994. - Les populations. *In*: Environnement et Ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II. Les Milieux lagunaires (Durand J.R., Dufour P., Guiral D. & S.G. Zabi, eds), pp. 309-333. Paris: Orstom.
- DURAND J.R. & D. GUIRAL, 1994. - Hydroclimat et hydrochimie. *In*: Environnement et Ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II. Les Milieux lagunaires (Durand J.R., Dufour P., Guiral D. & S.G. Zabi, eds), pp. 129-136. Paris: Orstom.
- DURAND J.R. & M. SKUBICH, 1982. - Les lagunes ivoiriennes. *Aquaculture*, 27: 211-250.
- KEIFFER J.D. & P.W. COLGAN, 1992. - The role of learning in fish behaviour. *Rev. Fish Biol. Fish.*, 2: 125-143.
- KOUAMÉLAN E.P., TEUGELS G.G., GOURÈNE G., OLLEVIER F. & D.F.E. THYS VAN DEN AUDENAERDE, 2000. - Habitudes alimentaires de *Mormyrops anguilloides* (Mormyridae) en milieu lacustre et fluvial d'un bassin ouest-africain. *Cybum*, 24: 67-79.
- LAUZANNE L., 1977. - Aspects qualitatifs et quantitatifs de l'alimentation des poissons du Tchad. Thèse de doctorat d'État, 284 p. Univ. Paris II, France.
- LINK J.S., 2004. - A general model of the selectivity for fish feeding: A rank proportion algorithm. *Trans. Am. Fish. Soc.*, 133: 655-673.
- PASQUAUD S., GIRARDIN M. & P. ÉLIE, 2004. - Étude du régime alimentaire des gobies du genre *Pomatoschistus* (*Pomatoschistus microps* et *Pomatoschistus minutus*) dans l'estuaire de la Gironde (France). *Cybum*, 28: 99-106.
- PAUGY D., LÉVÊQUE C. & G.G. TEUGELS, 2003. - Faunes des Poissons d'Eaux douces et saumâtres de l'Afrique de l'Ouest. Tome II, 816 p. Collection Faune et Flore tropicales. Paris: IRD, MNHN & MRAC.
- PINKAS L., OLIPHANT M.S. & I.L.K. IVERSON, 1971. - Food habits of albacore, blue fin tuna and bonito in Californian waters. *Calif. Fish. Game*, 152: 1-105.
- POURRIOT R., CAPBLANCQ J., CHAMPS P. & J.C. MEYER, 1982. - Écologie du plancton des eaux continentales. 198 p. Paris: Masson.
- ROSECCHI E. & Y. NOUAZE, 1987. - Comparaison de cinq indices utilisés dans l'analyse des contenus stomacaux. *Rev. Trav. Inst. Pêche Marit.*, 49: 11-123.
- ŠANTIĆ M., JARDAS I. & A. PALLAORO, 2005. - Feeding habits of horse mackerel, *Trachurus trachurus* (Linnaeus, 1758), from the central Adriatic Sea. *J. Appl. Ichthyol.*, 21: 125-130.
- SCHAFFER L.N., PLATELL M.E., VALESINNI F.J. & I.C. POTTER, 2002. - Comparisons between the influence of habitat type, season and body size on the dietary compositions of fish species in nearshore marine waters. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.*, 278: 361-376.
- SCHERRER B., 1984. - Résultat des données. *In*: Biostatistique. 850 p. Louiseville, Canada: Gaetan Morin éditeur.
- STONER A.W., 1980. - Feeding ecology of *Lagodon rhomboides* (Pisces: Sparidae): Variation and functional responses. *Fish. Bull.*, 78: 337-352.
- TACHET H., RICHOUX P., BOURNAUD M. & P. USSEGLIO-POLATERA, 2003. - Invertébrés d'Eau douce : Systématique, Biologie et Écologie. 585 p. Lyon: CNRS.
- WERNER E.E., 1986. - Species interactions in freshwater fish communities. *In*: Community Ecology (Diamond J. & T. Case, eds), pp. 344-358. New York: Harper and Row.
- ZABI S.G., 1993. - Organisation des peuplements de la macrofaune benthique de la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Agron. Afr.*, 52: 336-342.

Reçu le 23 novembre 2006.

Accepté pour publication le 5 juillet 2007.

Biologie de la reproduction du Cichlidae *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire)

by

Boua Célestin ATSE (1), Kouadio Justin KONAN (1, 2) & N'Guessan Joël KOUASSI (2)

RÉSUMÉ. - La reproduction de *Tylochromis jentinki* (Steindachner, 1895) a été étudiée dans la lagune Ébrié au cours de deux années consécutives. Au total, 1850 spécimens dont 843 mâles et 1007 femelles ont été examinés. La sex-ratio en faveur des femelles (1 : 1,2) est significativement différente de la sex-ratio théorique 1 : 1 ($\chi^2 = 14,54$; $p < 0,05$). La taille de première maturité sexuelle (L_{50}) est de 118 et 126 mm (LS) respectivement chez les mâles et les femelles. La plus petite femelle mature collectée mesure 81 mm alors que le plus petit mâle mesure 93 mm. Les valeurs mensuelles des indices gonadosomatique (IGS), hépatosomatique (IHS), du facteur de condition (K) et les pourcentages de stades de maturité des femelles et des mâles indiquent deux périodes de reproduction. La grande période de ponte s'étale d'octobre à décembre avec la maturation des ovocytes d'août à septembre tandis que la petite période de ponte intervient en avril avec la maturation des ovocytes de février à mars. La croissance des ovocytes intervient au moment où l'IHS et le facteur de condition sont élevés. En revanche, le frai provoque une baisse de l'IHS et du K. La fécondité absolue varie de 105 à 465 ovocytes pour des femelles de tailles comprises entre 114 et 230 mm de longueur standard. La fécondité relative est de 2223 ± 765 ovocytes Kg^{-1} de femelles. Le diamètre ovocytaire moyen juste avant la ponte est de $5,51 \pm 0,27$ mm.

ABSTRACT. - Reproductive biology of the Cichlidae *Tylochromis jentinki* in Ébrié lagoon (Ivory Coast).

This work describes some aspects of reproductive biology of the Cichlidae *Tylochromis jentinki* (Steindachner, 1895) in Ébrié lagoon (Ivory Coast). Fish were sampled with gill nets from February 2004 to January 2006. The whole sample consisted in 1850 specimens with standard length (SL) ranging from 75 to 235 mm and weight from 11.90 to 407.57 g. Immediately after capture, SL was taken to the nearest 1 mm, and total body weight (TW) and eviscerated body weight (EW) to the nearest 0.1 g. The gonads and the liver were then removed, weighed to the nearest 0.001 g. The reproductive period of *T. jentinki* was established by analysing the temporal evolution in the frequency of the maturity stages and monthly variations in the gonadosomatic index (GSI), the hepatosomatic index (HSI) and the condition factor (K). Sex-ratio was established taking into account the sex determinations. The sizes at which 50% of the specimens became mature (L_{50}) were estimated by means of logistic function that was fitted to the proportion of the mature individuals using a nonlinear regression. The sex-ratio for the overall sample showed a statistically significant predominance of females (1 : 1.2; $\chi^2 = 14.54$; $n = 1850$; $p < 0.05$). The first sexual maturity size was 118 mm (SL) for males and 126 mm for females. The smallest mature female was 81 mm (SL) while the smallest mature male was 93 mm (SL). Both monthly gonadosomatic index and macroscopically determined gonad stages strongly indicate that *Tylochromis jentinki* in Ébrié lagoon spawns in April and from October to December. *Tylochromis jentinki* exhibits a breeding strategy in relation to the lowest salinity and the food variability conditions. The reproduction of this species was synchronised to take advantage of the beneficial optimal environmental conditions in order to ensure greatest survival of the young. During oocyte growth, the hepatosomatic index and the condition factor increased. On the other hand, spawning leads to a decrease of HSI and K. Absolute fecundity was 105 and 465 oocytes for females of 114 and 230 mm (SL). The mean relative fecundity was 2223 ± 765 oocytes Kg^{-1} of females. The mean oocyte diameter was 5.51 ± 0.27 mm at spawning.

