

ÉTUDE MICROSCOPIQUE DES TESTICULES ET SPERMATOGENÈSE CHEZ *CHLOROSCOMBRUS CHRYSURUS* (LINNAEUS, 1766) (TÉLÉOSTÉENS : CARANGIDAE) DE LA PÊCHERIE ARTISANALE MARITIME DE CÔTE D'IVOIRE

Jean-Jacques MIESSAN^{1,2*}, Komenan Daouda KOUASSI^{1,2} et Marie-Anne d'ALMEIDA²

¹ *Université Alassane Ouattara, Département des Sciences et Techniques, BPV 18 Bouaké 01, Côte d'Ivoire*

² *Université Félix HOUPHOUËT-BOIGNY Cocody, UFR Biosciences, Laboratoire de Biologie et Santé, Unité Pédagogique de Recherche : Biologie Cellulaire, 22 BP 582 Abidjan 22, Côte d'Ivoire*

(reçu le 15 Septembre 2023; accepté le 26 Novembre 2023)

* Correspondance, e-mail : jeanjacquesmiessan09@gmail.com

RÉSUMÉ

L'étude de la spermatogenèse chez *Chloroscombrus chrysurus* a porté sur 147 spécimens en provenance de la pêche commerciale au niveau du port de pêche d'Abidjan qui ont été échantillonnés. Les observations macroscopiques et histologiques réalisées à l'œil nu, à la loupe binoculaire photographique et au microscope optique ont permis de mettre en évidence quelques critères d'identification des étapes de la spermatogenèse. L'analyse macroscopique des testicules a permis d'établir chez les mâles une échelle de maturité sexuelle qui comporte six (6) stades. Au cours de cette maturité, s'effectue la différenciation des testicules ou spermatogenèse. Le testicule se présente macroscopiquement, sous la forme de deux lobes testiculaires distincts, qui se rejoignent dans la partie postérieure formant un spermiducte de taille et forme variables. Suite au traitement histologique et à l'observation au microscope optique, il ressort que le processus de la spermatogenèse se déroule en deux phases, au cours desquelles les spermatogonies se transforment en spermatocytes et en spermatozoïdes. Ces derniers sont expulsés à la spermiation. Ces données pourront servir de base pour la réalisation d'une pisciculture ultérieure.

Mots-clés : *Chloroscombrus chrysurus*, spermatogenèse, spermatozoïdes, Côte d'Ivoire.

ABSTRACT

Microscopic study of testicles and spermatogenesis of *Chloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766) (Téléostéens : Carangidae) from the artisanal maritime fishery of the ivory coast

The study of spermatogenesis in *Chloroscombrus chrysurus* focused on 147 specimens from commercial at the fishing port of Abidjan were sampled. Macroscopic and histological observations made with the naked eye, with a binocular photographic magnifying glass and with an optical microscope have made it possible to highlight some criteria for identifying the stages of spermatogenesis. The macroscopic analysis of the testicles made it possible to establish in males a scale of sexual maturity which comprises six (6) stages. During this maturity, the differentiation of the testicles or spermatogenesis takes place. The testicle appears macroscopically, as two distinct testicular lobes, which join in the posterior part forming a spermiduct of variable size and shape. As a result of histological processing and observation under an optical microscope, it appears that the process of spermatogenesis takes place in two phases, during which the spermatogonia are transformed into spermatocytes and spermatozoa. The latter are expelled at spermiation. These data can be used as a basis for the realization of a subsequent fish farming.

Keywords : *Chloroscombrus chrysurus*, *spermatogenesis*, *spermatozoa*, *Ivory Coast*.

I - INTRODUCTION

En Côte d'Ivoire, le poisson et les pêcheries font partie intégrante du quotidien de la plupart des sociétés et contribuent à la santé et au bien-être économique et social dans de nombreux pays et régions [1]. De plus, les produits halieutiques des écosystèmes aquatiques tels que les poissons représentent des denrées alimentaires de base les plus consommés dans le monde [2]. Parmi ceux-ci, figure *Chloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766) qui est une espèce osseuse appartenant à la famille des Carangidae. La chair de poisson frais est d'une haute digestibilité et d'une excellente source protéique de croissance pour la consommation des populations. Elle offre également des minéraux (calcium, magnésium, potassium, sodium, phosphore, fer, soufre, chlore, cuivre, manganèse, brome, iode), des lipides et des vitamines [3, 4]. Cette espèce de Carangidae incarne un intérêt commercial très important et c'est l'une des espèces prisées sur le marché d'où la motivation à entreprendre des investigations portant sur sa reproduction en particulier sa gamétogenèse. Malheureusement, très peu d'informations sont disponibles en ce qui concerne la biologie et l'écologie de l'espèce en Afrique en général et particulièrement

en Côte d'Ivoire. Ce qui constitue une faiblesse dans la mise en œuvre d'une bonne politique de conservation de *Chloroscombrus chrysurus* dans le monde. En Côte d'Ivoire, les travaux préliminaires sur l'espèce cible se rapportant aux travaux de différenciation histologique de son organe mixte, l'hépatopancréas [5]. Cependant, il est bien connu et depuis longtemps, que la gestion des ressources ichtyologiques repose essentiellement sur la connaissance de la biologie, la croissance, la reproduction, le régime alimentaire et le comportement de l'espèce [6]. Toutefois, à travers le monde, des travaux de recherche intégrant ces paramètres dans la gestion des ressources ichtyologiques en particulier chez cette espèce cible sont peu nombreux. Ainsi, l'éco-parasitologie a été antérieurement décrite chez *Amphipolycotyle chloroscombrus* [7]. Par ailleurs, des travaux relatifs à l'âge et à la croissance chez *Chloroscombrus chrysurus* ont été abordés respectivement dans les eaux brésiliennes et les eaux Tropicales de l'Océan Atlantique [8, 9]. En revanche, des études traitant la reproduction, l'écologie, le régime alimentaire, la croissance et l'exploitation ont été par ailleurs bien étudiées chez plusieurs espèces à travers le monde [10 - 12]. Cependant, très peu de travaux de recherches engagés sur le plan histologique visent à décrire les différentes étapes de la gonadogenèse chez les poissons [13, 14]. Mis à part, le cas de quelques travaux de recherches, aucune étude microscopique sur la gamétogenèse n'a été entreprise jusqu'à ce jour dans les eaux ivoiriennes chez l'espèce *Chloroscombrus chrysurus*. C'est dans ce contexte bien précis que s'insère la présente étude. Pour ce faire, l'étude microscopique basée sur l'analyse de coupes histologiques a été entreprise.

II - MATÉRIEL ET MÉTHODES

II-1. Matériel biologique

Chloroscombrus chrysurus (Linnaeus, 1766) est l'espèce ayant servi à réaliser des présents travaux. Tous ces spécimens, proviennent de la pêche commerciale au niveau du port de pêche d'Abidjan. La clé dichotomique établie dans le cadre de l'identification des poissons a été utilisée pour la présente étude [15].

