

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Abderrahmane Mira –Bejaia
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie
Département de Biologie des Organismes et des Populations

Mémoire de Magister

En vue d'obtention du diplôme de Magister en Science de la Nature option :
Biologie de la Conservation et Ecodéveloppement

Thème

Etude de la reproduction de l'anchois dans le golf de
Béjaia.

Présentée par Melle RAHMANI AMINA

Devant le jury :

Président : Pr. MOALI A., Professeur, Université de Béjaia

Promoteur : Dr. IGUER-OUADA M., Maître de Conférences, Université de Béjaia

Examineurs : Dr. MOULAI R., Maître de Conférences, Université de Béjaia

Dr. ZEBBOUDJ A., Maître de Conférences, Université de Béjaia

Invités : Dr. AMRANE- SADKI Y., Laboratoire d'Anatomie et Cytologie
Pathologiques, Béjaia

Mr. BACHAM M., Chargé de Cours, Université de Béjaia

Année 2008

Remerciements

Tout d'abord, mes plus vifs remerciements vont à Madame AMRANE-SADKI, Docteur en anatomie et cytologie pathologiques, pour sa supervision, son aide, sa générosité en conseils, orientations et en moyens qui ont contribué en grande partie pour que cet humble travail puisse voir le jour. Qu'elle trouve ici l'expression de ma sincère gratitude.

A mon promoteur Mr IGUER-OUADA, Maître de conférences à l'université de Béjaia, d'avoir accepté de m'encadrer, grâce à lui j'ai pu approcher un aspect très important dans la biologie animale qui est la reproduction. Ses conseils et ses critiques objectifs ont été constructifs pour ma formation.

J'aimerais remercier Mr MOUALI, Professeur à l'université de Béjaia pour avoir accepté de présider ma soutenance. A Madame ZBOUDJ, Maître de conférences à l'université de Béjaia, et Monsieur MOULAY, Maître de conférences à l'université de Béjaia, d'avoir acceptés d'examiner ce travail. et à Monsieur BACHA, Maître assistant à l'université de Béjaia, pour son aide et pour avoir accepté l'invitation.

Je souhaite inclure dans mes remerciements l'équipe technique du laboratoire d'anatomie pathologique et cytologique Mesdemoiselles MOULAHBASSE Bahia, MERZOUGUI Nassiba et Monsieur Ali, pour leur aide et soutien.

J'adresse enfin mes remerciements à tous ceux et celles qui ont manifesté leur aide en faisant aboutir ce travail, et je pense particulièrement aux poissonniers et pêcheurs de la pêche de Béjaia, Mr AADOUANE directeur de la direction de la pêche de la wilaya de Béjaia, l'INRA de Oued Ghir, Mr SAHEB, M^e RAMDANI, Mr MOUALEK, M^{elle} DJOUAD Salima, M^{elle} TEMZI Samira, Mr ADJAUD Abdenour.

Sommaire

Liste des tableaux.

Liste des figures.

Introduction..... 1

SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

I-Données générales sur la reproduction des Poissons téléostéens3

I-1-Caractéristiques générales de la gamétogenèse3

I-1-1-Saison de reproduction.....3

I-1-2-Différenciation sexuelle et puberté4

 a-Différenciation sexuelle directe.....4

 b-Différenciation sexuelle indirecte4

I-1-3-Le testicule et la spermatogenèse5

I-1-3-1-Le testicule.5

 a- Le type lobulaire5

 b- Le type tubulaire.....6

I-1-3-2- la spermatogenèse6

-Ultrastructure des cellules spermatogénétiques.....7

I-2-La régulation de la fonction de reproduction.....9

I-2-1-Le rôle des facteurs endogènes.....9

I-2-1-1-L'hypophyse (glande pituitaire).....9

I-2-1-2-L'hypothalamus.....10

 a- Gonadotropine releasing hormones (GnRH)10

 b- Gonadotropine inhibitory factors (GIF)11

I-2-1-3-L'organe pinéal (ou épiphyse).....	11
I-2-1-4- Le testicule.....	12
I-2-2-Facteurs exogènes.....	14
I-2-2-1-Photopériode.....	15
I-2-2-2- température.....	15
II-Anchois européen <i>Engraulis encrasicolus</i>	17
II-1-taille à la première maturité sexuelle.....	19
II-2-Cycle de reproduction.....	20
II-3-Comportement.....	21
II-3-1-Distribution.....	21
II-3-2-Période de ponte.....	22
II-3-3-Alimentation.....	22
II-3-4-Abondance.....	23
II-4-Conditions de milieu.....	23
II-4-1-La température.....	24
II-4-2-Salinité.....	26
II-4-3-Conditions trophiques.....	26
MATRIELS ET METHODES	28
I-Animaux.....	28
II-Les mesures macroscopiques (sur les individus et les gonades).....	28
II-1-Observation macroscopique des testicules.....	29
II-2-Indice de maturité sexuelle	30
III-Etude Microscopique.....	30
III-1-Paramètres histologiques mesurés.....	32
VI-Mesure des facteurs d'environnement (température et photopériode).....	32
V-Analyse statistique des données.....	32

RESULTATS ET DISCUSSION

I-Variation mensuels des facteurs externes.....	34
II-Etude Macroscopique.....	36
II-1-Paramètres morpho-anatomique.....	36
II-2-Les paramètres testiculaires.....	37
II-2-1-Morphologie testiculaire.....	37
II-2-2-Les dimensions testiculaires.....	37
II-3-L'étude du Rapport Gonado-Somatique (RGS).....	39
II-3-1-Evolution du RGS en fonction des stades de maturité testiculaire.....	39
II-3-2-Evolution du RGS en fonction des mois de l'année.....	40
II-3-3-Evolution de la reproduction (RGS et Stades de maturité) en fonction des paramètres biométriques des poissons.....	41
II-3-4-Evolution du RGS en fonction de la température et de la photopériode.....	43
III- Etude Microscopique.....	45
III-1-Etudes des paramètres histologiques (nombre, surface et contenu des tubes séminifères.....	48
Conclusion générale.....	54

Références bibliographiques

Liste des tableaux

Tableau 1 : Taille de la première maturité sexuelle d' <i>E. encrosicolus</i> dans le bassin méditerranéen et dans l'océan atlantique.....	20
Tableau 2 : Les températures optimales pour la période de reproduction et saison de reproduction de l' <i>E. encrosicolus</i> dans divers secteurs du bassin méditerranéen et de l'océan atlantique.....	26
Tableau 3 : Echelle de maturité des gonades chez le males de sardinelle de FONTANA (1969).....	29
Tableau 4 : Stades de maturité sexuelle des gonades chez le male de présent travail	30
Tableau 5 : Score affecté aux observations du volume du tube.....	32