Key words. - Cichlidae - *Tylochromis jentinki* - Ivory Coast - Ébrié lagoon - Reproduction - Sex-ratio - Sexual maturity - Fecundity.

Les études sur la reproduction des poissons d'eau douce des zones tropicales ont montré une diversité de traits de vie en ce qui concerne la phénologie reproductive et sa relation avec les crues des eaux (Pusey *et al.*, 2001). Dans certains écosystèmes, les schémas de la reproduction peuvent changer selon les espèces sous l'influence des facteurs biotiques et abiotiques (Paugy, 2002). Le Cichlidae *Tylochromis jentinki* (Steindachner, 1895) est une importante espèce commerciale avec une large distribution géographique en Afrique de l'Ouest aussi bien en milieu lagunaire que fluvial côtier, de la Gambie au Ghana (Paugy *et al.*, 2003). *Tylochromis jentinki*

est une espèce typiquement estuarienne dont le cycle biologique se déroule complètement et uniquement en eau saumâtre (Paugy *et al.*, 2003). En lagune Ébrié, en Côte d'Ivoire, Amon-Kothias (1982) rapporte qu'elle reste abondante toute l'année dans les secteurs V et VI (Fig. 1) où la salinité est faible (1 à 5 g/L) et les eaux homogènes et stables toute l'année (Durand et Skubich, 1982). Cette espèce, très appréciée par les populations locales, est abondante dans les pêcheries artisanales. Elle génère par conséquent des retombées économiques importantes. Malgré l'intérêt que représente cette espèce sur le plan du développement de la pêche et de l'aquaculture,

(1) Centre de recherches océanologiques (CRO), BP V 18 Abidjan, CÔTE D'IVOIRE. [atse_boua_celestin@hotmail.com]

(2) Laboratoire d'hydrobiologie, Université de Cocody, UFR Biosciences, 04 BP 322 Abidjan 04, CÔTE D'IVOIRE.

très peu de données existent sur la biologie en général et sur la biologie de la reproduction en particulier. En effet, mis à part les travaux d'Amon-Kothias (1982) fondés sur certaines caractéristiques de la reproduction et les principaux paramètres d'exploitation de la pêche artisanale, aucune autre information concernant la biologie de cette espèce n'est disponible à ce jour. Selon cet auteur, la saison de reproduction de *Tylochromis jentinki* s'étale d'août à février avec une ponte principale en novembre. Au cours de cette période, chaque femelle peut pondre entre 110 et 420 ovocytes selon la taille, soit en moyenne 1100 ovocytes par kilogramme de poids corporel (Avit *et al.*, 1996).

La présente étude se propose de caractériser les principaux aspects de la reproduction de *T. jentinki* dans la lagune Ébrié.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Milieu d'étude

La lagune Ébrié, avec une superficie de 532 km², est la plus grande lagune de l'Afrique de l'Ouest. Elle est soumise à un climat de type équatorial de transition avec quatre saisons annuelles dont deux pluvieuses (avril à juillet et octobre à novembre) et deux sèches (décembre à mars et août à septembre). À partir d'études sur l'hydroclimat, la production

primaire et secondaire et la pêche, Durand et Skubich (1982) et Durand et Guiral (1994) ont découpé cette lagune en six secteurs (Fig. 1). La constante communication avec l'océan Atlantique par le canal de Vridi produit des caractéristiques estuariennes typiques aux secteurs II, III et IV. Ces parties hétérogènes de la lagune, sous l'influence directe de l'océan Atlantique et des crues du fleuve Comoé connaissent des variations saisonnières. Le gradient de salinité est très marqué, allant de 0 g/L en saison des pluies à 30 g/L en saison sèche. Les secteurs I, V et VI sont oligohalins, caractérisés par des eaux stables et homogènes toute l'année avec une salinité variant de 0 à 3 g/L (Durand et Guiral, 1994).

Échantillonnage et mesure des paramètres de reproduction

L'échantillonnage ichthyologique a été réalisé mensuellement (de février 2004 à janvier 2006) au niveau des stations de Layo (secteur IV), d'Ahua (secteur V) et de Gboyo (secteur VI). Afin de capturer des individus de toutes tailles, des filets maillants de mailles 10, 12, 14, 17, 20, 25, 30, 35, 40 et 50 mm ont été posés le soir aux environs de 17 h et relevés le lendemain à partir de 7 h. Les individus capturés dans les trois stations d'échantillonnage ont été immédiatement transférés sous glace sèche à la Station d'aquaculture expérimentale de Layo pour la dissection. Au cours de ces échantillonnages, la température de l'eau de la lagune Ébrié a été mesurée mensuellement dans les trois stations. Les valeurs moyennes mensuelles des deux années cumulées sont présentées à la figure 2. La température mensuelle moyenne varie de 27,2°C en novembre à 30,7°C en mars.

Sur chaque individu capturé, les longueurs standard ont été mesurées au mm près, les masses totale et éviscérée ont été déterminées à l'aide d'une balance de type Sartorius (modèle LP 6200S) de précision 0,01 g et de portée 6200 g ; la masse des gonades et du foie grâce à une balance de précision 0,0001 g et de portée 220 g. Le sexe et les stades de maturité sexuelle ont été déterminés en nous inspirant de l'échelle proposée par Amon-Kothias (1982) que nous avons modifiée en fonction des observations faites sur le terrain.

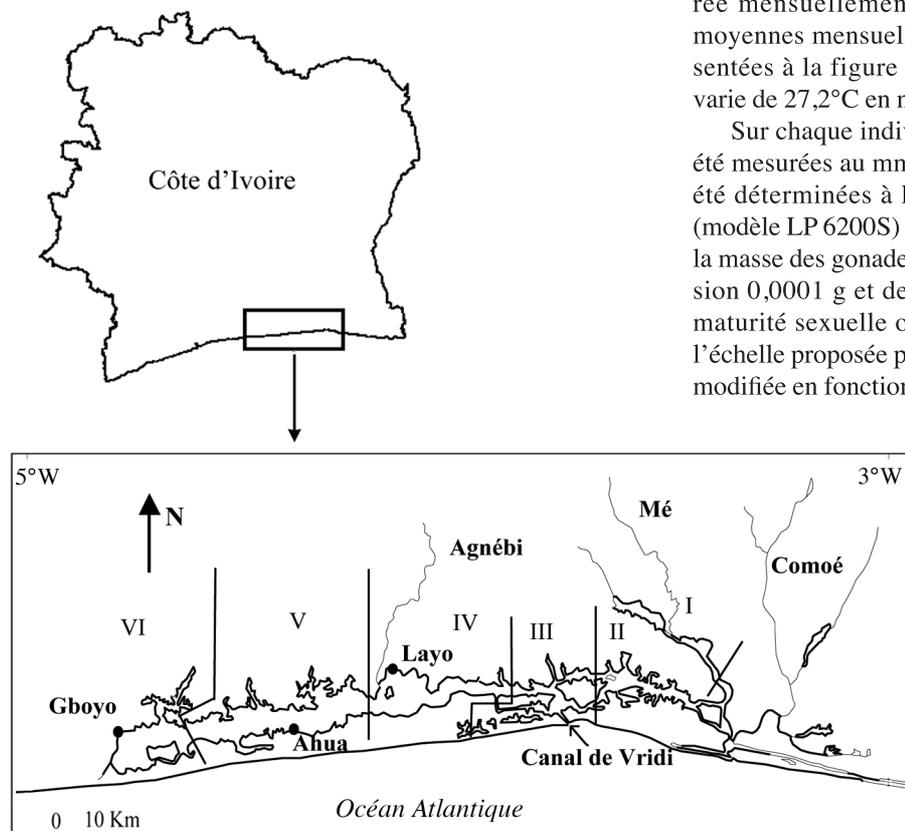


Figure 1. - Situation géographique de la lagune Ébrié (I à VI) et localisation des différentes stations d'échantillonnage (●). [Map of Ebrié lagoon (I to VI) showing different sampling sites (●).]