II-2. Échantillonnage et traitement des poissons

L'échantillonnage des poissons s'est déroulé durant la période allant de Janvier 2020 à Décembre 2020. Cette étude a porté sur 810 mâles ayant une longueur totale comprise entre 13 cm et 35 cm. La collecte des spécimens s'est effectuée régulièrement chaque mois dans la zone d'Abidjan précisément au quai piroguier d'Abobo-doumé (Abidjan, Côte d'Ivoire). Au laboratoire, les

poissons sont immédiatement congelés à 0°C dans un délai très court afin d'éviter la liquéfaction des organes. Sur chaque spécimen identifié, la longueur à la fourche du poisson (LF) au millimètre près et la masse éviscérée (Mév) du poisson au gramme près ont été relevées. Les spécimens sont disséqués puis les lambeaux de chair du poisson ont été écartés pour mettre à nu la gonade et le tube digestif. Les prises de vue ont été effectuées à l'aide d'un appareil photographique de marque OLYMPUS SZ-20. Les lobes testiculaires de chaque spécimen sont séparés minutieusement puis prélevés. Les pesées, les mensurations, les descriptions macroscopiques des testicules ont été notées pour des études ultérieures, puis ils sont fixés par immersion dans du formaldéhyde à 10 % pour les études histologiques.

II-3. Technique histologique

Les techniques histologiques utilisées dans la réalisation des présents travaux sont celles appliquées dans les manuels de référence [16]. Les testicules prélevés sont fixés par immersion dans du formaldéhyde à 10 %, déshydratés de façon progressive dans des bains d'alcool ascendant (70°, 95° 100°) puis pré-imprégnés ou éclaircis. Les gonades sont pré-imprégnées dans quatre (4) bains constitués des mélanges d'éthanol absolu et de toluène à volume croissant ($\frac{1}{4}$ toluène et $\frac{3}{4}$ d'éthanol absolu ; $\frac{1}{2}$ toluène et $\frac{1}{2}$ d'éthanol absolu ; $\frac{3}{4}$ toluène et $\frac{1}{4}$ d'éthanol absolu ; toluène pur). L'imprégnation à l'étuve à 60°C et l'inclusion dans des barres de LEUCKART ont été faites dans de la paraffine (Paraplast de marque : PARAFINA PARA HISTOLOGICA). Des coupes transversales de 7 μ m d'épaisseur, réalisées au microtome MICROM HM 310 ont été colorées à l'hématoxyline-éosine. Les coupes ont également été collodionnées (Collodion 4 % Merk) afin d'éviter leur décollement éventuel au cours des différentes étapes de la coloration. Un micromètre oculaire permet de mesurer les diamètres des cellules sexuelles. Les observations des lames obtenues et les microphotographies ont été réalisées à l'aide d'un photomicroscope de marque OLYMPUS CKX 41.

III - RÉSULTATS

III-1. Description des testicules

Les testicules étaient localisés dans la partie médiane et antérieure de la cavité abdominale du poisson (*Figure 1 A*). Après son extraction méticuleuse de la cavité viscérale, le testicule se présentait comme un organe pair constitué de deux lobes testiculaires fusionnent dans sa partie postérieure formant, le canal déférent. Ce dernier débutait au niveau du bord médian de chaque lobe testiculaire et s'étendait verticalement vers le bas débouchant sur l'orifice

uro-génital où le sperme était expulsé. Cette configuration donnait au testicule un aspect sous la forme de "V" ou "Y". Les lobes testiculaires étaient de couleur blanchâtre ou blanc laiteux de forme allongée et très vascularisées en fonction du stade de maturité sexuelle (*Figure 1B*).

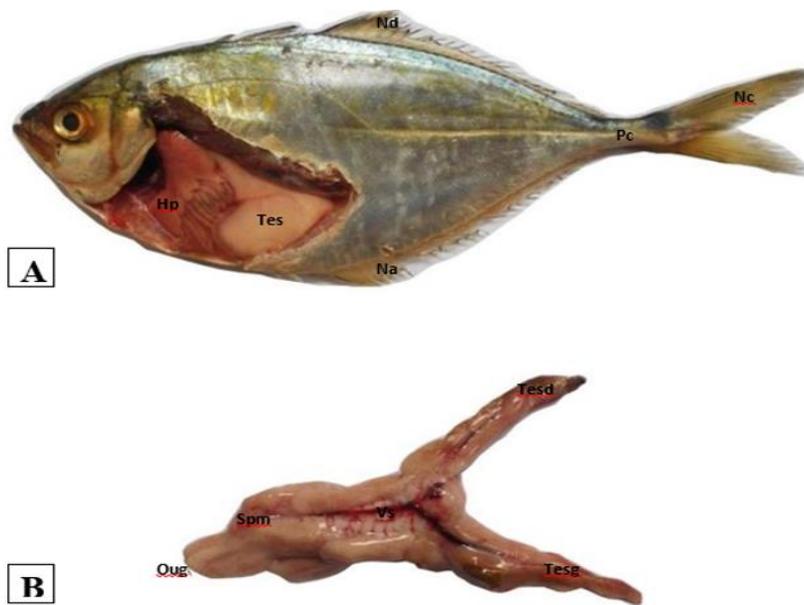


Figure 1 : Aspect macroscopique d'un testicule mature chez *Chloroscombrus chrysurus*

A : Aspect macroscopique du testicule au sein la cavité abdominale ;

B : Morphologie d'un testicule mature.

Hp : hépatopancréas ; Na : nageoire anale ; Nc : nageoire caudale ; Nd : nageoire dorsale ; Oug : orifice uro-génital ; Pa : partie antérieure ; Pc : pédoncule caudal ; Pm : partie médiane ; Pp : partie postérieure ; Spm : spermiducte ; Tes : testicule ; Tesd : lobe testiculaire droit ; Tesg : lobe testiculaire gauche ; Vs : vaisseau sanguin.

III-2. Études macroscopique et histologique des testicules chez *Chloroscombrus chrysurus*

L'observation de l'aspect macroscopique des testicules tenant compte des critères anatomo-morphologiques. Ces critères sont les suivants : la taille des gonades, la forme ou la morphologie, l'aspect, la coloration, l'importance de la vascularisation superficielle des gonades et le volume occupé par la gonade dans la cavité abdominale [17]. L'analyse macroscopique a permis de distinguer six (6) stades de maturation dans la croissance des gonades mâles chez *Chloroscombrus chrysurus*.

- **Le stade I** a pu être observé chez les individus moins juvéniles de *Chloroscombrus chrysurus* de 116 mm de longueur (longueur à la fourche). Ce stade est un état immature de la gonade du fait qu'elle se présente sous forme de deux lobes testiculaires très filiformes disposés sous la forme de "V", blanchâtre et translucide. L'histologie de la partie postérieure des testicules révèle la présence de deux lobes testiculaires. La structure testiculaire présente un ensemble de lobules de forme variable entouré de la tunique albuginée. Au niveau de la structure testiculaire, une zonation est observée de l'extérieur vers l'intérieur de la manière suivante : la zone périphérique, la zone intermédiaire et la zone centrale. Les lobules de la zone périphérique contiennent des spermatogonies qui ont une taille comprise entre 14 μm et 16 μm . Quant à la zone intermédiaire, elle renferme les lobules à spermatocytes I. Ces cellules sexuelles ont une taille comprise entre 11 μm et 13 μm . La zone centrale est totalement dépourvue de cellules sexuelles (**Figure 2**).
- **Le stade II** est observable chez les individus ayant une taille comprise entre 116 mm de longueur totale. Les testicules fins et allongés sont composés de deux lobes qui s'unissent dans la partie postérieure formant le canal déférent. La structure microscopique de la partie postérieure du testicule montre deux lobes testiculaires bien individualisés fusionnant au niveau du spermiducte. Au plan microscopique, le testicule est délimité par l'albuginée en dessous duquel se localisent les lobules. Les micrographies présentent au plan structural, les mêmes caractéristiques que le stade précédent. Les lobules de la zone périphérique contiennent des spermatogonies. La zone intermédiaire renferme des lobules à spermatocytes I et spermatocytes II dont la taille oscille entre 7 μm et 9 μm . Ces cellules sexuelles occupent presque la totalité de la lumière des lobules. À ce stade, la zone centrale qui amorce l'édification du spermiducte est dépourvue de cellules sexuelles mâles (**Figure 3**).