Liste des figures

Figure 1 : Schéma représentant les principales étapes de la spermatogenèse	6
Figure 2: Carte de répartition de l'Anchois au Golf de Béjaia.....	29
Figure 3 : Courbe de variations moyennes des températures ambiantes en fonction des mois de l'année.....	35
Figure 4 : Courbe de variations mensuelles de la photopériode (longueur du jour)...	35
Figure 5 : Graphes en boîte représentent la variation du poids totale PT(g) (a) et longueur totale LT (cm) (b) des individus pêchés.....	36
Figure 6 : Courbe d'évolution du poids total (PT en g) en fonction de la longueur totale des poissons (LT en cm).....	37
Figures 7 : Courbe d'évolution du poids gonadique (PG en g) en fonction du poids totale (PT en g) des poissons.....	38
Figure 8 : Courbe d'évolution du RGS (en %) en fonction du poids totale (PT en g) des poissons.....	38
Figure 9 : Courbe d'évolution du RGS (en %) en fonction des stades de maturité sexuelle.....	39
Figure 10 : Distribution des stades de maturité sexuelle et leur pourcentage dans les échantillons en fonction des mois de l'année.....	40
Figure 11 : Courbe d'évolution du RGS (en %) en fonction des mois de l'année.....	41
Figure 12 : Graphe en boîtes représentent la variation de la longueur totale LT (cm) en fonction des stades de maturité sexuelle.....	42
Figure 13 : Graphe en boîtes représentent la variation du RGS en fonction de la longueur totale LT (cm).....	42
Figure 14 : Courbe d'évolution du RGS (en %) en fonction de la photopériode.....	44
Figure 15 : Courbe d'évolution du RGS (en %) en fonction de la température.....	44
Figure 16 : Courbe d'évolution du RGS (en %) en fonction des stades de maturité sexuelle.....	45

Figure 17 : Courbe d'évolution du nombre de tubes séminifères en fonction des stades de maturité sexuelle.....	46
Figure 18 : Courbe d'évolution de la surface de tubes séminifères (μm^2) en fonction des stades de maturité sexuelle.....	46
Figure 19 : Courbe d'évolution de la surface de tubes séminifères (μm^2) en fonction du nombre des tubes.....	47
Figure 20 : Photographies illustrant la différence représentative des trois critères histologiques (X10) (nombre de tubes séminifères, surface des tubes et abondance cellulaire).....	47
Figure 21 : Photographie de spermatozoïdes de l'Anchois (X 100).....	48
Figure 22 : Courbe d'évolution du nombre de tubes séminifères en fonction des mois de l'année.....	49
Figure 23 : Courbe d'évolution de la surface de tubes séminifères (μm^2) en fonction des mois de l'année.....	49
Figure 24 : Courbe d'évolution du pourcentage de l'abondance cellulaire des tubes séminifères en fonction des mois de l'année.....	50
Figure 25 : Graphe de points représentant le pourcentage d'individus ayant des spermatozoïdes en fonction des mois de l'année.....	50
Figure 26 Courbe d'évolution du nombre de tubes séminifères en fonction de la photopériode.....	51
Figure 27 Courbe d'évolution du nombre de tubes séminifères en fonction de la température.....	51
Figure 28 : Graphes en boîtes représentent la variation d'abondance cellulaire en fonction de photopériode (h) (a) et de la température moyenne ($^{\circ}\text{C}$) (b).....	52
Figure 29 : Graphes en boîtes représentent la variation de la LT (cm) en fonction des mois de l'année.....	53
Figure 30 : Graphe en boîtes représentent la variation du nombre des tubes séminifères en fonction de la LT (cm).....	53

Introduction

Introduction

Les ressources halieutiques sont aujourd'hui mondialement en déclin, conséquence d'une surexploitation [TEGNER et *al.*, 1996 ; DULYY et *al.*, 2003] ou de l'altération de leur environnement avec comme conséquence la perte des habitats [SHORT et WYLLIE ECHEVERRIA, 1996 ; JONSSON et *al.*, 1999]. Dans ce contexte, il y a un intérêt grandissant à mieux comprendre les performances productives et la dynamique des populations où la reproduction reste le véritable moteur [LE PAGE, 1993]. En effet, les investigations sur les cycles sexuels sont d'une importance capitale, non seulement pour étudier cette dynamique des populations, mais aussi pour mieux comprendre la biogéographie [BENOMAR et *al.*, 2006]. De plus, une meilleure connaissance de la gamétogenèse présente un intérêt fondamental et appliqué notamment dans les stratégies de gestion de stock [BRUSLE, 1983]. De même, la maîtrise de la reproduction constitue un facteur déterminant de la conduite efficace des programmes de domestication et d'amélioration génétique [HAFFRAY et *al.*, 2004].

Parmi les espèces marines, on retrouve l'anchois européen : *Engraulis encrasicolus* à potentiel halieutique important tant à l'échelle économique en raison de sa valeur marchande qu'à l'échelle écologique, en étant parmi les premiers maillons de la chaîne alimentaire [PALOMERA et RUBIÉS, 1996]. En Algérie la production de ce petit pélagique connaît des fluctuations de stock avec comme conséquence une raréfaction sur le marché [SENNAI-CHENETI, 2003]. Une meilleure compréhension de ses mécanismes reproducteurs permettra peut être une valorisation optimale de ce produit.

Néanmoins, pendant que la reproduction de cette espèce est extensivement étudiée dans le Nord méditerranéen, les informations restent très insuffisantes dans la rive Sud et encore plus sur les côtes algériennes comparativement à ce qui se fait sur les côtes marocaines et tunisiennes. Les travaux antérieurement menés en Algérie se limitent à ceux de HEMIDA (1987) le long de la baie de BOUSSMAIL, et ont porté sur la variation dans le temps des stades macroscopiques de maturité sexuelle.

De ce fait, et partant de l'idée que la physiologie de reproduction chez les femelles de l'anchois a été beaucoup plus étudiée, nous nous sommes inscrits dans une optique de travail qui s'intéressera particulièrement au mâle. Notre objectif principal est de caractériser la reproduction de l'anchois dans le temps en relation avec les facteurs liés à l'individu et à l'environnement.

L'originalité de cette caractérisation se fera par une recherche d'une dynamique de reproduction tant à l'échelle macroscopique que microscopique tout en étudiant les corrélations entre ces deux niveaux d'exploration.

Synthèse

Bibliographique

Reproduction des

poissons téléostéens

I-Données générales sur la reproduction des Poissons téléostéens

Comme tout organisme vivant le poisson, pour pouvoir survivre et prospérer, doit être adapté à son milieu. L'apogée de cette lutte pour l'existence se matérialise dans son aptitude à procréer avec succès au cours de son cycle vital et à multiplier la population de son espèce par des stratégies de reproduction (exemple : âge de la première reproduction, organisation du comportement reproductif,...) [LE PAGE, 1993]. La survie d'effectifs suffisants de cette descendance, face aux innombrables facteurs hostiles du milieu, est la clef de la réussite du jeune frai qui, à ce stade, est extrêmement faible et des plus vulnérables [WOYNAROVICH et HORVÁTH, 1981]. Donc, dans un cadre d'élevage ou d'études fondamentales par exemple, une bonne connaissance des facteurs internes et externes impliqués dans le contrôle de la reproduction constitue une étape nécessaire pour le développement de techniques permettant un approvisionnement régulier et suffisant en alevins ou au contraire pour limiter la prolifération excessive de certaines espèces [LEGENDRE et JALABERT, 1988].

I-1-Caractéristiques générales de la gamétogenèse :

I-1-1-Saison de reproduction :

Les habitudes de fraie représentent pour le poisson la modalité d'adaptation à son milieu la plus essentielle, car c'est d'elle que dépend la survie de l'espèce [BRETON et *al.*, 1996]. Ainsi, les larges différences des valeurs de salinité, de température, du pH, de nutriment et de photopériode des habitats, sont à l'origine des larges variétés de caractères morphologiques et physiologiques chez les différentes espèces de poissons [BERG, 2003].