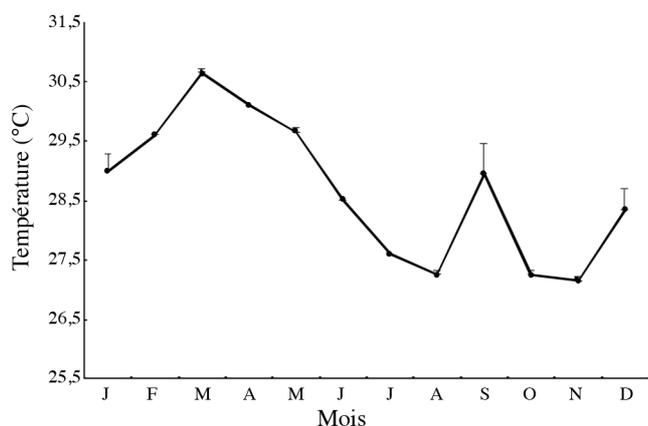


Figure 2. - Variation mensuelle moyenne de la température de l'eau de février 2004 à janvier 2006 dans la lagune Ébrié. [Average monthly variation of water temperature from February 2004 to January 2006 in Ébrié lagoon.]

Stade 1 : Testicules translucides et filiformes. Ovaires non différenciés présentant deux bandelettes filiformes et translucides sans ovocytes visibles ;

Stade 2 : Testicules peu développés de couleur blanc-laitéux. Ovaires peu développés sans vascularisation présentant de petits ovocytes jaunes ($1,28 \pm 0,39$ mm), visibles à l'œil nu ;

Stade 3 : Testicules développés de couleur marron clair scintillante par endroit. Ovaires développés, présentant des ovocytes de taille moyenne $3,39 \pm 0,29$ mm, de couleur jaune-pale avec présence de petits ovocytes blanchâtres ($0,42 \pm 0,14$ mm) ;

Stade 4 : Testicules développés de couleur marron-clair scintillante, remplis de sperme non expulsable à la pression manuelle. Ovaires bien différenciés, ovocytes de taille moyenne $4,40 \pm 0,31$ mm, de couleur jaune-orangé, non expulsables à la pression manuelle, présence de petits ovocytes blanchâtres ($0,63 \pm 0,14$ mm) ;

Stade 5 : Testicules de petites tailles semblables à ceux du stade 2, de couleur variant de marron-noir à noir-scintillant. Ovaires bien différenciés avec des ovocytes de grande taille ($5,51 \pm 0,27$ mm) de couleur jaune-orangé expulsables à la pression manuelle, présence de petits ovocytes blanchâtres signalés des stades 3 et 4 ($0,77 \pm 0,16$ mm) ;

Stade 6 : Ovaires flasques et sanguinolents, de volume réduit et contenant des ovocytes atrophiques, présence des petits ovocytes des stades 3 et 4 ($0,80 \pm 0,28$ mm).

Les proportions numériques des sexes, exprimées sous la forme de ratio (M : F) ont été déterminées chaque mois. Les diamètres des ovocytes ont été mesurés à la loupe binoculaire (Wild M3C) *in situ*. Les mesures ont été faites sur les deux diamètres d_1 et d_2 et la moyenne par ovocyte a été ensuite établie avant de calculer le diamètre moyen des ovocytes. La taille de première maturité (L_{50}), taille à laquelle 50% des individus sont matures a été déterminée chez les mâles et les

femelles en considérant comme matures les poissons présentant des gonades au stade supérieur ou égal à 3. Pour plus de fiabilité, seuls les individus capturés au cours des saisons de reproduction ont été utilisés pour éviter de classer les individus en repos sexuel comme des immatures. La proportion d'individus matures (P), par classe de taille de 10 mm, a été ajustée par la fonction de Ghorbel *et al.* (1996) selon l'équation :

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(a + bLS)}}$$

avec LS = longueur standard ; a et b = constantes. De cette formule, la taille de première maturité sexuelle (L_{50}) a été déterminée en calculant le rapport suivant :

$$LS_{50} = \frac{-a}{b}$$

Les variations mensuelles des indices gonadosomatique (IGS) et hépatosomatique (IHS) ont été suivies pour décrire le cycle sexuel et déterminer la période de ponte :

$$IGS = \frac{M_g}{M_{\acute{e}v}} \times 100 \quad \text{et} \quad IHS = \frac{M_f}{M_{\acute{e}v}} \times 100$$

avec M_g = masse des gonades, M_f = masse du foie, $M_{\acute{e}v}$ = masse éviscérée (g).

Pour vérifier le rôle éventuel des réserves musculaires dans la gamétogenèse, le facteur de condition (K) a été déterminé selon la formule :

$$K = \frac{MT}{LS^3} \times 10^5$$

avec MT = masse totale du poisson (g) ; LS = longueur standard (mm).

Chez les femelles, les gonades aux stades 4 et 5 ont été prélevées et fixées au formol à 5%. Au laboratoire, ces gonades ont été d'abord débarrassées de leur enveloppe ovarienne et les ovocytes séparés délicatement les uns des autres à l'aide d'une pince. La fécondité absolue (F) a été estimée en comptant manuellement les ovocytes appartenant au groupe modal le plus élevé (Koné, 2000). La fécondité relative (Fr) a ensuite été calculée pour chacune des femelles. Les relations fécondité absolue-longueur standard et fécondité relative-longueur standard ont été décrites par les équations respectives :

$$F = aLS^b \quad \text{et} \quad Fr = aLS^b$$

avec b = pente ; a = ordonnée à l'origine.

Les valeurs moyennes des diamètres des ovocytes, de l'IGS, IHS et du K sont indiquées avec leur écart type (moyenne \pm écart type). Les pourcentages des sexes et les tailles de première maturité sont comparés au moyen du test de χ^2 . Les comparaisons multiples des moyennes de l'IGS, de l'IHS et du K ont été réalisées à l'aide d'une ANOVA à un facteur en fonction du sexe, des saisons hydrologiques et des années. Les différences sont considérées significatives à $p < 0,05$. Le test de Tukey a été utilisé pour les comparaisons *a posteriori*. Les analyses ont été effectuées avec le logiciel STATISTICA 7.1 (Statsoft inc.).

Tableau I. - Longueurs standard (L), variation mensuelle de la proportion des sexes et sex-ratio chez *Tylochromis jentinki* capturés dans la lagune Ébrié. (n) = nombre de spécimens ; M = mâles ; F = femelles ; * différence significative, $p < 0,05$. [Standard length (L), variation of the proportion of sexes and sex-ratio for *T. jentinki* from Ébrié lagoon. (n) = number of specimens; M = males; F = females.]

Mois	M. immatures	M. matures	F. immatures	F. matures	Sex-ratio	χ^2
	L _{min-max}	L _{min-max}	L _{min-max}	L _{min-max}	M : F	
J	118-118 (1)	100-206 (82)	84-115 (2)	91-215 (92)	1 : 1,1	0,68
F	91-135 (12)	105-162 (57)	78-125 (13)	81-225 (62)	1 : 1,1	0,25
M	87-129 (5)	105-223 (40)	85-126 (19)	83-205 (84)	1 : 2,2	22,73*
A	83-156 (14)	100-235 (53)	90-120 (19)	101-203 (83)	1 : 1,5	7,25*
M	82-130 (19)	112-235 (49)	81-120 (17)	93-220 (51)	1 : 1,0	0,00
J	86-137 (6)	95-193 (71)	85-119 (8)	92-202 (92)	1 : 1,3	2,99
J	91-128 (11)	93-230 (79)	98-112 (3)	98-212 (80)	1 : 0,9	0,28
A	118-129 (2)	95-220 (74)	92-92 (1)	90-215 (70)	1 : 0,9	0,17
S	83-91 (2)	98-200 (69)	75-125 (3)	90-215 (75)	1 : 1,1	0,33
O	100-120 (3)	99-226 (62)	85-122 (17)	91-210 (63)	1 : 1,2	1,55
N	110-127 (8)	105-190 (65)	90-113 (5)	101-220 (68)	1 : 1,0	0,00
D	100-118 (18)	98-210 (41)	89-117 (7)	97-211 (73)	1 : 1,4	3,17
(n)	101	742	114	893	1 : 1,2	14,54*