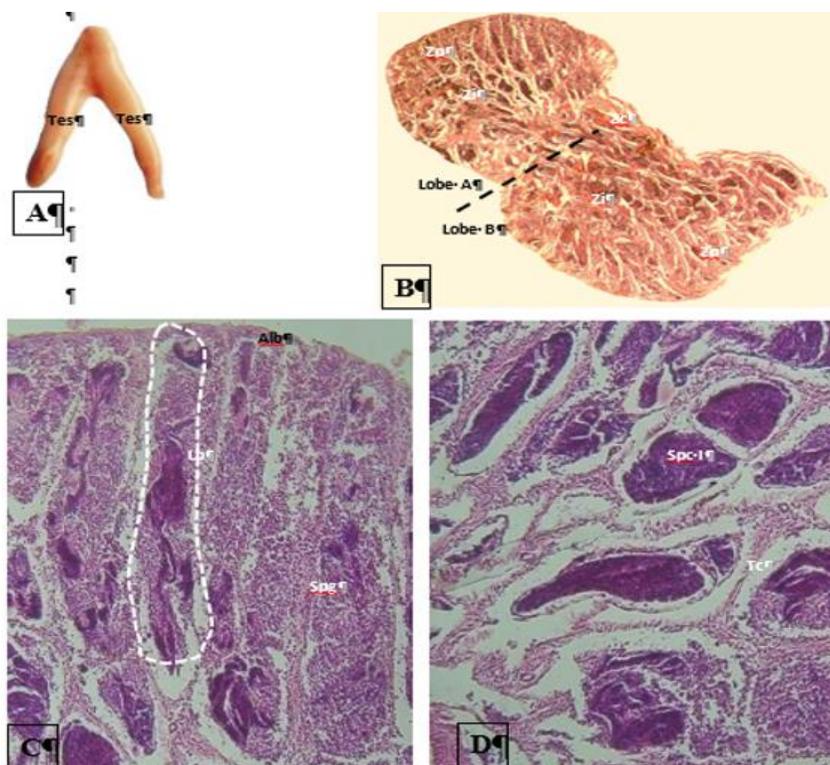


Figure 2 : *Micrographie du testicule au stade I macroscopique*

A : Aspect macroscopique du testicule au stade I ; B : Vue d'ensemble microscopique du testicule au stade I ; C et D : Vue partielle de la zone périphérique (C) et de la zone intermédiaire (D) ; Alb : albuginée ; Zc : zone centrale ; Zi : zone intermédiaire ; Zp : zone périphérique ; Tes : testicule ; Spc I : spermatocytes I ; Spg : spermatogonies ; Tc : tissu conjonctif ; Les pointillées entourent les lobules ; Coloration : Hématoxyline Éosine ; Grossissement B : X 40 ; Grossissement C et D : X 400

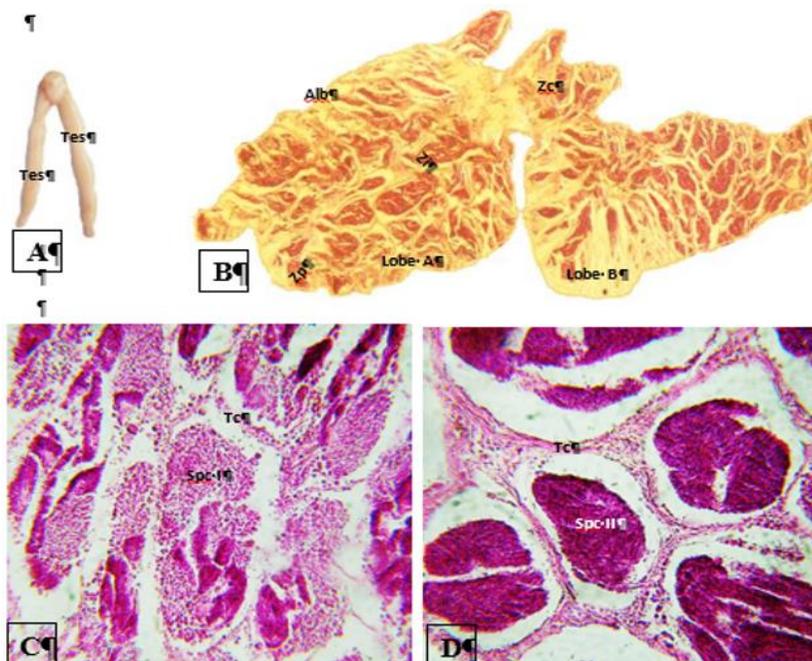


Figure 3 : *Micrographie du testicule au stade II macroscopique*

A : Aspect macroscopique du testicule au stade II ; B : Vue d'ensemble microscopique du testicule au stade II ; C et D : Vue partielle de la zone périphérique (C) et de la zone intermédiaire (D). Alb : albuginée ; Zc : zone centrale ; Zi : zone intermédiaire ; Zp : zone périphérique ; Spc I spermatocytes I ; Spc II : spermatocytes II ; Tc : tissu conjonctif ; Tes : testicule ; Coloration : Hématoxyline Eosine ; Grossissement B : X 40 ; Grossissement C et D : X 400

- **Le stade III** correspond au début de la maturation des cellules sexuelles. Au plan macroscopique, le testicule est toujours constitué de deux lobes testiculaires qui s'abouchent au niveau du spermiducte avec la présence des vaisseaux sanguins. À ce stade, au plan microscopique, la zonation persiste et le testicule est toujours entouré de la tunique albuginée. La micrographie montre deux lobes disproportionnés selon le plan de coupe ; une coupe entière d'un lobe et une portion de l'autre lobe testiculaire. À ce niveau, la structure testiculaire est délimitée par la tunique albuginée contenant des cellules de différents âges sexuels. Les lobules situés à la périphérie contiennent des spermatocytes II. Dans la zone intermédiaire, les lobules renferment les spermatides. Ces spermatides ont une taille comprise entre 3 μm et 6 μm . Quant à la zone centrale, elle est caractérisée par la présence du spermiducte principal bien différencié contenant quelques spermatozoïdes (**Figure 4**).