Certaines espèces de poissons sont capables de se reproduire deux ou trois fois par an. Chez ces espèces, le développement des gonades suit son propre cours, sans être à peine influencé par les facteurs exogènes. La ponte commence chez la femelle quand ses œufs sont murs et dès qu'elle ait trouvé un partenaire (cas du *Tilapia Sarotherodon nilotica*). Les géniteurs tributaires d'une saison ne se reproduisent que pendant cette période au cours de laquelle ils peuvent cependant frayer plusieurs fois. Dans ce cas le développement des gonades ne s'effectue que jusqu'à un certain stade, après quoi les glandes sexuelles demeurent au repos (qui peut durer plusieurs mois) jusqu'à ce que interviennent des conditions de milieu favorables qui dédéncheront le redémarrage du développement gonadique qui, finalement, se conclut par la reproduction (cas de la Carpe commune *Cyprinus carpio*) [WOYNAROVICH et HORVÁTH, 1981].

I-1-2-Différenciation sexuelle et puberté :

Chez les poissons, comme chez les autres animaux, on connaît peu de choses sur la succession d'événements intervenant entre le niveau chromosomique (sexe génétique) et l'apparition définitive d'éléments mâle ou femelle (sexe phénotypique) dans la gonade en différenciation [HARRINGTON, 1974]. Cependant, la sexualité des poissons se caractérise par la grande variété de ses modalités d'expression (gonochorique, hermaphrodite, intersexualité) ainsi que par la labilité de la différenciation sexuelle [YAMAMOTO, 1969 ; HOBBS *et al.*, 2004]. La différenciation sexuelle phénotypique est généralement conforme au génotype mais elle peut s'en écarter (intersexualité, inversion sexuelle) [REINBOTH, 1980] en raison de l'influence de facteurs épigénétiques (température, alimentation et densité, hormones)[BRUSLÉ, 1983]. En effet, pour YAMAMOTO (1969) et DELEVIN *et al* (2002), les gènes sexuels n'agiraient qu'indirectement sur la différenciation sexuelle par l'intermédiaire d'inducteurs sexuels placés sous leur contrôle. Certains faits expérimentaux suggéreraient un rôle des stéroïdes sexuels chez certaines espèces ; l'administration d'androgènes ou d'œstrogènes peut en effet induire la différenciation de la femelle génétique ou du mâle génétique en adultes fonctionnels et fertiles du sexe opposé [SCHRECK, 1974]. Dans certains cas, la proportion des sexes apparaît être infléchie par divers facteurs environnementaux, en particulier chez les espèces présentant un hermaphrodisme successif [REINBOTH, 1980].

DELEVIN et NAGAHAMA (2002) distinguent deux catégories de différenciation sexuelle :

a-Différenciation sexuelle directe : qui se traduit à un moment déterminé de l'ontogénèse sexuelle par l'apparition, dans les gonades indifférenciées, de cellules sexuelles femelle chez les uns mâles chez les autres et c'est à ce type que se rattachent la plupart des espèces de poissons gonochoriques.

b-Différenciation sexuelle indirecte : qui consiste d'abord en une différenciation de type fonctionnelle dans l'ensemble des individus d'une population puis en une évolution ultérieure vers le sexe male (différenciation testiculaire secondaire) chez 50% de ceux-ci. A ce type sont reliés tous les cas d'intersexualité transitoire ou d'hermaphrodisme juvénile.

La puberté ou âge de la maturité sexuelle, se réalise en temps variables suivant les espèces ; elle diffère pour les deux sexes d'une même espèce et d'une espèce à une autre. La causalité de son déclenchement et encore mal élucidée [LEGENDRE, 1983]. Il semble que les poissons doivent atteindre un certain développement corporel ou un certain âge pour devenir sexuellement matures [SMITH, 2004] ; mais ce phénomène dépend aussi des facteurs du

milieu ayant une action sur le métabolisme ou la croissance ; tels que la température, la photopériode ou l'alimentation [SENNAI-CHENETI, 2003]. C'est un fait connu que les poissons qui se reproduisent deux ou trois fois par an sont sexuellement plus précoces que les géniteurs à reproduction saisonnière, qui ne frayent qu'une fois par an à une époque déterminée, où l'aire géographique joue un aussi rôle [MALLICAOTE et PARRISH, 1981]. Et on sait également, que les espèces des climats froids ont une maturité retardée mais accélérée en environnements plus chauds comme c'est le cas de la carpe chinoise (*Cyprinus nobilis*) qui atteint sa maturité sexuelle dans sa seconde ou troisième année (parfois même dès la première) dans les régions tropicales et subtropicales, alors qu'en Europe elle l'atteint au bout de 7 ans [SUNDARARAJ, 1981].

I-1-3-Le testicule et la spermatogenèse :

I-1-3-1-Le testicule :

Le testicule, chez la plupart des téléostéens, est un organe pair situé dorsalement dans la cavité générale qui est prolongé postérieurement par un canal déférent (spermiducte) se terminant au niveau de la papille génitale. Sa taille paraît être en fonction de l'environnement habité, du comportement reproducteur et du mode de ponte [McCORMICK, 1989]. La structure testiculaire apparaît plus diversifiée chez les téléostéens que chez tous les autres groupes de vertébrés [PARENTI et GRIER, 2004]. En général, on les classe sous deux types de structures selon le mode spermatogenèse [ELOFSSON, 2003] :

a- Le type lobulaire : Cette dénomination est ainsi attribuée au fait que les tubes séminifères ont des cellules variables et présentent un aspect lobé en histologie. Dans ce type, qui est le plus répandu chez les téléostéens, les spermatogonies (type A) se repartissent tout au long du tube séminifère ; les cystes formés se déplacent peu au cours de leur évolution et les spermatozoïdes produits sont libérés dans la lumière centrale des tubes en communication avec le canal déférent.

b- Le type tubulaire : contrairement au précédent, les cellules germinales sont localisées uniquement au niveau de l'extrémité aveugle des tubules et durant la spermatogenèse le cyste migrent le long du tubule qui ne possède pas de lumière vers la cavité centrale du testicule où sont libérés les spermatozoïdes. Ce type est limité seulement au groupe des Poeciliidae.

Il faut noter que, dans les deux types, l'espace extralobulaire (ou extratubulaire) est tapissé de : vaisseaux sanguins, cellules conjonctives et de cellules interstitielles [DUTTA et *al.*, 2003].

I-1-3-2- la spermatogenèse :

C'est un processus organisé et complexe qui prend place dans les tubes séminifères chez les animaux sexuellement matures et pouvant être défini comme la transformation de cellules indifférenciées (gonies), issues de cellules germinales primordiales de l'embryon par division mitotique, en une autre cellule germinale plus élaborée (spermatozoïde). Ces différentes étapes cytologiques de la spermatogenèse sont à peu près les mêmes dans la série animale et sont résumées dans la figure 1. La spermatogenèse se divise en trois phases distinctes : proliférative, mitotique et phase de différenciation [HARRIS et NICHOLSON, 1998].