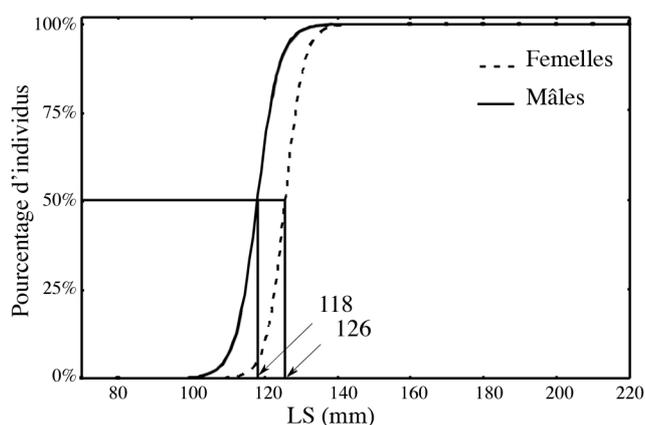


Figure 3. - Courbe logistique pour la détermination de la taille de première maturité sexuelle (L_{50}) en fonction de la longueur standard des mâles et femelles de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié. [Logistic curve for determining size (standard length) at first sexual maturity (L_{50}) in males and females of *T. jentinki* in Ébrié lagoon.]

RÉSULTATS

Sex-ratio

Le sexe de tous les poissons échantillonnés a été identifié. Au total, 1850 spécimens dont 742 mâles et 993 femelles matures ont été examinés (Tab. I). Les immatures (n = 115) représentent 11,62% de l'effectif total. Les longueurs standard des immatures sont comprises entre 75 et 156 mm, celles des mâles matures entre 93 et 235 mm et celles des femelles matures entre 81 et 225 mm. La sex-ratio en faveur des femelles (1 : 1,2) est significativement différente de la sex-ratio théorique 1 : 1 ($\chi^2 = 14,54$, $p < 0,05$). Deux périodes d'inégale répartition ont été observées. De décembre à avril et de septembre à octobre, la sex-ratio est en faveur des

femelles avec de fortes proportions (1 : 2,2 et 1 : 1,5 respectivement en mars et en avril). En revanche, de juillet à août la sex-ratio s'inverse en faveur des mâles (1 : 0,9).

Taille de première maturité sexuelle

La taille de première maturité sexuelle (L_{50}) est de 118 mm chez les mâles et de 126 mm chez les femelles (Fig. 3). La différence entre les deux sexes n'est pas significative ($\chi^2 = 1,50$; $p > 0,05$). Les plus petits individus mâles et femelles matures ont des tailles respectives de 93 et 81 mm (LS). Cent pour cent des mâles et des femelles sont matures à 170 mm.

Cycle saisonnier de la reproduction

Les saisons de reproduction ont été déterminées en suivant les valeurs des indices gonadosomatique (IGS) et hépatosomatique (IHS), du facteur de condition (K) (Fig. 4) et de l'évolution des fréquences de stades de maturation sexuelle (Fig. 5). D'une année à l'autre, la variation mensuelle de l'IGS, de l'IHS et du K des mâles et des femelles n'a révélé aucune différence significative (ANOVA, $p > 0,05$). Par conséquent, les données des deux années ont été combinées. L'IGS moyen mensuel varie de 0,002 à 2,68 chez les mâles et de 0,003 à 7,62 chez les femelles (Fig. 4A). L'IGS des mâles et des femelles croît de février à mars et d'août à septembre avec un pic en mars ($0,28 \pm 0,16$ et $1,22 \pm 1,16$, respectivement chez les mâles et les femelles) et en septembre ($0,33 \pm 0,17$ et $2,40 \pm 1,17$, respectivement chez les mâles et les femelles). Il chute ensuite en avril et d'octobre à décembre.

Les immatures ont été capturés essentiellement de mai à juillet, moins souvent de novembre à avril et rarement d'août à octobre (Fig. 5). Les femelles aux stades 2 et 3 sont présent-

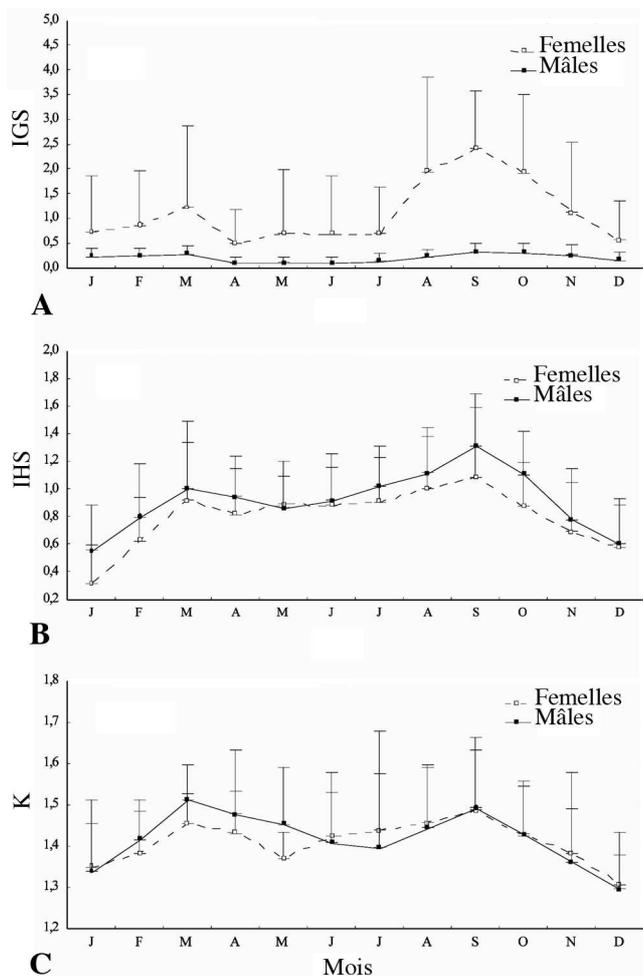


Figure 4. - Variations mensuelles des indices gonadosomatique, hépatosomatique et de condition des mâles et femelles de *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ebrié. [Monthly variations of the gonadosomatic, hepatosomatic, and condition indices of males and females of *T. jentinki* in Ebrié lagoon.]

tes toute l'année. Leur fréquence augmente de décembre à février et de mai à juillet. De juin à juillet, elles constituent plus de la moitié des poissons capturés (52,8 à 58%). Les femelles aux stades 4 et 5 augmentent de juin à septembre (12 à 78,4%) et diminuent régulièrement entre octobre et janvier (62,6 à 18,1%). Elles augmentent ensuite pour atteindre 54,7% en mars avant de chuter en avril (19,9%). Les femelles au stade 6 sont présentes toute l'année sauf en mars et de juin à juillet. Leur pourcentage augmente à partir de septembre et atteint 46,9% en janvier. Elles sont également abondantes en avril (39,8%). Chez les mâles, plus de 50% des individus aux stades 3 et 4 apparaissent entre juillet et novembre et entre février et mars. Le pourcentage diminue ensuite de décembre à janvier (36,5 à 25,3%) et d'avril à juin (44,8 à 37,9%) au profit des mâles aux stades 5 et 2.