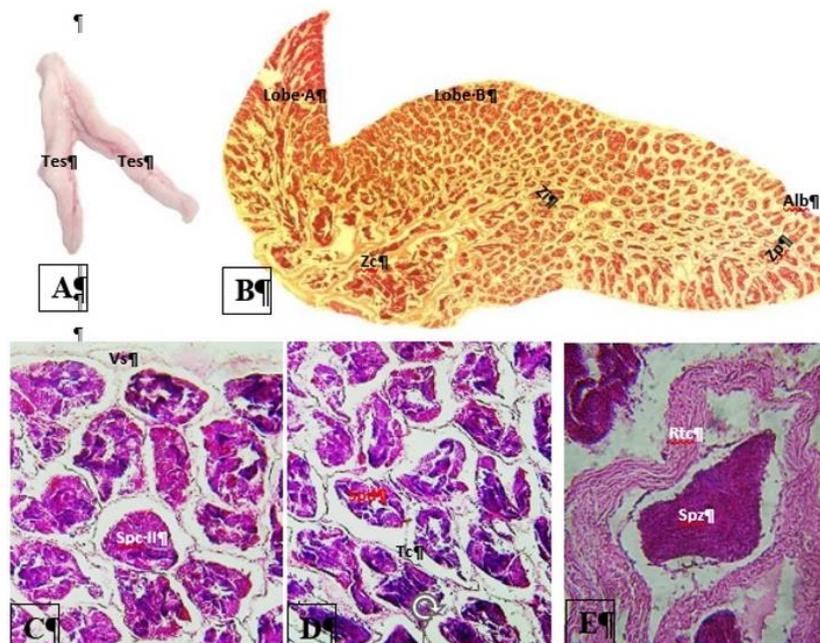


Figure 4 : *Micrographie du testicule au stade III macroscopique*

A : Aspect macroscopique du testicule au stade III ; B : Vue d'ensemble microscopique au stade III ; C, D et E : Vue partielle de la zone périphérique (C), de la zone intermédiaire (D) et la zone centrale (E). Alb : albuginée ; Zc : zone centrale ; Zi : zone intermédiaire ; Zp : zone périphérique ; Spc I : spermatocytes I ; Spc II : spermatocytes II ; Spd : Spermatide ; Spz : spermatozoïdes ; Rtc : réseau de tissus conjonctifs ; Tc : tissu conjonctif ; Vs : vaisseau sanguin ; Tes : testicule ; Coloration : Hématoxyline Éosine ; Grossissement B : X 40 ; Grossissement C, D et E : X 400

- Au stade IV**, la structure du testicule est délimitée par une tunique albuginée. En dessous de cette dernière, s'observent des lobules. Ce stade est caractérisé par l'étirement et l'allongement centripète des lobules en direction du spermiducte. Ce mouvement préfigure l'évacuation des cellules sexuelles mâles matures vers l'extérieur. La zone périphérique est caractérisée par la présence de lobules étirés et allongés, parallèles entre eux et qui convergent vers la zone médiane. Les lobules de la zone médiane sont allongés, étirés et convergent vers le spermiducte principal. La zone centrale est marquée par la présence du spermiducte principal constituant le système évacuateur. Tous ces lobules résultent de la fusion partielle ou totale de plusieurs petits lobules du stade III. Les lobules de la zone périphérique contiennent

des spermatides qui ont une taille comprise entre 3 μm et 6 μm . Les zones médiane et centrale renferment des spermatozoïdes de taille comprise entre 1 μm et 3 μm . Ceux de la zone centrale sont prêts à être évacués dans le système évacuateur (*Figure 5*).

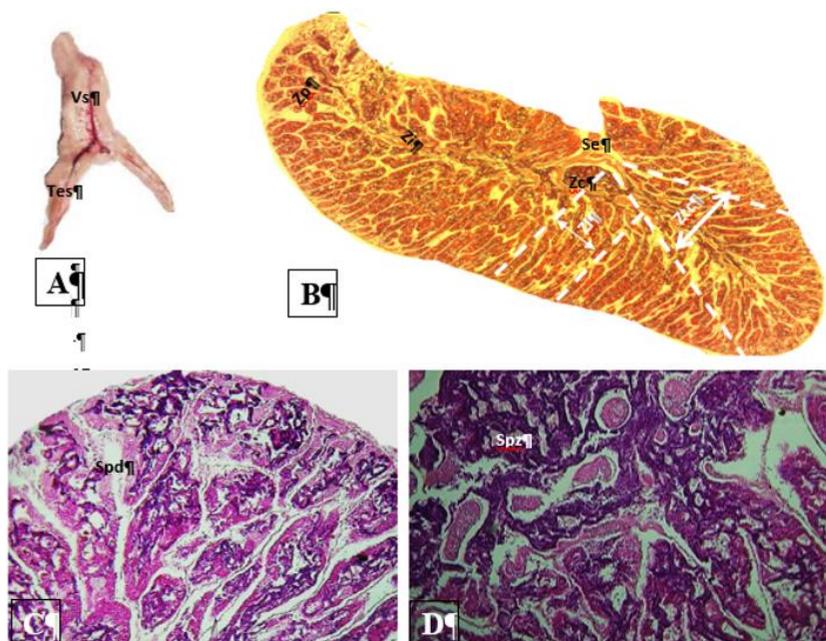


Figure 5 : *Micrographie du testicule au stade IV macroscopique*

A : Aspect macroscopique du testicule au stade IV ; B : Vue d'ensemble microscopique au stade IV ; C et D : Vue partielle de la zone périphérique (C) et la zone centrale (D). Zc : zone centrale ; Zi : zone intermédiaire ; Zp : zone périphérique ; Spd : Spermatide ; Spz : spermatozoïdes ; Zlc : lobules convergents ; Zl : zone d'allongement des lobules ; Tes : testicule ; Se : système évacuateur ; Coloration : Hématoxyline Éosine ; Grossissement B : X 40 ; Grossissement C et D : X 400

- **Au stade V**, la structure testiculaire est délimitée par la tunique albuginée en dessous de laquelle se trouvent des lobules et le spermiducte principal. Les lobules présentent les mêmes caractéristiques que ceux du stade IV. Cependant, ils sont très allongés et de grandes tailles résultant d'une seconde vague de fusion des lobules du stade IV. Ces lobules contiennent uniquement des spermatozoïdes de taille comprise entre 1 μm et 3 μm . Ces spermatozoïdes sont ensuite libérés dans le milieu naturel par le biais du spermiducte principal (*Figure 6*).