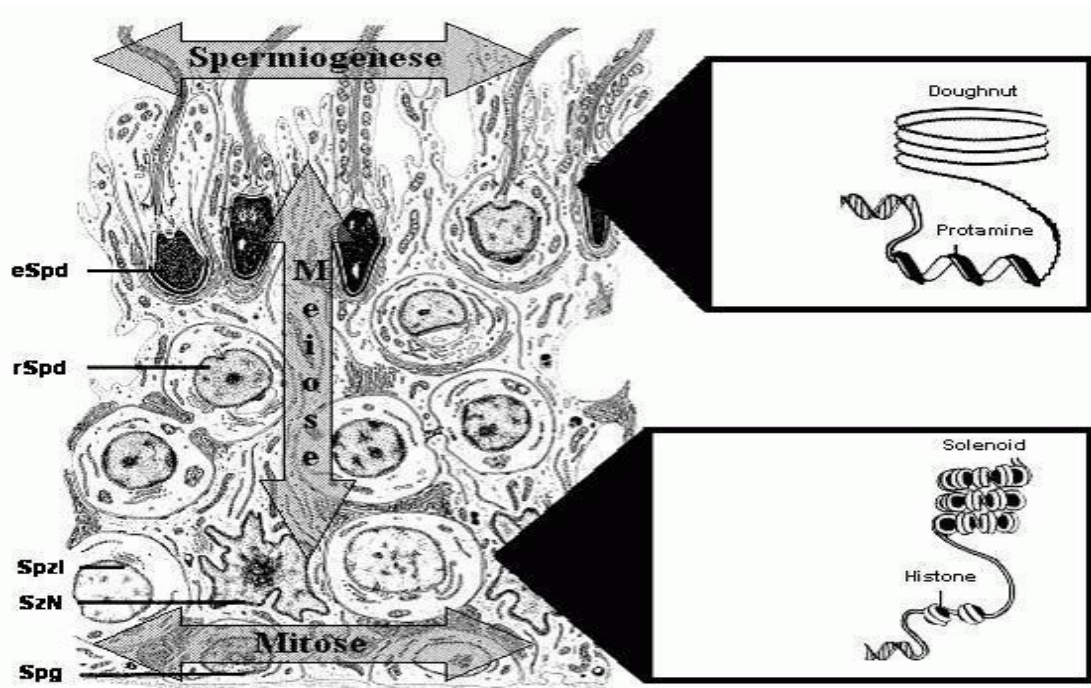


Figure 1 : Schéma représentant les principales étapes de la spermatogenèse (Spg : spermatogonies, Spzl : spermatocytes, SzN : cellules interstitielles, rSpd : spermatocytes, eSpd : spermatozoïde [STEGEER., 2005]).

Toutefois, si la spermatogenèse est un processus presque continu chez les vertébrés évolués, tel que les mammifères dont la plupart peuvent produire des spermatozoïdes toute l'année, il n'en est pas de même chez les poissons, qui présentent en général un cycle sexuel très marqué se manifestant par la production de spermatozoïdes pendant une brève période [BILLARD, 1973], suivie par une période de repos sexuel [SAKSENA et *al.*, 1995].

La spermatogenèse est un processus long, complexe et synchrone à l'intérieur de chaque cyste formé par les cellules de sertoli et cellules germinales, où plusieurs stades, ou phases,

peuvent être différenciés : les spermatogonies « $2n$ », qui constituent le matériel de base de la spermatogenèse, se multiplient activement par mitose à la périphérie des tubes séminifères pour donner des spermatocytes de premier ordre qui vont subir la première division méiotique et donner naissance aux spermatocytes de deuxième ordre à « n » chromosomes. La division suivante va aboutir aux spermatides qui vont présenter des modifications morphologiques et biochimiques importantes avant de se transformer en spermatozoïdes (spermatogenèse) qui s'accumulent, sous forme de sperme, dans la cavité des tubes séminifères. Ces gamètes restent en état de dormance jusqu'à l'apparition de conditions de milieu favorables et où, au signal donné par la gonadotropine, le mâle devient prêt à frayer [WELTZIENA et *al.*, 2002].

-Ultrastructure des cellules spermatogénétiques :

La morphologie de ces types cellulaires est très variable surtout d'une espèce à l'autre. Cependant, pour les cellules peu différenciées (spermatogonies et spermatocytes) la forme et l'allure présentent un certain nombre de constances [BILLARD, 1973].

-Spermatogonie :

* **Spermatogonie A** : il s'agit de toutes les gonies isolées et entourées de cellules somatiques, ces dernières sont regroupées en cystes et caractérisées par leur grande taille et un noyau d'aspect clair. Elles assurent la continuité de la lignée germinale dans le testicule au cours des cycles successifs.

***Spermatogonie B** : il s'agit de toutes les générations de spermatogonies contenues à l'intérieur de cystes et sont plus petites.

-Spermatocytes :

***Spermatocytes primaires (I)** : ils sont générés de la dernière génération de spermatogonies B, qui ont subi des divisions méiotiques. On les retrouve dans différentes phases de prophase méiotique et sont distingués par une taille plus petite et un cytoplasme plus gros avec une chromatine en forme de filament.

***Spermatocytes secondaires (II)** : plus petits que les précédents, ils sont produits de la première division méiotique des spermatocytes I, possédant un noyau concentrique et rond distingué par une légère condensation de la chromatine de l'un des pôles.

-Spermatides : à noyau sphérique et dense, regroupés en cystes également. Ces cellules subissent des transformations avant qu'elles ne deviennent des spermatozoïdes.

-Spermatozoïdes : sont les plus petites cellules de la lignée spermatogénétique et se concentrent immobiles dans la lumière des tubes séminifères. Dans le groupe très hétérogène que constituent les poissons ; il existe une variété considérable de la morphologie du spermatozoïde avec une particularité qui les distinguent des autres espèces d'animaux ; c'est l'absence de l'acrosome pour la plus part des espèces [TABARES et *al.*, 2005].

-Les cellules Sertoli : localisées autours des lobules testiculaires dont la forme varie au cours de la spermatogenèse et dont l'homologie avec les cellules sertoli des mammifères reste controversée [BILLARD et *al.*, 1982 ; GRIER, 1981]. Ces cellules constituent une part très importante des tubes séminifères et forment la barrière hémato-testiculaire [COMBERNOUS, 2004].

-Les cellules interstitielles ou Leydig: sont de larges cellules polygonales situées dans l'espace interlobulaire dont le rôle primaire est la synthèse d'androgènes [HOAR et NAGAHAMA, 1978].

En résumé, la reproduction comprend une séquence d'événements depuis le développement de la gonade jusqu'à sa régression. La première période débute avec l'initiation de la gamétogénèse en produisant les gamètes mures sur un ou plusieurs cycles et en se terminant à chaque fois par leur émission. La seconde phase est celle du repos sexuel, avec l'accumulation des réserves d'énergie qui sont nécessaires pour redémarrer une nouvelle gamétogénèse [GABBOTT, 1983].

I-2-La régulation de la fonction de reproduction :

I-2-1-Le rôle des facteurs endogènes :

I-2-1-1-L'hypophyse (glande pituitaire) : il est directement impliqué dans le contrôle du fonctionnement des gonades, l'hypophysectomie entraîne la régression de l'ovaire ou du testicule [PICKFORD et ATZ, 1957] et, comme celui des autres vertébrés, il est composé de deux parties [LEATHERLAND et MACKROWN, 1973] :

Adenohypophyse : divisé en rostral (pro-adenohypophyse) et proximal (meso-adenohypophyse) ; pars dorsalis et pars intermedia (méta-adenohypophyse).

Neurohypophyse.

C'est l'adenohypophyse, qui régule la fonction des gonades des poissons, et est le site de synthèse, stockage et de libération dans le plasma de plusieurs hormones peptidiques et protéiques appelées gonadotropines. Les cellules sécrétrices de gonadotropes sont principalement localisées dans la pars distalis proximal de l'adenohypophyse [FONTAINE et OLIVEREAU, 1975]. Depuis quelques années, des hormones ont été isolées avec des degrés de pureté variables à partir de l'hypophyse d'un petit nombre d'espèces. Les premières préparations réalisées chez les téléostéens concluaient à l'existence d'une seule gonadotropine (GtH) de nature glucoprotéique [MALO-MICHELE, 1978] dont la composition en acide aminés est différente selon l'espèce, mais présente certaines similitudes avec les hormones gonadotropes (LH et FSH) des mammifères [BIRRZAWA-GERARD, 1981].