Les variations de l'IHS sont positivement corrélées aux variations de l'IGS moyen (Fig. 4B). Ainsi, l'IHS présente

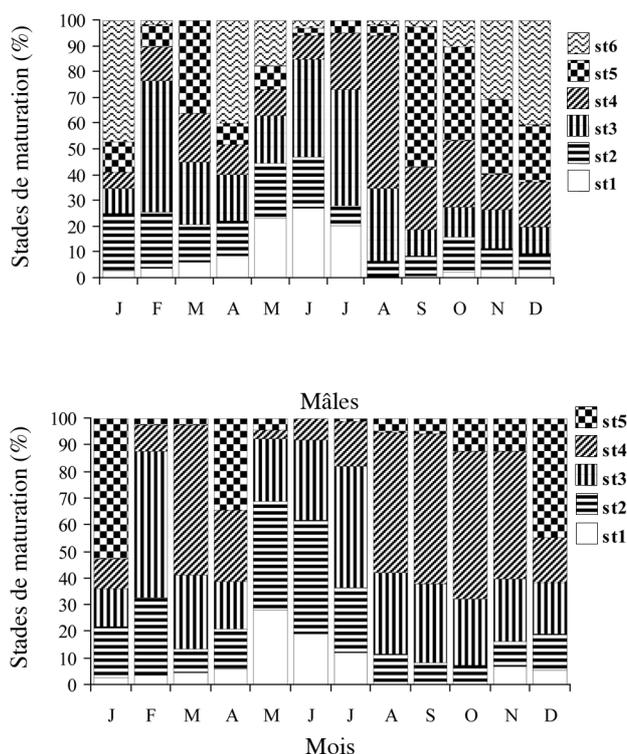


Figure 5. - Pourcentages des stades de maturation des femelles et mâles de *Tylochromis jentinki*. St1 : immature ; St2 : début maturation ; St3 : maturation ; St4 : activité sexuelle (mâles), pré-ponte (femelles) ; St5 : post émission (mâles), ponte (femelles) ; St6 : post ponte. [Percentages of different maturation stages for females and males of *T. jentinki*. St1: immature; St2: beginning of maturation; St3: maturation; St4: sexual activity (males), pre-spawning (females); St5: spent males (males), spawning (females); St6: post spawned.]

globalement des valeurs élevées lorsque les gonades sont développées de février à mars et d'août à septembre où les valeurs sont maximales ($1,31 \pm 0,37$ et $1,08 \pm 0,50$ respectivement chez les mâles et les femelles). Les valeurs de l'IHS sont plus basses pendant la ponte et le repos sexuel.

Le facteur de condition varie dans le même sens que l'IGS indépendamment du sexe (Fig. 4C). Les valeurs de K sont plus faibles en décembre ($1,29 \pm 0,14$ et $1,31 \pm 0,07$ respectivement chez les mâles et les femelles). En revanche, les plus fortes valeurs ont été observées en mars ($1,51 \pm 0,08$ et $1,45 \pm 0,07$ respectivement chez les mâles et les femelles) et en septembre ($1,49 \pm 0,17$ et $1,48 \pm 0,14$ respectivement chez les mâles et les femelles).

Diamètre ovocytaire et fécondité

La distribution de fréquences des diamètres ovocytaires des femelles au stade de maturation sexuelle 2 est uni-modale avec des ovocytes dont les diamètres varient de 0,2 à 3,5 mm (Fig. 6). En revanche, les distributions de fréquences des diamètres ovocytaires des femelles aux stades 3, 4 et 5 sont bimodales. Le premier mode est constitué d'ovocytes

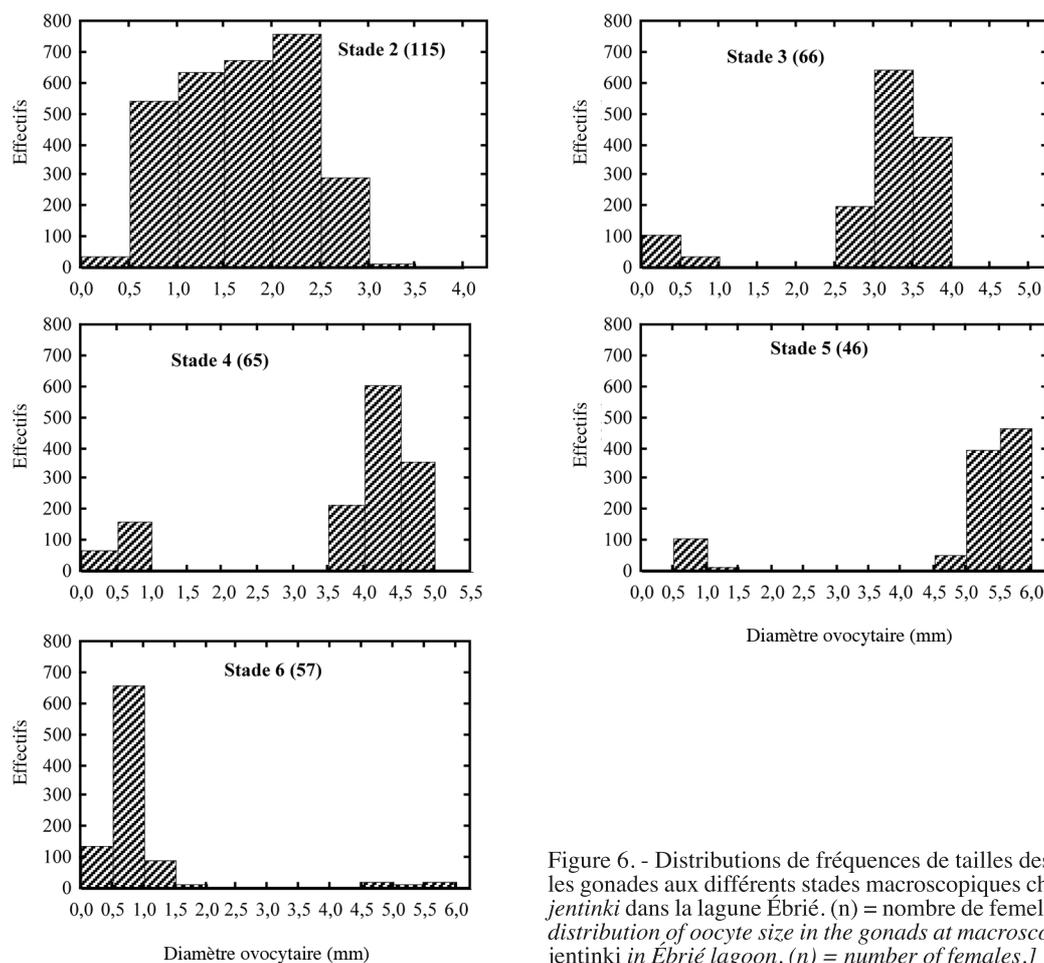


Figure 6. - Distributions de fréquences de tailles des ovocytes dans les gonades aux différents stades macroscopiques chez *Tylochromis jentinki* dans la lagune Ébrié. (n) = nombre de femelles. [Frequency distribution of oocyte size in the gonads at macroscopic stages in *T. jentinki* in Ébrié lagoon. (n) = number of females.]

de diamètre variant de 0,17 à 1,10 mm et le second composé d'ovocytes de diamètre compris entre 2,50 et 5,96 mm. La distribution de fréquences des diamètres ovocytaires des femelles au stade 6 est uni-modale, avec des diamètres ovocytaires variant de 0,30 à 2,50 mm. Cependant, quelques ovocytes de grandes tailles (de 4,75 à 5,90 mm), non expulsés lors de la ponte ont été observés. Le diamètre moyen des ovocytes avant la ponte est de $5,51 \pm 0,27$ mm. La fécondité absolue (F) varie de 102 à 465 ovocytes pour des femelles de tailles comprises entre 114 et 230 mm (LS). La fécondité relative moyenne (Fr) est de 2223 ± 765 ovocytes Kg^{-1} de femelles. La fécondité absolue est positivement corrélée à la longueur standard des femelles tandis que la fécondité relative décroît linéairement avec la longueur standard (Fig. 7).