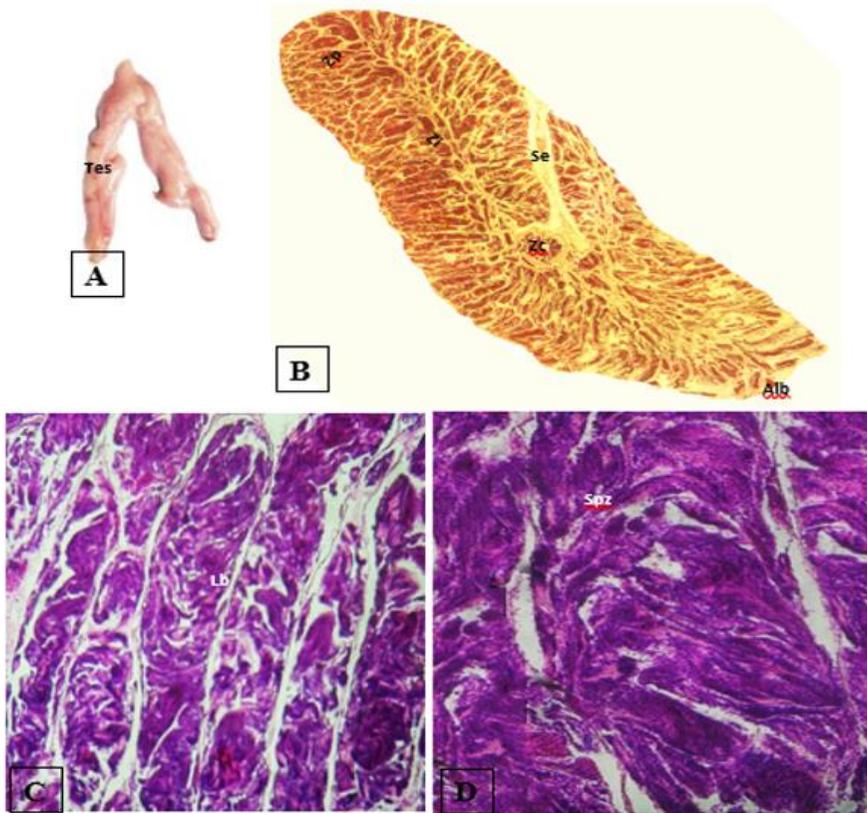


Figure 6 : Macroscopie et micrographie du testicule au stade V macroscopique

A et B : Aspect macroscopique et microscopique du testicule au stade V ;
 C et D : Vue partielle des lobules (C) et de leur contenu (D). Tes : testicule ;
 Alb : albuginée ; Zc : zone centrale ; Zi : zone intermédiaire ; Zp : zone
 périphérique ; Spz : spermatozoïdes ; Lb : lobules allongés ; Se : système
 évacuateur ; Coloration : Hématoxyline Éosine ; Grossissement B : X 40 ;
 Grossissement C et D : X 400

- **Le stade VI** correspond au stade post-spermiant. Le testicule se présente sous la forme d'un fer à cheval autour du spermiducte. À ce stade, la zonation est bien distincte avec la zone périphérique, la zone médiane et la zone centrale. L'évacuation des spermatozoïdes se fait progressivement de la zone centrale vers la zone périphérique. Cette évacuation suit un gradient centripète. Dans les zones périphériques et centrales, la coupe révèle des lobules vides résultant de l'évacuation totale des spermatozoïdes. La zone intermédiaire est pourvue de spermatozoïdes qui se dirigent vers la zone centrale pour leur libération dans le milieu naturel (**Figure 7**).

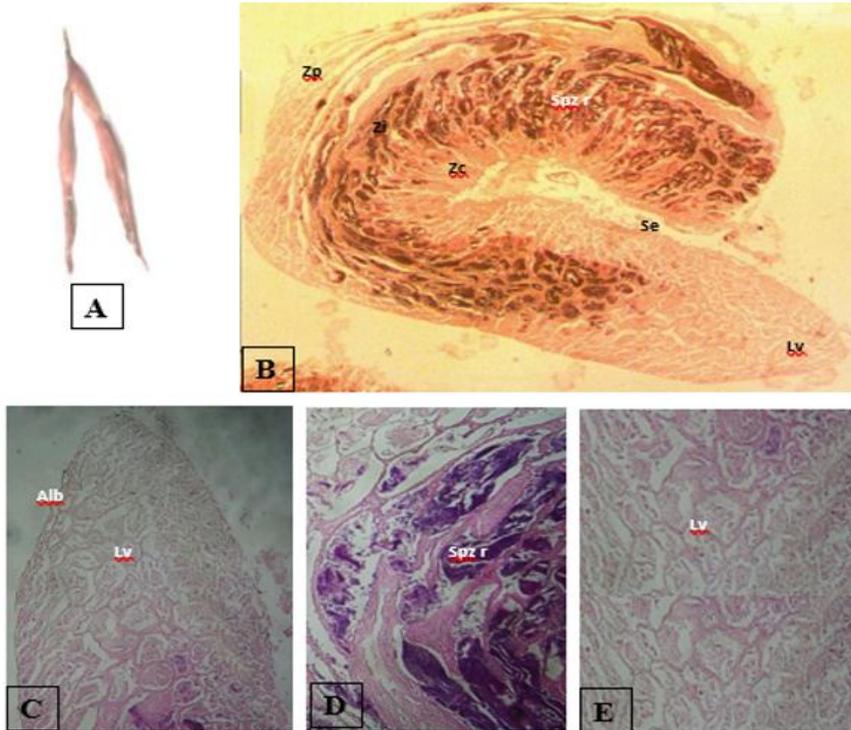


Figure 7 : *Macroscopie et micrographie du testicule au stade VI macroscopique*

*A et B : Aspect macroscopique et microscopique du testicule au stade VI ;
C, D et E : Vue partielle de la zone périphérique (C), de la zone intermédiaire (D) et la zone centrale (E). Tes : testicule ; Alb : albuginée ; Zc : zone centrale ; Zi : zone intermédiaire ; Zp : zone périphérique ; Spz r : spermatozoïdes résiduels ; Lv : lobule vide ; Se : système évacuateur ;
Coloration : Hématoxyline Éosine ; Grossissement B : X 40 ;
Grossissement C, D et E : X 400*

III-3. Spermatogénèse

Les coupes histologiques des testicules réalisées ont permis l'observation de cinq types de cellules sexuelles. Les cellules sexuelles mâles sont dans l'ordre de formation des spermatogonies, des spermatocytes I et II, des spermatides et des spermatozoïdes. Les spermatogonies sont des cellules arrondies ayant une taille comprise entre 14 μm et 18 μm (**Figure 8 A**). Les spermatocytes I, encore plus petits que les spermatogonies, ont un diamètre compris entre 11 μm et 13 μm (**Figure 8 B**). Les spermatocytes II plus petits que les spermatocytes I et les spermatogonies ont une taille comprise entre 7 μm et 9 μm (**Figure 8 C**). Quant aux spermatides, la taille est comprise entre 3 μm et 6 μm (**Figure 8 D**).

Les spermatozoïdes, encore de taille plus réduite que les spermatides, ont une taille moyenne de 2 μm (**Figure 8 E**).