Hormones gonadotropines (GtH) : jouent un rôle primordiale dans l'initiation et le déroulement de la gamétogénèse [MAISSE et BRETON, 1996], elles agissent soit directement soit par l'intermédiaire des hormones stéroïdes sur la majorité des étapes du développement de la gonade mâle et femelle [LEGENDRE et JALABERT, 1988]. Les premiers travaux avaient montré que chez les mâles [BILLARD et *al.*, 1982] comme chez les femelles de la truite commune [BRETON et *al.*, 1983] l'initiation de la gamétogénèse est liée à une augmentation des niveaux plasmatiques de GtH au printemps ; interprétée comme étant responsable de l'induction de la gamétogénèse [BRETON et BILLARD, 1984]. Cette élévation paraît être liée à une augmentation de la sensibilité hypophysaire à la gonadolibérine [BRETON et BILLARD, 1984]. Chez le mâle, elle stimule le développement complet du testicule et la spermiation. Chez la femelle elle induit la vitellogénèse endogène et indirectement la vitellogénèse exogène en stimulant la synthèse des œstrogènes par l'ovaire, lesquels agissent sur la synthèse et la sécrétion de vitéllogénie par le foie. Elle induit également la maturation ovocytaire en stimulant la production de stéroïdes « maturants » [LEGENDRE et JALABERT, 1988].

I-2-1-2- L'hypothalamus : celui des téléostéens comprend deux parties [HOLMES et BALL, 1974] :

* **le noyau préoptique (NPO) :** situé dans le recoin préoptique, il est composé de la partie magnocellulaire et de la partie parvocellulaire. Ces corps cellulaires sont composés de cellules neurosécrétrices qui élaborent des neurohormones libérées au niveau des extrémités axonales [LEGENDRE et JALABERT, 1988] qui pénètrent, ramifient et finissent dans le lobe neuro-intermédiaire [BERGMAN, 1966 ; KNOLES et VOLLRATH, 1966] atteignant directement la pars

distalis de l'hypophyse et sont susceptibles d'effectuer des connections synaptiques directes avec les cellules gonadotropes [PETER, 1983].

* **le noyau latéral du tuber (NLT)** : localisé dans la partie caudale de l'hypothalamus, il est divisé en quatre parties : rostralis, medialis, ventrolatéralis et latéralis. La présence ou l'absence de cette subdivision varie selon les espèces téléostéens [TERLOU et EKENGREN, 1979].

L'hypothalamus des poissons agit comme un lien entre l'environnement et le système endocrinien, cette glande a une activité à travers la production de facteurs sécréteurs (GnRH) ou inhibiteurs (GIF) de gonadotropines hypophysaires à différents moments pour moduler le cycle de reproduction [SUNDARARAJ, 1981].

a- Gonadotropine releasing hormones (GnRH) : ou hormones libérines est un décapeptide, qui ne diffère du GnRH des mammifères que par deux substitutions d'acides aminés en position 7 et 8 [SHERWOOD et *al.*, 1983], il a une structure très proche chez certains téléostéens (poissons rouges *Carassius auratus* et truite arc-en-ciel *Oncorhynchus mykiss*) [BRETON et *al.*, 1984] sinon identique chez d'autres (milkfish *Chanos chanos* et le mulot *Mugil cephalus*) [SHERWOOD et *al.*, 1984]. Des essais ont démontré la présence de ce facteur de libération de gonadotropines dans le cerveau des téléostéens [GOOS, 1978 ; ACKSON, 1978 ; DICKHOF et GORBEN, 1978], ce facteur a été d'abord mis en évidence et partiellement caractérisé chez la carpe [BRETON et *al.*, 1975].

Son étude a permis de situer les cellules sécrétrices de gonadolibérine le long d'un continuum de fibres partant du bulbe olfacto-rétinien et aboutissant à l'hypophyse. Leur présence a été observée en particulier dans la région préoptique et dans le tractus optique [KAH et *al.*, 1993], ce qui suggère une influence possible de la photopériode sur leur activité et l'action de la mélatonine ne peut être écartée des sites de liaison ayant été mis en évidence dans la région préoptique [EKSTROM et VANECEK, 1992]. CRIM et EVAND (1980) ont rapporté que la GnRH peut également être trouvée dans des sites extra-hypothalamiques suggérant peut-être que ces régions du cerveau sont impliquées dans le contrôle de la fonction gonadotrope.

b- Gonadotropine inhibitory factors (GIF) : ou hormone inhibitrice, ce facteur pourrait être de la dopamine dont l'activité GIF a été démontrée [PETER, 1983].

I-2-1-3-L'organe pinéal (ou épiphyse) : est une extension du diencephale située sous la calotte crânienne qui peut participer au contrôle de la sécrétion des gonadotropines chez les téléostéens [LEGENDRE et JALABERT, 1988]. L'épiphyse est composée de trois types cellulaires morphologiquement distincts : les cellules sensorielles, les cellules de support et les cellules ganglionnaires où les premières sont les plus abondantes [HOLMGREN, 1959] et sont similaires à celles de la rétine [OKSCHE et KIRSCHSTENIN, 1967]. La plupart des auteurs suggère sa double fonction : photoréceptrice / sensorielle [URASAKI, 1976] et sécrétrice [DE VLAMING, 1974]. Chez les poissons où l'augmentation de la longueur du jour et la longue photopériode au printemps stimulent la recrudescence gonadique [PETER et CRIM, 1979] ; la pinéale peut avoir un rôle dans cette recrudescence sous longues photopériodes et dans la suppression de l'activité gonadique sous courtes photopériodes [HONETELA et PETER, 1980].

La pinéale n'émet pas de projections nerveuses, son influence sur les fonctionnements physiologiques met donc en jeu un facteur endocrinien ; et la principale hormone sécrétée est la Mélatonine qui traduit les effets de la photopériode sur la fonction de reproduction [MALPAUX et *al.*, 1996]. Cette action ambivalente dépend de la dose, du mode et du temps d'administration et de la photopériode auquel les animaux sont exposés. Néanmoins, on ne peut pas expliquer l'action antigonadique du pinéal par l'action seulement de la mélatonine. Ainsi, il a été suggéré que d'autres substances antigonadiques sont contenues dans la pinéale comme l'arginine et vasolocén [HOLDER et *al.*, 1979].

La mélatonine est sécrétée par la glande pinéale selon un rythme jours/ nuit bien défini [ARANDT, 1996]. Bien qu'elle soit synthétisée dans d'autres structures que la pinéale (la rétine par exemple), la pinéalectomie conduit à des taux nocturnes de mélatonine non détectables, ce qui implique que la glande pinéale est la source principale de cette hormone [MALPAUX et *al.*, 1996]. Elle est synthétisée à partir du Trypophane dans les pinéalocytes. Contrairement à la plupart des autres hormones, elle n'est pas stockée dans des vésicules avant sa libération [REITER, 1981]. Elle peut agir à différents niveaux de l'axe hypothalamo-hypophysaire et gonadique. Toutefois, une étape clef de son action implique des événements nerveux centraux, en particulier, son effet majeur est de modifier la fréquence de libération des gonadolibérines hypothalamiques, ce qui par voie de conséquence, change la fréquence de libération de gonadotropines et l'activité des gonades [MALPAUX et *al.*, 1996]. Il a été ainsi démontré la localisation de sites d'action dans l'hypothalamus médiobasal où des récepteurs à la mélatonine de faible densité ont été identifiés [CHABOT et *al.*, 1994]. Son action sur les neurones à gonadotropines est indirecte, divers neuromédiateurs sont impliqués, par

exemple la dopamine et la sérotonine. Mais il est impossible de tirer des conclusions cohérentes de ses actions ou des effets de la pinéalectomie sur le cycle reproducteur, tant les résultats sont controversés en fonction des espèces et tant les conditions expérimentales sont variables [MAISSE et BRETON, 1996].