DISCUSSION

Chez *T. jentinki*, la sex-ratio observée pour l'ensemble des captures en lagune Ébrié montre une dominance des femelles (1 : 1,2). Ces résultats sont semblables à ceux déjà

observés dans cette même lagune (1 : 1,1) par Amon-Kothias (1982). Cette prédominance d'un des sexes est un phénomène relativement fréquent chez de nombreuses espèces de poissons téléostéens (Koné, 2000 ; Poulet, 2004 ; Layachi *et al.*, 2007). Plusieurs hypothèses, entre autres la reproduction, le déplacement pour la recherche de nourriture, la pratique de l'incubation buccale, la croissance différentielle et la mortalité par sexe pourraient expliquer cette tendance (King et Etim, 2004). Chez les espèces à incubation buccale, comme c'est le cas chez *T. jentinki*, l'absence de nourriture pendant la période de reproduction contraint les géniteurs à rester presque sédentaires dans les zones herbeuses ou protégées où les captures restent difficiles (Baroiller et Jalabert, 1989). La femelle étant celle qui pratique l'incubation buccale chez *T. jentinki*, on devrait s'attendre, durant les mois de reproduction (août, septembre, octobre et mars), à une faible proportion de femelles. Cette hypothèse n'est pas confirmée par nos résultats. En effet, Fryer et Iles (1972) ont montré que chez des populations de Cichlidae des grands lacs africains, la sex-ratio est en faveur des mâles parce que leur croissance est plus rapide que celle des femelles. Pour ces

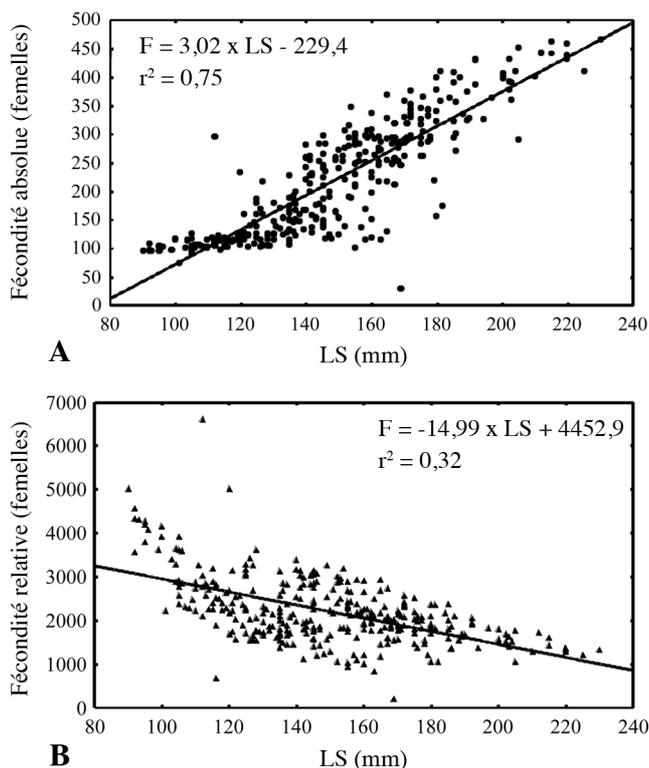


Figure 7. - Relation entre la fécondité absolue et la longueur standard (A), la fécondité relative et la longueur standard (B) chez *Tylochromis jentinki* en lagune Ébrié. [Relationship between the absolute fecundity and the standard length (A), the relative fecundity and the standard length (B) of *T. jentinki* in Ébrié lagoon.]

auteurs, la variation saisonnière observée de la sex-ratio pourrait être due au fait qu'une fois la fertilisation des œufs achevée, les mâles émigrent probablement des frayères vers les zones d'alimentation peu protégées où ils sont plus facilement capturés. En revanche, les femelles migrent vers la végétation submergée et les secteurs rocheux pour éviter des prédateurs (y compris les pêcheurs) et pour effectuer l'incubation et la protection de la progéniture (Peña-Mendoza *et al.*, 2005 ; Offem *et al.*, 2007). D'autres hypothèses pourraient expliquer nos résultats. En effet, la variation de la sex-ratio obtenue pourrait être le reflet des techniques de pêche utilisées dont la sélectivité (en fonction des caractéristiques morphologiques ou comportementales des individus) peut jouer en faveur ou non d'un sexe donné. Ces différences pourraient aussi dépendre fortement des périodes de l'année. Aussi, les femelles en raison de leur comportement incubateur et de protection des œufs sont-elles plus sédentaires et plus affaiblies que les mâles, ce qui les rendrait plus vulnérables aux engins de pêche.

La connaissance de la taille de première maturité sexuelle chez les poissons est essentielle pour déterminer la taille minimale de capture dans l'optique d'une gestion raisonnée des stocks. Chez les Cichlidae, la taille de première maturité

sexuelle en milieu naturel est liée à l'étendue du plan d'eau (Fryer et Iles, 1972), à la densité des poissons (Legendre et Écoutin, 1989) et à divers états de stress existant au sein des populations des poissons (Lowe-McConnell, 1987). Chez *T. jentinki*, Amon-Kothias (1982) a rapporté que la première maturité sexuelle est atteinte à la taille de 158 mm, LF (128 mm LS) pour l'ensemble des individus sans distinction de sexe. Dans notre étude, les tailles de première maturité sexuelle estimées à 118 et 126 mm respectivement chez les mâles et les femelles ne sont pas significativement différentes. Cependant, les mâles atteignent la maturité sexuelle plus rapidement que les femelles. Cela serait dû à la croissance différentielle observée chez la plupart des Téléostéens (Fantodji, 1987 ; Toguyémi *et al.*, 1997 ; Poulet, 2004). Dans beaucoup de cas, les différences de taille sont associées aux différences sexuelles liées à la relative répartition de l'énergie pour la production des gamètes (Weatherley et Gill, 1987). La taille de première maturité enregistrée dans cette étude est inférieure à celle qui est rapportée par Amon-Kothias (1982). Cette différence de taille pourrait être due à l'intensification de l'effort de pêche. Selon Albaret et Laë (2003), cette partie de la lagune est pleinement exploitée par une pêche professionnelle reposant à la fois sur l'utilisation d'engins individuels et collectifs. Par ailleurs, la lagune Ébrié a été soumise à de fortes pressions anthropiques qui ont dégradé son environnement biotique et abiotique au cours des deux dernières décennies. Les poissons soumis à ces pressions pourraient présenter des adaptations écophysiologiques en rapport avec la croissance ou la reproduction : maturité sexuelle précoce, nanisme.... Des résultats similaires ont été signalés chez plusieurs espèces de poissons (Legendre et Écoutin, 1989 ; Duponchelle et Panfili, 1998). Fox et Crivelli (2001) ont montré que l'acquisition de la maturité sexuelle dépend des ressources trophiques disponibles.

L'évolution de l'IGS couplée aux variations des stades macroscopiques de maturation sexuelle montrent que la période de ponte est étalée sur toute l'année avec un pic plus marqué d'octobre à novembre, période pendant laquelle les plus grandes proportions de femelles aux stades 4 et 5 et de mâles aux stades 3 et 4 ont été observées. Un second pic de faible amplitude intervient en avril après la légère augmentation de l'IGS de femelles aux stades 4 et 5 et de mâles aux stades 3 et 4. Ainsi, de février à mars et de juillet à septembre, les gonades de *T. jentinki* acquièrent progressivement leur maturité. Les poissons s'alimentent activement et stockent des réserves énergétiques au niveau du foie et du muscle. Par conséquent, les valeurs maximales de l'IGS, de l'IHS et du K sont atteintes en mars et en septembre. Ces périodes correspondent respectivement à la fin de la grande et de la petite saisons sèches dans la lagune Ébrié, où les valeurs maximales de température et de salinité sont atteintes (Durand et Guiral, 1994). L'émission des gamètes a lieu