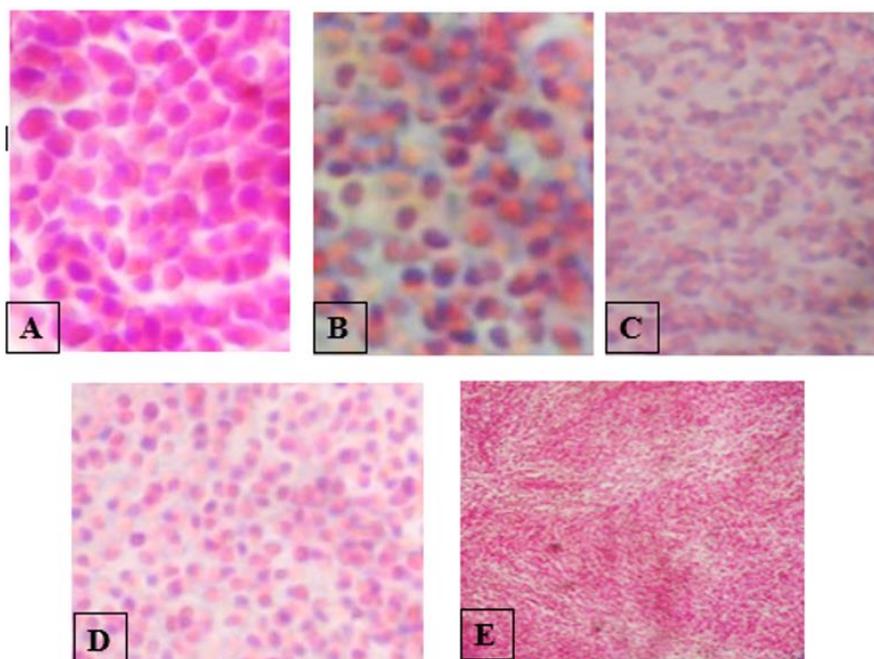


Figure 8 : Micrographies présentant les différentes cellules sexuelles mâles intervenant dans la spermatogenèse chez *Chloroscombrus chrysurus*

A : paquet de spermatogonies ; B : plage de spermatocytes I ; C : amas de spermatocytes II ; D : paquet de spermatides ; E : paquet de spermatozoïdes.
 Spg: spermatogonies; Spc I: spermatocytes I; Spc II: spermatocytes II; Spd : spermatides; Spz: spermatozoïdes. Coloration : Hématoxyline Éosine ;
 Grossissement : A, B, C, D, E X 400

IV - DISCUSSION

IV-1. Étude histologique des testicules

Chez *Chloroscombrus chrysurus*, l'échelle de maturité sexuelle se déroule six stades macroscopiques. D'abord, les deux premiers stades de maturité correspondaient à l'ensemble des espèces immatures. Ensuite, le stade III représentait le groupe des pubères. Enfin, les stades IV à VI appartenaient au groupe des individus matures ou des reproducteurs. Durant cette différenciation, la longueur des testicules s'accroissaient durant les cinq premiers stades. L'évolution de la taille des gonades s'explique par la

maturation gonadique. Cependant, suite à l'émission des produits sexuels (ovocytes ou spermatozoïdes), la taille des gonades décroît au stade VI. Des constatations similaires, concernant les deux sexes, ont été observées chez le Carangidae, *Trachinotus teraia* [18]. Le nombre de stades de maturité sexuelle varie d'une espèce à l'autre et d'un sexe à l'autre comme l'ont révélé les travaux effectués chez *Elagatis bipinnulata* et *Sardina pilchardus* [19, 20]. L'analyse macroscopique et histologique des appareils reproducteurs ont permis de confirmer que *Chloroscombrus chrysurus* est réellement une espèce gonochorique par la présence exclusive des cellules sexuelles mâles dans la gonade. L'organisation générale testiculaire chez *Chloroscombrus chrysurus* révèle la présence d'une tunique albuginée délimitant la structure testiculaire. Cette enveloppe a été également observée chez d'autres poissons [21, 22]. La coupe histologique a montré une zonation de la structure testiculaire en trois zones : la zone périphérique, la zone intermédiaire et la zone médullaire ou centrale. Cette stratification structurale est différente à celle obtenue chez *Auxis thazard* [13]. Ceux-ci avaient observé deux zones, la zone corticale et la zone médullaire. La zone périphérique et la zone intermédiaire de la présente étude correspondraient à la zone corticale obtenue dans leurs travaux. Les micrographies des structures testiculaires ont indiqué la présence de plusieurs lobules de formes irrégulières et de tailles variables suivant les stades macroscopiques des testicules.

L'étude microscopique des testicules révélait la présence d'une structure de type lobulaire. Par conséquent, sa gamétogenèse était qualifiée de gamétogenèse lobulaire. Les présents résultats sont similaires à ceux obtenus chez les espèces *Auxis thazard* et *Trachurus trachurus* [13, 23]. Les présents résultats étaient contraires aux types tubulaire et cystique comme observé à la suite des travaux chez les espèces *Pomadasys jubelini* [24]. En fait, les lobules seraient subdivisés en cystes contenant des cellules sexuelles à différents stades de développement [25]. L'organisation structurale des testicules a montré la présence des lobules de forme sphérique disséminés dans toute la structure testiculaire. Les cellules sexuelles mâles occupaient presque la quasi-totalité de la lumière des lobules résultant d'une série de divisions mitotiques et méiotiques durant le déroulement de la spermatogenèse. Les données histologiques obtenues pour la première fois en Côte d'Ivoire, montrent que le développement testiculaire chez l'espèce cible contient plusieurs classes de cellules sexuelles mâles évoluant par vagues successives vers la spermiation. Ainsi, chez les juvéniles des deux premiers stades macroscopiques, les lobules de la zone périphérique contenaient des spermatogonies et ceux de la zone intermédiaire étaient pourvus des spermatocytes I et II. Ces résultats diffèrent de ceux obtenus au niveau des eaux continentales chez l'espèce *Auxis thazard*, caractérisés par la présence des spermatogonies, des spermatocytes I dans la

zone corticale et des spermatocytes II dans la zone médullaire [13]. Les mêmes observations cellulaires ont été rapportées sans toutefois les localisées au niveau des gonades des poissons capitaines *Galeoides decadactylus* capturés sur le littoral de Grand-Lahou [14]. La zone centrale de la structure microscopique testiculaire, étaient dépourvue de cellules sexuelles mâles. Cette zone amorçait l'édification du spermiducte qui est le canal évacuateur des spermatozoïdes dans le milieu naturel. En réalité, l'absence des cellules sexuelles mâles dans cette zone s'expliquait par la mise en place du système évacuateur. Chez le Scombridae, *Thunnus alalunga*, une absence de spermatozoïdes dans le spermiducte principal a été remarqué [26]. Chez l'adulte de *Chloroscombrus chrysurus*, les lobules présentaient une configuration totalement différente de ceux observés chez les juvéniles. De fait, ils sont caractérisés par leur étirement et leur allongement dans les zones périphérique et intermédiaire. Quant à la zone centrale, ces derniers convergeaient en direction du spermiducte principal. La variation de la taille des lobules s'expliquait par la fusion partielle et totale du tissu conjonctif des lobules adjacents. La présence de tubules convergents dans la zone médullaire a été également observée suite aux travaux réalisés chez *Auxis thazard* [13]. En effet, le tissu conjonctif interlobulaire séparant les lobules adjacents se résorberaient et entraîneraient la fusion totale [27].