I-2-1-4- Le testicule :

Son rôle essentiel est la production de gamètes mâles, spermatozoïdes, [DUTTA et *al.*, 2003 ; MASSÁNYI et *al.*, 2003], mais en pratique il possède une double fonction : la production d'androgènes et la spermatogenèse [SADEK et *al.*, 1999] où les cellules somatiques des testicules (cellules de Sertoli et Leydig). Ces dernières contribuent à l'élaboration de spermatozoïdes par leurs rôles endocrine et paracrine sous l'action des hormones stéroïdes et protéiques [BILLARD et FONTAINE, 1976, COMBARNOUS, 2004].

Les hormones gonadotropines régulent l'activité des gonades à travers la production des stéroïdes [SULISTYO et *al.*, 2000], ces derniers produits par les testicules agissent sur les caractères sexuels secondaires, et comportement sexuel [CALLARD et *al.*, 1978] ; tout en régulant la gamétogénèse et le cycle reproducteur [SULISTYO et *al.*, 2000]. Leur effet est sous la médiation en partie par l'action du système nerveux [PETER et CRIM, 1979].

La testostérone, l'androstenedione et l'hydroepiandrosterone ont été extraites et isolées de plusieurs poissons [OZON, 1972]. La vésicule séminale, qui est une glande sexuelle attachée aux testicules [DODD, 1960], présente une variation saisonnière dans l'activité sécrétrice corrélée avec celle des testicules [NAYYAR et SUNDARARAJ, 1970a]. Une synergie entre androgènes, prolactine et hormones de croissances a été démontrée dans la régulation de l'activité sécrétrice dans la vésicule séminale du poisson-chat [NAYYAR et SUNDARARAJ, 1970b] et du gobii [DE VLAMING et SUNDARARAJ, 1972]. Les sécrétions contiennent des mucoprotéines et des mucopolysaccharides [NAYYAR et SUNDARARAJ, 1970a].

Le rôle des stéroïdes sexuels dans la régulation des activités de la vésicule séminale peut s'impliquer dans la production du sperme aussi bien que dans les phéromones. Cependant, peu d'informations sont disponibles pour les phéromones des poissons et beaucoup de travaux suggèrent que la sécrétion gonadique peut faire parvenir le signal pour la reconnaissance sexuelle chez beaucoup de poissons [LILEY, 1969].

Une castration induit une hypertrophie des cellules hypophysaires et l'hypersécrétion de gonadotropines. Cet effet peut être réversible par l'administration d'oestradiol ou testostérone. ROBERTSON (1958), a rapporté que les cellules gonadotropines hypophysaires

accélèrent le développement des testicules chez la truite arc-en-ciel après une castration unilatérale. La gonadectomie bilatérale chez cette espèce provoque l'hyperactivité de ces mêmes cellules gonadotropiques [ANAND et SUNDARARAJ, 1975 ; VISWANATHAN et SUNDARARAJ, 1974]. Cette castration bilatérale de cette espèce à n'importe quel stade du cycle testiculaire, même au stade de repos sexuel, implique l'augmentation du niveau GtH du plasma [BILLARD, 1978]. Ce résultat indique que l'action négative du stéroïde dans la sécrétion du GtH intervient dans tous les stades du cycle de reproduction.

Les stéroïdes sexuels présentent des récepteurs au niveau de glande pituitaire, du NPO (noyau préoptique), le NLT (noyau latéral du tuber) et d'autres sites dans le cerveau chez plusieurs espèces de poissons, suggérant que plusieurs sites dans le cerveau peuvent servir comme un loci pour l'action rétroactive des stéroïdes [BILLARD et PETER, 1977 ; PETER et CRIM, 1979].

I-2-2-Facteurs exogènes :

La reproduction, chez les téléostéens, comme chez les autres vertébrés, est un phénomène cyclique contrôlé à la fois par un rythme physiologique interne et par les variations saisonnières du milieu [LAFLAMME, 1991]. Certains facteurs environnementaux, qui agissent comme signaux à l'approche de la saison favorable pour la reproduction, affectent les extra-récepteurs lesquels agissent à leur tour sur le système nerveux central, la pituitaire et finalement les gonades. C'est à travers ce type de facteurs environnementaux que le rythme endogène est amené à une phase précise de reproduction [PETER et CRIM, 1979].

La photopériode (durée du jour), pluies saisonnières, températures, parmi d'autres facteurs, sont importants dans la régulation du cycle reproducteur chez les téléostéens [WOYNAROVICH et HORVÁTH, 1981]. Chez plusieurs salmonidés, qui se reproduisent en automne, l'augmentation graduelle de la photopériode suivie par sa diminution, ou bien un traitement avec de courtes photopériodes, joue un rôle dominant dans la régulation du cycle reproducteur. La température peut aussi être un facteur régulateur significatif dans le cycle reproducteur [SUNDARARAJ, 1981]. Il semble cependant que l'influence de la température se marque, à court terme, sur les étapes finales du cycle reproducteur (maturation finale, spermiation), tandis que la photopériode présente une influence, à long terme, dans le déroulement de la gamétogénèse [BILLARD et GILLET, 1984].

D'une manière générale, l'influence des variations saisonnières très marquées de la température et de la photopériode apparaît néanmoins, prépondérante chez les espèces vivantes en régions tempérées, pour lesquelles la reproduction est généralement limitée à une

courte période de l'année. [MONTEIRO, 2001]. Chez les espèces se reproduisant au printemps ou dans la saison estivale, notamment les Cyprinidés, il est établi que la température est le facteur prépondérant et que, ces espèces voient leur saison de reproduction mise en phase par le réchauffement des eaux [BEELEN et *al.*, 1999].

Dans les régions tropicales et équatoriales où ces facteurs varient moins, certaines espèces ont une reproduction apparemment continue et, pour les espèces présentant une cyclicité annuelle, le moment de la reproduction est souvent lié aux pluies ou aux crues mais la nature exacte du stimulus perçu reste dans ce cas mal définie [LOWE-McCONNELL, 1979]. Ce qui implique, qu'au sein même des téléostéens les mécanismes de la chronologie de la reproduction varient considérablement. La compréhension du rôle régulateur des facteurs environnementaux sur le cycle reproducteur n'est pas encore possible à cause des conditions expérimentales différentes et du manque du contrôle propre de ces facteurs. La réalisation des phases finales de la gamétogénèse et de la reproduction, en général, peut aussi dépendre de la présence dans le milieu des stimuli spécifiques plus ponctuels (substrat de ponte par exemple). Les facteurs de stress (manipulation, captivité ou le confinement) peuvent jouer un rôle important en particulier pour les espèces d'élevage. Selon BILLARD et *al.* (1980) ils peuvent en effet bloquer différentes phases de la gamétogénèse ou agir sur la fécondité ou la qualité des gamètes. Ce qui permet de penser que l'activité reproductrice est fortement modulée par les événements environnementaux [STÉQUERT et *al.*, 2001].