principalement en avril et d'octobre à décembre. Durant cette période, les poissons s'alimentent de moins en moins et commencent à puiser dans leurs réserves hépatiques et corporelles pour assurer les besoins énergétiques ; par conséquent l'IHS et le facteur K sont au plus bas niveau. Cette stratégie de reproduction a été signalée chez *Sciaena umbra* des côtes tunisiennes (Chakroun-Marzouk et Ktari, 2003). Chez *T. jentinki*, le frai semble donc être le processus qui mobilise plus d'énergie contrairement à la maturation des gonades. En effet, l'augmentation de l'IGS, de l'IHS et du K au cours de la période de maturation s'expliquerait en partie par la non utilisation des réserves hépatique et corporelle comme source d'énergie pour la vitellogenèse. Toutefois, si des réserves sont mobilisées à partir de ces organes, elles semblent être compensées par celles qui sont obtenues par l'alimentation (Konan *et al.*, 2008). De mai à juillet, l'IGS des individus collectés est à son niveau le plus bas. Cette période coïncide avec le repos sexuel. L'augmentation d'individus immatures au stade 1 semble confirmer cette hypothèse. Au cours de cette période, les poissons reprennent leur alimentation, l'IHS et le facteur K sont alors maintenus à des niveaux élevés. Cette amélioration de la condition globale des poissons serait en relation avec des conditions hydrologiques et trophiques meilleures dans la lagune Ébrié (Konan *et al.*, 2008). *Tylochromis jentinki* se reproduit donc au début des saisons pluvieuses où les conditions environnementales et trophiques demeurent favorables pendant plusieurs mois pour assurer le développement et la survie de sa progéniture. Cette stratégie de reproduction a déjà été rapportée par Paugy (2002) chez les poissons tropicaux dans la rivière Baoulé au Mali. L'émission des gamètes a lieu principalement en avril et d'octobre à décembre. Celle-ci serait déclenchée par la baisse de la salinité et de la température des eaux de 30,7 à 30,1°C (mars-avril) et de 29,0 à 27,2°C (septembre-novembre) dans la lagune Ébrié (Fig. 2). La baisse de ces paramètres environnementaux, associée à la saison des pluies (avril) et des crues (octobre-novembre) dans la lagune Ébrié sont des stimuli qui déclencheraient la ponte comme cela a déjà été rapporté chez *Heterobranchus longifilis* (Otémé *et al.*, 1996).

La fécondité absolue augmente avec la taille des femelles alors que la fécondité relative est inversement corrélée à la taille des femelles. Des résultats similaires ont été rapportés chez deux espèces de Cichlidae, *Sarotherodon melanotheron* et *Tilapia guineensis* en lagune Ébrié (Legendre et Écoutin, 1989). La diminution de la fécondité relative avec la taille des femelles indique que le potentiel reproducteur de la population serait surtout fondé sur les jeunes femelles (Poulet, 2004). Toutefois, les femelles plus âgées jouent aussi un rôle important de par leur fécondité absolue élevée, maximisant les chances de survie des larves. Le diamètre moyen des ovocytes avant la ponte est de 5,51 mm ± 0,27. Chez les espèces à incubation buccale, comme c'est le cas chez cette

espèce, les chances de survie augmentent et la fécondité peut diminuer sans risques pour l'espèce (Mellinger, 2002). Balon (1991) a montré que chez les Cichlidae du lac Tanganyika, l'incubation buccale des œufs et des larves a pour conséquence de baisser la fécondité par ponte et dédouble le volume des œufs. Chez *Tylochromis jentinki*, les gros œufs permettent aux juvéniles de séjourner plus longtemps, jusqu'à 15 jours (Amon-Kothias, 1982), dans la cavité buccale de la femelle, à l'abri des prédateurs.

Remerciements. - Cette étude a été entièrement financée par le Centre de Recherches océanologiques. Nos remerciements s'adressent aux chercheurs et au personnel technique du département Aquaculture dudit centre. Nos remerciements également les pêcheurs des villages de Layo, d'Ahua et de Gboyo pour leur coopération efficace.

RÉFÉRENCES

- ALBARET J.J. & LAË R., 2003. - Impact of fish assemblage in tropical lagoons: The example of the Ébrié lagoon, West Africa. *Aquat. Living Resour.*, 16: 1-9.
- AMON-KOTHIAS J.B., 1982. - Biologie, écologie et pêche de *Tylochromis jentinki jentinki* (Cichlidae) en lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). Thèse de 3^e cycle, 156 p. Univ. de Bretagne occidentale, France.
- AVIT J.B.L.F., SANKARÉ Y., HEM S. & HIÉ DARÉ J.P., 1996. - Technique de pêche et sélectivité des filets maillants dans un acadja enclos en lagune Tendo (Côte d'Ivoire). *Agronom. Afr.*, 8(1): 69-83.
- BALON E.K., 1991. - Probable evolution of the coelacanth's reproductive style: Lecithotrophy and orally feeding embryos in cichlid fishes and in *Latimeria chalumnae*. *Env. Biol. Fish.*, 32: 249-265.
- BAROILLER J.F. & JALABERT B., 1989. - Contribution of research in reproductive physiology to the culture of tilapias. *Aquat. Living Resour.*, 2: 105-116.
- CHAKROUN-MARZOUK N. & KTARI M.H., 2003. - Le corb des côtes tunisiennes, *Sciaena umbra* (Sciaenidae) : cycle sexuel, âge et croissance. *Cybium*, 27(3) : 211-225.
- DUPONCHELLE F. & PANFILI J., 1998. - Variations in age and size at maturity of female tilapia, *Oreochromis niloticus*, populations from man-made lakes of Côte d'Ivoire. *Environ. Biol. Fish.*, 52: 453-465.
- DURAND J.R. & GUIRAL D., 1994. - Hydroclimat et hydrochimie. In: Environnement et Ressources aquatiques de Côte d'Ivoire. Tome II. Les Milieux lagunaires (Durand J.R., Dufour P., Guiral D. & Zabi S.G., eds), pp. 129-136. Paris: ORSTOM.
- DURAND J.R. & SKUBICH M., 1982. - Les lagunes ivoiriennes. *Aquaculture*, 27: 211-250.
- FOX M.G. & CRIVELLI A.J., 2001. - Life history traits of pumpkinseed (*Lepomis gibbosus*) populations introduced into warm thermal environments. *Arch. Hydrobiol.*, 150: 561-580.
- FRYER G. & ILES D., 1972. - The Cichlid Fishes of the Great Lakes of Africa. Their Biology and Evolution. 641 p. Edinburgh: Oliver and Boyd.

- GHORBEL M., JARBOUI O., BRADAI M.N. & BOUAIN A., 1996. - Détermination de la taille de première maturité sexuelle par une fonction logistique chez *Limanda limanda*, *Pagellus erythrinus* et *Scorpaena porcus*. *Bull. INSTM*, n. spec., 3: 24-27.
- KING R.P. & ETIM L., 2004. - Reproduction, growth, mortality and yield of *Tilapia mariae* Boulenger, 1899 (Cichlidae) in Nigerian rain forest Westland stream. *J. Appl. Ichthyol.*, 20: 502-510.
- KONAN K.J., ATSE B.C. & KOUASSI N.J., 2008. - Habitudes et stratégies alimentaires de *Tylochromis jentinki jentinki* (Cichlidae) dans la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). *Cybium*, 32(1): 3-8.
- KONÉ T., 2000. - Régime alimentaire et reproduction d'un tilapia lagunaire (*Sarotherodon melanotheron* Rüppel, 1852) dans la rivière Bia et le lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat, 253 p. Univ. d'Abobo Adjamé, Côte d'Ivoire.
- LAYACHI M., MELHAOUI M., SROUR A. & RAMDANI M., 2007. - Contribution à l'étude de la reproduction et de la croissance du rouget-barbet de vase (*Mullus barbatus* L., 1758) de la zone littorale méditerranéenne de Nador (Maroc). *Bull. Inst. Sci.*, 29: 43-53.
- LEGENDRE M. & ÉCOUTIN J.M., 1989. - Suitability of brackish water tilapia species from the Ivory Coast for lagoon aquaculture: Reproduction. *Aquat. Living Resour.*, 2: 71-79.
- LOWE-MCCONNELL R.H., 1987. - Breeding behaviour patterns and ecological differences between *Tilapia* species and their significance for evolution within the genus *Tilapia* (Pisces, Cichlidae). *Proc. Zool. Soc.*, 132: 1-30.
- MELLINGER J., 2002. - Sexualité et Reproduction des Poissons. 349 p. Paris: CNRS Éditions.
- OFFEM B.O., AKEGBEJO-SAMSONS Y. & OMONIYI I.T., 2007. - Biological assessment of *Oreochromis niloticus* (Pisces: Cichlidae; Linné, 1958) in a tropical floodplain river. *Afr. J. Biotechnol.*, 6: 1966-1971.
- OTÉMÉ Z.J., HEM S. & LEGENDRE M., 1996. - Nouvelles espèces de poissons-chats pour le développement de la pisciculture africaine. In: The Biology and Culture of Catfishes (Legendre M. & Proteau J.P., eds). *Aquat. Living Resour.*, 9: 207-217.
- PAUGY D., 2002. - Reproductive strategies of fishes in tropical temporary stream of the Upper Senegal basin: Baoulé River in Mali. *Aquat. Living Resour.*, 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. Tome II. 816 p. Collection Faune et Flore tropicales. Paris: IRD, MNHN & MRAC.
- PEÑA-MENDOZA B., GOMEZ-MARQUEZ J.L., SALGADO-UGARTE I.H. & RAMIREZ NOGUERA D., 2005. - Reproductive biology of *Oreochromis niloticus* (Perciformes: Cichlidae) at Emiliano Zapata dam, Morelos, Mexico. *Rev. Biol. Trop.*, 53: 515-522.
- POULET N., 2004. - Le sandre (*Sander lucioperca* L.): Biologie, comportement et dynamique des populations en Carmargue (Bouches du Rhône, France). Thèse de Doctorat, 300 p. Univ. de Toulouse III, France.
- PUSEY B.J., ARTHINGTON A.H., BIRD J.R. & CLOSE P.G., 2001. - Reproduction in three species of rainbow fish (Melanotaeniidae) from rainforest streams in northern Queensland. *Austral. Ecol. Freshw. Fish*, 10: 75-87.
- TOGUYÉMI A., FAUCONNEAU B., BOUJARD T., FOSTIER A., KUHN E.R., MOL K.A. & BAROILLER J.F., 1997. - Feeding behaviour and food utilisation in Tilapia, *Oreochromis niloticus*: Effect of sex ratio relationship with the endocrine status. *Physiol. Behav.*, 62(2): 273-279.
- WEATHERLEY A.H. & GILL H.S., 1987. - The Biology of Fish Growth. 420 p. London: Academic Press.