À ces stades macroscopiques, les lobules des zones périphérique et intermédiaire contenaient des spermatides tandis que ceux de la zone centrale contenaient des spermatozoïdes [13, 26]. Des constats similaires ont été partiellement rapportés chez l'Haemulidae, *Pomadasys jubelini* [28]. Au stade spermiant, la structure testiculaire renfermait uniquement les spermatozoïdes. Ce constat a déjà été rapporté par certains auteurs dans des régions du globe [14]. Au stade post-spermiant, les spermatozoïdes sont libérés dans le milieu naturel par le biais du système évacuateur. À ce stade, le système évacuateur et la zonation étaient très bien individualisés. Les zones périphérique et centrale étaient constituées de lobules lacuneux c'est-à-dire dépourvues totalement de spermatozoïdes tandis que la zone intermédiaire en contenait. Les présents résultats, basés uniquement pour le moment sur l'histologie, ne sont que préliminaires. Les spermatozoïdes antérieurement présents en grand nombre dans la lumière des lobules disparaissaient progressivement par vague successive laissant les lobules périphériques et lobules centraux vides après la spermiation. Cependant, seuls les lobules de la zone intermédiaire contenaient encore des spermatozoïdes. Ainsi, l'évacuation des spermatozoïdes dans le système évacuateur se faisait par vague et de façon successive. En effet, les premières cellules sexuelles mâles évacuées étaient celles contenues dans la zone centrale. Ensuite, les spermatozoïdes de la zone intermédiaire envahissaient la zone centrale pour être déversés dans le canal évacuateur.

Enfin, la libération des spermatozoïdes de la zone intermédiaire induisait immédiatement son occupation par ceux de la zone périphérique entraînant les vides ou lacunes constatés dans les zones périphérique et centrale. Par conséquent, chez l'espèce *Chloroscombrus chrysurus*, l'évacuation des spermatozoïdes dans le système évacuateur se fait suivant un gradient centripète. Aucun résultat semblable n'a été observé ou mentionné par la littérature. Chez *Chloroscombrus chrysurus*, la disposition spatiale des cellules sexuelles mâles suivait un gradient de maturité. De ce fait, les présents travaux microscopiques révélaient la cohabitation de plusieurs degrés de maturation cellulaire permettant une définition et une classification correctes des stades macroscopiques.

IV-2. Spermatogenèse

La spermatogenèse est le processus de maturation des spermatogonies qui conduira à la formation des spermatozoïdes. Ce phénomène a été observé dans des testicules de poissons durant le cycle annuel de reproduction. Microscopiquement, les cellules sexuelles telles que les spermatogonies, les spermatocytes I et II, les spermatides et les spermatozoïdes apparus dans l'ordre chronologique ont été observées comme en témoigne d'autres travaux chez les poissons Téléostéens [29]. La taille des cellules sexuelles mâles varie durant la spermatogenèse. En effet, les spermatogonies se différencient en spermatocytes I. Ces derniers subissent la division méiotique réductionnelle pour donner les spermatocytes II. Les spermatides résultent de la division méiotique équationnelle des spermatocytes II. Enfin, les spermatides se différencient en spermatozoïdes au cours de la spermiogénèse [29, 30]. Chez *Chloroscombrus chrysurus*, le diamètre des cellules sexuelles passe de 14 μm à 18 μm en moyenne pour les spermatogonies à près de 1 μm à 3 μm pour les spermatozoïdes. Les présents travaux révèlent une diminution de la taille des cellules sexuelles mâles durant la spermatogenèse. Cette diminution de taille a été mentionnée chez *Galeoides decadactylus* [14]. Ces observations étaient semblables à celles obtenues à la suite des travaux chez l'espèce *Oligosarcus hepsetus* dont les résultats révélaient que les spermatocytes II avaient une taille plus petite que les spermatocytes I [31]. Les spermatides se différenciaient en spermatozoïdes. Ils avaient une taille moyenne de 2 μm . La petite taille des spermatozoïdes s'expliqueraient par les divisions successives de mitose et de méiose durant la spermatogenèse s'accompagnant d'une réduction de la taille des cellules sexuelles [32].

V - CONCLUSION

Ce travail contribue à l'étude de la spermatogenèse de *Chloroscombrus chrysurus* à travers les informations préliminaires sur sa reproduction par le biais de l'étude histologique. Les modifications anatomiques des testicules sont en corrélation avec la différenciation des cellules sexuelles. Les données obtenues ont servi de base pour l'étude histologique des testicules. Effectivement, les spermatogonies du stade I de l'échelle de maturité se transforment progressivement en suivant les étapes de la spermatogenèse en spermatozoïdes au stade V. Ainsi, la taille des cellules sexuelles mâles diminue durant le déroulement de la spermatogenèse passant de 14 μm à 18 μm en moyenne pour les spermatogonies à près de 1 μm à 3 μm pour les spermatozoïdes. Chez le mâle de *Chloroscombrus chrysurus* la spermatogenèse se déroule au sein des testicules et suit le schéma classique connu. Chez le mâle, les stades IV et V s'avèrent des stades cruciaux au cours desquels l'effectuent la spermiogenèse et la spermiation centripète.

RÉFÉRENCES

- [1] - S. LADAIMIA, Reproduction, âge et croissance de deux Téléostéens pélagiques des côtes de l'extrême Est algérien (El Kala) : l'anchois, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758) et la sardine *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792). *Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar – Annaba (Algérie)*, (2017) 129 p.
- [2] - FAO, La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture. Département des pêches et de l'aquaculture de la FAO, Rome (Italie), (2012) 241 p.
- [3] - B. KHALIL, Histopathology of skin of some fishes of family Sciaenidae from karachi coast. Department of Zoology Jinnah University for Women, Nazimabad, Karachi, Pakistan. *Thesis of doctor of philosophy in zoology*, (2010) 271 p.
- [4] - C. HEBBAR, Contribution à l'étude de la biologie et de l'exploitation du Rouget barbet de vase (*Mullus barbatus* Linné., 1758) pêché dans le littoral oranais. *Thèse de Doctorat de l'Université d'Oran Es-Senia, Algérie*, (2013) 286 p.
- [5] - J. J. MIESSAN, M. A. D'ALMEIDA, K. D. KOUASSI, Anatomie et Histologie de L'hépatopancréas chez la femelle du Poisson, *Chloroscombrus Chrysurus* (Carangidae, Linnaeus, 1766) en Côte d'Ivoire. *European Scientific Journal*, Vol. 14, (2018) 403 - 423
- [6] - S. AGNANA, S. AITZOURA, Croissance, reproduction et parasitologie de la Bogue, *Boops boops* (Linné, 1758) du golfe de Béjaïa. *Mémoire de Master II, Université Abderrahmane MIRA (Algérie)*, (2012) 82 p.