I-2-2-1-Photopériode : les variations de la durée du jour sont responsables de l'alternance entre une saison sexuelle et une saison de repos sexuel dans la plupart des espèces animales. Selon sa durée, la photopériode peut exercer une action stimulante ou inhibitrice sur l'activité de reproduction. Toutefois, en l'absence d'information photopériodique, l'animal exprime un rythme endogène de reproduction. Les rôles principaux de la photopériode dans les conditions naturelles semblent être de synchroniser ce rythme interne. L'information lumineuse est successivement traitée par voie nerveuse (œil- glande pinéale), endocrinienne (mélatonine), de nouveau nerveuse (liaison cible de la mélatonine-neurone à GnRH) et enfin de nouveau endocrinienne (GnRH et gonadotropines). De plus, l'action de la photopériode sur l'activité de reproduction est un modèle d'interaction entre des rythmes endogènes de périodes différentes : un rythme circadien de sécrétion de mélatonine qui permet de synchroniser un rythme circannuel de reproduction dont les phases se caractérisent par des fréquences variables de libération de GtH [MALPAUX et *al.*, 1996].

I-2-2-2- température : elle a toujours été considérée comme étant un facteur critique pour la gamétogenèse [MUKASIKUBWABO, 1990], et elle est parmi les facteurs les plus susceptibles d'intervenir dans la cinétique de la différenciation gonadique [BRUSLE, 1983]. Elle affecte à la fois la survie et la distribution du poisson, ses taux de croissance et de développement ainsi que ses activités locomotrices et reproductrices [BISHAI, 1965] ; soit par stimulation des mécanismes physiologiques, soit par enrichissement trophique du milieu [AMENZAOUI et *al.*, 2005]. D'autre part, il faut ôter l'idée que chaque fois que la température augmente l'activité de reproduction augmente. Selon BILLARD et MARCEL (1980) toute élévation de la température s'accompagne d'un accroissement du métabolisme : la consommation d'oxygène augmente avec l'augmentation de la température ce qui frêne l'activité de reproduction en diminuant l'apport énergétique du tissu hépatique vers les gonades.

Anchois européen :

Engraulis encrasicolus

II-Anchois européen *Engraulis encrasicolus* :

Le groupe des petits pélagiques est constitué par l'ensemble des poissons de petite taille qui passent la plus grande partie, sinon la quasi-totalité, de la phase adulte en surface ou en pleine eau. Ces espèces sont totalement libres à l'égard du fond et sont indépendantes de la nature du substrat [LALOË et SAMBA, 1990 ; COLLIGNO, 1990]. Parmi ces espèces on trouve dans nos régions : l'anchois européen *Engraulis encrasicolus* (Linné 1758), qui est un poisson téléostéen Clupéiforme de la famille des Engraulidées, dont il est le seul représentant en méditerranéen [GAAMOUR et *al.*, 2004]. Ce poisson est d'une vingtaine de centimètres [DRAGANIKOF et WYSZYŃSKI, 2004] est caractérisé par l'allongement du museau en rostre au dessus d'une bouche infère largement fendue [BASILONE et *al.*, 2004]. A corps très élancé, mince, à section transversale ovale, profil ventral sans alignement de scutelles, museau conique proéminent et pointu dépassant la mâchoire inférieure, mâchoire supérieure longue prolongée bien en arrière de l'œil. Les nageoires dorsales sont courtes, insérées au milieu du corps ; l'origine de la nageoire anal est en arrière de la base de la dorsale. Les écailles caduques et sans ligne latérale, la nageoire caudale est fourchue. Le dos bleu-vert, passant rapidement au gris clair, flancs avec une bande argentée bordée dorsalement d'une ligne sombre, le ventre pâle et la nageoire caudale bordée de sombre [FAO, 1988].

Cette espèce est répandue dans tout l'Atlantique oriental depuis les côtes de la Scandinavie (62° N) jusqu'en Afrique du sud (23°S) [TURAN et *al.*, 2003], mais non en baltique et rare dans la mer du Nord. Elle est également répandue dans tout le bassin méditerranéen y compris la mer Noire et la mer d'Azov [KRISTOFFERSEN et MAGOULAS, 2007]. L'aire la plus importante de cette ressource est localisée dans la mer Catalane (Espagne) et le Golf du Lion à l'ouest du bassin méditerranéen et dans l'Adriatique et la mer Egée à l'Est, sa distribution le long des côtes de la Méditerranée n'est pas régulière mais en forme d'unités de stock [MAZZOLA et *al.* 2002]. L'anchois est une espèce utilisant des aires de reproduction biologiques substantielles pour la ponte pour assurer une alimentation adéquate pour l'adulte [BLAXTER et HUNTER, 1982]. Cette espèce habite des aires de très différentes caractéristiques environnementales : dans des aires à production élevée (exemple les Canaries dans les régions à courant), ou bien des aires à eaux chaudes et production modérément élevée, et, même en aires à production basse et à conditions extrêmes (exemple la mer Noire) [POLOMERA, 1992] ; grâce à des stratégies écologiques, comme : période de reproduction étalée, une première maturation rapide [GAAMOUR et *al.*, 2004]. Ses comportements indiquent clairement son orientation vers la stratégie « r » ; par la maximisation des efforts reproducteurs par la production élevée d'œufs sans protection parentale pour plus de chances de survie des larves [RAMPA et *al.*, 2005]. Elle peut être classée parmi les espèces à grand potentiel reproducteur

et équilibre fragile [HUNTER et MACEROICZ, 1985 ; SCHAEFER, 1987 ; ALHEIT, 1989]. Sa distribution induit également les baies, lagunes et estuaires [PALOMERA, 1992].

Il est évident que la production annuelle est liée au succès de la reproduction qui, est à son tour, peut être reliée aux effets directs et indirectes des conditions favorables de l'environnement (comme la disponibilité d'aliments déterminés par le « timing » du bloom du phytoplancton et du zooplancton) [BASILONE et *al.*, 2004]. Le timing du cycle de reproduction, la taille à la première reproduction, variation spatio-temporelle de l'intensité de ponte et le changement dans l'investissement de la qualité et quantité de la progéniture : tous ces processus peuvent être modifiés en réponse aux fluctuations environnementales [SARGENT et *al.*, 1987 ; GUISANDE et *al.*, 1998 ; MILLÁN, 1999 ; REVEIRO et *al.*, 2000, 2003].

Les fluctuations du stock de ce petit pélagique sont souvent attribuées au succès relatif au recrutement ; la variabilité de ce succès prend place dans les premiers moments de vie à travers l'action des facteurs environnementaux. En plus, les processus physiques : enrichissement, concentration, rétention, transport d'œufs et larves et la stabilité de la colonne d'eau ; jouent un rôle clef dans ce succès qui se combine au rendement d'habitats favorables de reproduction pour les petits pélagiques [PETERMAN et BRADFORD, 1987 ; BAKUN et PARRISH, 1991 ; BORJA et *al.*, 1996. TSAI et *al.*, 1997 ; COLE et McGALDE, 1998 ; PAINTING et *al.*, 1998 ; GUISANDE et *al.*, 2001, 2004 ; LLORET et *al.*, 2004 ; ZERRAD et *al.*, 2006]. Donc, la stratégie de reproduction doit être adaptée aux conditions de l'habitat pour maximiser les chances de survie de la progéniture en dehors des facteurs environnements à variabilité saisonnière prononcée [BASILONE et *al.*, 2006]. L'influence de l'environnement sur leur biologie et les fluctuations de leur disponibilité a été mise en évidence dans de nombreuses pêcheries du globe [BELVEZE, 1984 ; CURY et FONTANA, 1988 ; FREON, 1988 ; BINET, 1995 ; CSIRKE, 1995 ; PAULY, 1997].