Reçu le 16 mai 2008.

Accepté pour publication le 30 janvier 2009.

RÉSUMÉ

Tylochromis jentinki est un Cichlidae d'eau saumâtre naturellement rencontré dans les lagunes, les estuaires et les cours inférieurs des rivières le long des côtes Ouest africaines de Gambie en Côte d'Ivoire. Malgré son abondance dans les pêcheries artisanales, peu de travaux ont été consacrés à cette espèce. Nous avons étudié la reproduction et le régime alimentaire de *T. jentinki* dans la lagune Ébrié entre février 2004 et janvier 2006. Au total, 1850 spécimens (75-235 mm LS) dont 843 mâles et 1007 femelles ont été examinés. La structure démographique de la population de *T. jentinki* est composée de jeunes individus qui ont une croissance isométrique. Les paramètres de croissance estimés à l'aide de l'équation de Von Bertalanffy sont : $L_{\infty} = 25$ cm, $K = 0,67 \text{ an}^{-1}$, $t_0 = -0,28 \text{ an}^{-1}$, $M = 1,45 \text{ an}^{-1}$, $F = 0,93 \text{ an}^{-1}$ et $Z = 2,38 \text{ an}^{-1}$. Ces résultats ont montré également que le stock de *T. jentinki* est sous-exploité dans la lagune Ébrié.

En ce qui concerne la reproduction, la sex-ratio est en faveur des femelles (1 : 1,2). La taille de première maturité sexuelle (L_{50}) est de 118 et 126 mm (LS) respectivement chez les mâles et les femelles. Les valeurs mensuelles du rapport gonadosomatique (RGS) et des pourcentages de stades de maturité et l'histologie des gonades indiquent que *T. jentinki* se reproduit en avril et d'octobre à décembre. *Tylochromis jentinki* développe une stratégie de reproduction en relation avec la faible salinité et la disponibilité de la nourriture. La reproduction de ces espèces est synchronisée pour tirer profit des conditions environnementales optimales afin d'assurer la plus grande survie des jeunes. La croissance des ovocytes intervient au moment où le RHS et le facteur de condition sont élevés. En revanche, le frai provoque une baisse du RHS et du facteur K. Ceci pourrait être dû à l'utilisation des réserves hépatique et corporelle pour l'émission des gamètes. La ponte entraîne la réduction de la consommation d'aliment. La fécondité absolue varie de 105 à 465 ovocytes pour des femelles de tailles comprises entre 114 et 230 mm (LS) et la fécondité relative est 2223 ± 765 ovocytes Kg^{-1} de femelles. Le diamètre ovocyttaire moyen juste avant la ponte est de $5,51 \pm 0,27$ mm.

En ce qui concerne le régime alimentaire, sur l'ensemble des contenus digestifs examinés, 798 contenaient des items et 1051 étaient vides (56,81 %). Ces poissons ont une activité alimentaire plus accrue durant les heures de nuit. Le régime alimentaire général est essentiellement composé d'invertébrés benthiques, surtout de mollusques, de larves de Chironomidae et de plantes terrestres. Cette espèce consomme préférentiellement les mollusques à Layo et à Ahua et les insectes à Gboyo. Les proportions d'aliments ingérées changent également avec la taille des poissons, ce qui est probablement dû aux changements des besoins énergétiques et des capacités de prédatons avec l'âge. Par ailleurs, la fréquence de plantes terrestres consommées varie avec la saison en relation avec la fluctuation des ressources terrestres. Sur la base du coefficient intestinal et de l'analyse qualitative et quantitative des proies, *T. jentinki* peut être classé parmi les omnivores.

Mots clés : Cichlidae, *Tylochromis jentinki*, alimentation, reproduction, lagune Ébrié, Côte d'Ivoire.

SUMMARY

Tylochromis jentinki is a brackish water Cichlidae naturally occurring in lagoon, estuaries, and lower parts of rivers along the West African coast from Gambia to Côte d'Ivoire. In spite of its abundance in artisanal fisheries, little works have been consecrated to this species. We studied reproduction and diet of *T. jentinki* in Ébrié lagoon between February 2004 and January 2006. A total of 1850 specimens (75-235 mm SL) of which 843 males and 1007 females were examined. The demographic structure of the population of *T. jentinki* is made up of young individuals which are isometric growth. The estimated parameters of growth using the equation of Von Bertalanffy are: $L_{\infty} = 25$ cm, $K = 0.67 \text{ yr}^{-1}$, $t_0 = -0.28 \text{ yr}^{-1}$, $M = 1.45 \text{ yr}^{-1}$, $F = 0.93 \text{ yr}^{-1}$ and $Z = 2.38 \text{ yr}^{-1}$. These results also indicated that the stock of *T. jentinki* is underexploited in Ébrié lagoon.

Concerning the reproduction, the sex-ratio was in favour of females (1: 1.2). The first sexual maturity size was 118 mm (SL) for males and 126 mm for females. Both monthly gonadosomatic index and macroscopically determined gonad stages and histology of gonads strongly indicate that *T. jentinki* spawn in April and from October to December. *Tylochromis jentinki* exhibits a breeding strategy which is synchronised to take advantage of the beneficial optimal environmental conditions in order to ensure greatest survival of the young. During oocyte growth, the hepatosomatic index and the condition factor increased. On the other hand, spawning leads to a decrease of HSI and K. This fact can be probably explained by the use of the liver and somatic reserves for emission of gametes. Spawning leads to a decrease of food consumption. Absolute fecundity is ranged from 105 to 465 oocytes for females of 114 and 230 mm (SL). The mean relative fecundity was 2223 ± 765 ovocytes Kg^{-1} of females. The mean oocyte diameter before spawning was 5.51 ± 0.27 mm.

Concerning the dietary, from all samples examined, 798 digestive tracts contained preys and 1051 were empty (56.81 %). These species have a nocturnal food activity. Dietary essentially based on benthic invertebrates, specially molluscs and Chironomid larvae, and terrestrial plants. This species consumed mostly molluscs in Layo and Ahua and insects in Gboyo. The proportions also appear to change with the size, probably in relation to energetic needs as well as changing predation capabilities with relation to size. In addition, the terrestrial plants consumed vary in proportion with seasons, reflecting the seasonal variations of terrestrial resources. On the basis of the intestinal yield and the qualitative and quantitative analysis of the preys, *T. jentinki* can be classified among the omnivorous.

Key words: Cichlidae, *Tylochromis jentinki*, feeding, reproduction, Ébrié lagoon, Côte d'Ivoire.