- [7] - E. F. S. COSTA, S. CHELLAPPA, First record of *Amphipolycotyle chloroscombrus* Hargis, 1957 (Monogenea, Polyopisthocotylea, Gastrocotylidae) in the South Atlantic Ocean. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64 (1) (2016) 101 - 104
- [8] - F. E. A. CUNHA, J. E. P. FREITAS, C. V. FEITOSA, C. MONTEIRO-NETO, Biologia e biometria da palombeta, *Chloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766) (Teleostei: Carangidae), em fortaleza, ceará, Brasil. *Arq. Ciên. Mar, Fortaleza*, 33 (2020) 143 - 148
- [9] - D. G. R. J. DE QUEIROZ, L. A. N. SALVADOR, F. M. SOUSA, E. L. V. DA SILVA, N. N. FABRÉ, V. S. BATISTA, Life-history traits of *Chloroscombrus chrysurus* (Actinopterygii: Perciformes: Carangidae) in tropical waters of the Atlantic Ocean, *Acta Ichthyologica et Piscatoria*, 48 (1) (2018) 1 - 8
- [10] - S. OUATTARA, Y. BAMBA, M. KARAMOKO, A. FANTODJI, Aspects macroscopiques de la reproduction de *Engraulis encrasicolus* (Pisces, Engraulidae) sur le littoral-ouest de la Côte d'Ivoire. *Afrique SCIENCE*, 11 (3) (2015) 101 - 114
- [11] - S. BERTÉ, E. P. KOUAMÉLAN, N. I. OUATTARA, T. KONÉ, G. GOORÉ BI., V. N'DOUBA, N. J. KOUASSI, Cycle de reproduction et fécondité de *Distichodus rostratus* (Characiformes, Distichodontidae) dans un bassin ouest africain (fleuve Bandama, Côte d'Ivoire). *Tropicultura*, 26 (2) (2008) 104 - 107
- [12] - K. OUALI, R. RAHAL, Croissance, reproduction et parasites du Saurel *Trachurus trachurus* (Linné, 1758) pêché dans le Golfe de Béjaïa, *Master II, Université Abderrahmane Mira de Bejaia (Algérie)*, (2013) 67 p.
- [13] - L. BAHOU, M-A. D'ALMEIDA, B. C. ATSE, T. KONÉ, Histology and Spermatogenesis in Frigate Tuna *Auxis thazard* (Lacepède, 1800) Caught in Continental Shelf Waters of Côte d'Ivoire. *International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology*, 4 (6) (2017) 24 - 32
- [14] - K. S. KONAN, Y. N. AMON, M. DIABY, K. N'DA, Détermination des stades de maturité sexuelle chez le poisson Galeoides decadactylus (petit capitaine) de la pêche artisanale maritime de Grand-Lahou (Côte d'Ivoire). *Journal of Applied Biosciences*, 149 (2020) 15322 - 15329
- [15] - W. F. SMITH-VANIZ, Review of the Crevalle jacks, *Carnax hippos* complex, with description of new species from West Africa (Teleostei : Carangidae), Carpenter (K. E). *Fish Bulletin*, 105 (2007) 207 - 233
- [16] - R. MARTOJA, M. P. MARTOJA, Initiation aux techniques de l'histologie Animale. *Éditions Masson et Cie*, (1967) 8 - 125
- [17] - T. KONE, Régime alimentaire et reproduction d'un tilapia lagunaire (*Sarotherodon melanotheron* Ruppell, 1852) dans la rivière Bia et le lac de barrage d'Ayamé (Côte d'Ivoire). Thèse de Doctorat. Katholieke Universiteit Leuven, Belgique, (2000) 253 p.

- [18] - S. SYLLA, Paramètres des populations, biologie de la reproduction et régime alimentaire du Carangidae *Trachinotus teraia* (cuvier, 1832) dans la lagune Ébrié (Côte d'Ivoire). Thèse unique de Doctorat d'Hydrobiologie, Université de Cocody-Abidjan, Côte d'Ivoire, (2010) 128 p.
- [19] - N. F. ASSAN, N. C DIAHA, A. EDOUKOU, K. J-P. ANGUI, Y. N'GUESSAN, K. N'DA, Biologie de la reproduction de *Elagatis bipinnulata* (Guoy & Gaimard, 1824) capturé dans le golfe de Guinée par la flottille artisanale en Côte d'Ivoire, *Journal of Applied Biosciences*, 113 (2017) 11208 - 11220
- [20] - F. Z. BOUHALI, C. LECHEKHAB, S. LADAIMIA, A. BEDAIRIA, R. AMARA, A. B DJEBAR, Reproduction et maturation des gonades de *Sardina pilchardus* dans le golfe d'Annaba (Nord- Est algérien). *Cybiuim*, 39 (2) (2015) 143 - 153
- [21] - J. BELLAÏCHE, Vers l'identification des cellules souches spermatogoniales chez la truite (*Oncorhynchus mykiss*) : marqueurs, fonctions et voies de régulation. *Thèse de Doctorat de l'Université Européenne de Bretagne, France*, (2014) 185 p.
- [22] - Y. HAMDOUNI, R DHAOUADI, Suivi sanitaire et étude histologique des gonades du Tilapia du Nil, *Oreochromis niloticus*, dans un élevage en circuit fermé. *Centre Technique d'Aquaculture*, (2014) 87 - 90
- [23] - F. Z. TAHARI, Contribution à l'étude de la biologie d'un petit pélagique, le saurel *Trachurus trachurus* : Spermatogenèse, Condition, RGS, RHS. Mémoire de Magister, Université d'Oran, Algérie, (2011) 63 p.
- [24] - A. FANTODJI, Biologie et physiologie de la reproduction des *Pomadasy jubelini* (Cuvier) (Poissons Téléostéens) des lagunes et mer de Côte d'Ivoire. Thèse de Doctorat d'État, Faculté des Sciences et Techniques, Université Nationale de Côte d'Ivoire, (1987) 130 p.
- [25] - V. ALLAIN, Écologie, Biologie et exploitation des populations de poissons profonds de l'Atlantique du Nord – Est. Thèse de Doctorat de l'Université de Bretagne Occidentale, France, (1999) 347 p.
- [26] - F. J. RATTY, R. M. LAURS, R. M. KELLY, Gonad morphology, histology, and spermatogenesis in South Pacific Albacore tuna *Thunnus alalunga* (Scombridae). *Fish Bulletin*, 88 (1990) 207 - 216
- [27] - V. M. WOEHL, Estudo da histofisiologia das gônadas, hipófise e interrenal de fêmeas e machos de *Rhamdia quelen* (quoy and gaimard, pisces teleostei) durante o ciclo reprodutivo. *Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em Ciências Biológicas : Fisiologia. Porto Alegre*, (2001) 205 p.

- [28] - I. M. BODJI, Biologie et écologie d'un poisson africain *Pomadasys jubelini* (Cuvier, 1830) (Pisces, Haemulidae) dans trois complexes lagunaires (Grand-Lahou, Ébrié et Aby) de Côte d'Ivoire. *Thèse de Doctorat de l'Université Félix Houphouët Boigny (Côte d'Ivoire)*, (2015) 181 p.
- [29] - R. W. SCHULZ, L. R. DE FRANÇA, J-J. LAREYRE, F. LE GAC, H. CHIARINI-GARCIA, R. H. NOBREGA, T. MIURA, Spermatogenesis in fish. *General and Comparative Endocrinology*, (165) (2010) 390 - 411
- [30] - F. Z. BENZAADA, Contribution à l'étude de la biologie du Chinchard *Trachurus mediterraneus* (Steindachner, 1868) pêché dans la baie d'Oran : étude de la gamétogenèse, période de ponte, indice de condition, fécondité et lecture des otolithes. *Thèse de Doctorat de l'Université d'Oran, Algérie*, (2012) 111 p.
- [31] - R. N. SANTOS, C. C. ANDRADE, A. F. G. N SANTOS, L. N. F. G. SANTOS, ARAUJO, Histological analysis of ovarian development of the characiform *Oligosarcus hepsetus* (Cuvier 1829) in a Brazilian reservoir. *Brazilia Journal of Biology*, 65 (1) (2005) 169 - 177
- [32] - G. BERNABÉ, Bases biologiques et écologiques de l'aquaculture. *Lavoisier-Technique & Document*, Paris, (1991) 500 p.