La pression de pêche est accentuée sur l'*E. encrasicolus* à cause de son prix élevé sur le marché [GARCIA et *al.*, 1996], ce qui le classe premier en terme d'importance économique (deuxième en terme d'abondance après la sardine *Sardina pilchardus*) [MAZZOLA, 2002], causant ainsi sa surexploitation, ou au mieux mettant ses stocks à leur niveau d'exploitation la plus maximale dans la quasi-totalité des pêcheries méditerranéennes [PARTIERRA et LLEONART, 1996].

II-1-taille à la première maturité sexuelle : c'est le passage du stade juvénile (immature) au stade adulte (mature), caractérisé essentiellement par la capacité de participer à la reproduction [LOUBENS, 1985]. Deux définitions sont le plus souvent admises :

-la taille du plus petit poisson mûr ou du plus grand individu immature pendant la saison de reproduction [McGREGOR, 1966].

-La longueur à partir de laquelle 50% des individus d'une population sont sexuellement murs lors de la période de ponte (L50) [GIRÁLDEZ, 2001]. Cette détermination se fait en regroupant les individus par sexe et par classe de taille d'un demi-centimètre en considérant la longueur à la fourche. Ensuite, on calcule le pourcentage des individus matures de chaque classe de taille pendant la principale période de reproduction en fixant le seuil de maturité à partir du stade III qui correspond à la phase de développement des ovaires [FONTANA, 1969 ; CONAND, 1977].

Cette taille est une caractéristique biologique très importante dans le domaine halieutique. Son intérêt est de fixer une taille de capture pour assurer aux juvéniles l'atteinte de la maturité sexuelle [SAMSUN et *al.*, 2006]. Chez l'anchois, elle diffère chez les deux sexes où les males murissent plus vite que les femelles [ANDREU et RODRIGUEZ, 1951]. La comparaison des différentes observations reste cependant difficile. Ceci est dû au fait que de nombreux auteurs n'indiquent ni la méthode de détermination retenue, ni le critère de maturité adopté, ni la taille de référence utilisée [BA, 1988]. Mais d'une manière générale, il a été observé que l'anchois atteint sa première maturité sexuelle dès sa première année d'existence [CORT et *al.*, 1976 ; LUCIO et URIARTE, 1990]. Sur le tableau ci-dessous, nous avons indiqué les tailles de premières maturités sexuelles rapportées dans la littérature.

Tableau1 : Taille de la première maturité sexuelle d'*E. encrasicolus* dans le bassin méditerranéen et dans l'océan atlantique.

Aire géographique	LPM	méthode	référence
Baie de BOUSSMAIL	11.4	L50	HEMIDA, 1987
Côtes Mauritanienes	10	L50	BA, 1988
Croatie	11.5	L50	SINOVČIĆ, 1992
Golfe de VISCAY (Espagne)	14.3	L50	MOTOS et <i>al.</i> , 1996
Mer Noire	5.5-6.0	L50	LISOVENKO et ANDRIANOV, 1996
Mer adriatique	11-12	L50	VALISNERI et SCAPOLATEMPO,

	7.5	L50	2001 RAMPA et <i>al.</i> , 2005
Golfe de Tunis	7.5	L50	GAAMOUR et <i>al.</i> , 2004
SICILE-ITALIE	13.5	L50	BASILONE et <i>al.</i> , 2006

Suivant ce tableau la première maturité sexuelle peut aller de 5,5 cm en mer Noire à 13.5 cm en Italie ; cette variation peut être due aux conditions du milieu aussi bien qu' à la physiologie de l'individu [SENNAI-CHENITI, 2003].

II-2-Cycle de reproduction : le moment de reproduction est si précis que la fraie se produit dans un environnement où les chances de survie sont maximales [SUNDARARAJ, 1981], donc ce « timing » tend à être un mécanisme pour synchroniser la reproduction des poissons avec le cycle local de production planctonique de telle manière que les stades larvaires et les premiers juvéniles coïncident dans le temps avec le pic de la biomasse planctonique [BOLLENS et *al.*, 1992 ; CUSHING, 1975, 1996]. Ou, plus généralement avec les conditions favorables pour la survie des premiers stades de vie : soit par le mécanisme de la chaîne alimentaire (inanition - prédation) [LASKER, 1978], mécanismes spéciaux (rétention vs advection) [ILES et SINCLAIR, 1982] ou les deux en même temps [MOTOS et *al.*, 1996]. Le potentiel élevé de reproduction de cette espèce, dû aux nombreux facteurs (maturité précoce, longue période de reproduction, multiplicité de reproduction, niveau élevé de fécondité individuelle, grande habilité pour restaurer la reproduction) [USOVENKO et ANDRIANOV, 1996], permet d'observer des individus mûrs toute l'année. En effet, chez cette espèce tous les individus de grande taille ($LF > 10$ cm) se reproduisent quelque soit la saison, comme il a été observé au Sénégal avec un maximum d'œufs en Janvier et Novembre [CONAND, 1970] et en Côte-D'ivoire avec deux pics : Janvier-Mars et Septembre –Octobre [MARCHAL, 1966]. L'étude du RGS conduite que les jeunes d'un an se reproduisent toujours après les plus âgés (plus d'un an) mais on observe que les deux classes d'âge seront complètement prêtes au pic [LUCIO et URIARTE, 1990 ; PALOMERA, 1992]. La grande variabilité du RGS individuel pour un même mois, traduit le grand décalage entre les individus de la même population dans leur maturité et émission [GAAMOUR et *al.*, 2004]. D'une manière générale, la période de reproduction est plus courte en latitudes Nord (5 mois) qu'en latitudes Sud (7 mois), suite aux fluctuations régionales de températures [GARCIA et PALOMERA, 1996]

II-3-Comportement :

II-3-1-Distribution : l'anchois se concentre dans l'aire de ponte pour commencer les activités de reproduction au début de la période de ponte et se dispersent après pour occuper toute la baie (comportement de concentration/extension) [URIARTE et MOTOS, 1991 ; URIARTE et MOTOS 1992]. Les grands individus âgés de 2 ans et plus, et les gros individus de 1 an pondent dans les eaux profondes au large. Les petits, c'est-à-dire ceux d'un an, pondent dans les eaux peu profondes proches des côtes [PALOMERA, 1992 ; GARCIA et PALOMERA, 1996]. Cependant, dans les années de bon recrutement même les petits sont également dominants dans les aires de reproduction. Le comportement de la distribution spatiale de l'anchois en ponte peut changer suivant le niveau d'abondance des adultes. ARBAULT et LACROIX-BOUTIN (1977) indiquent que la ponte de l'anchois peut se faire dans des recoins discrets ou dans un continuum en fonction de l'année. Cette grande variation est d'ailleurs bien élucidée ci-dessous :

- Pendant le pic de reproduction la distribution est entre 25 et 100 m, avec un maximum à 50 m et une distribution à 200 m le reste de l'année dans les côtes atlantiques jusqu'au Maroc [PALOMERA, 1992].
- Cette distribution est de 0-25 m à travers la thermocline dans la partie supérieure légèrement plus chaude dans la mer Noire [USOVENKO et ANDRIANOV, 1996].
- 60 et 120 m de profondeur dans le grand Rhône [ALDEBERT et TOURNIER, 1971].
- 150 km des côtes et 70m de profondeur [SANCHE et SIECHOMSKI, 1995].
- Les Œufs et larves sont retrouvés à 16-80 Km des côtes et entre 50 et 1000 m de profondeur dans la mer Catalane et le golfe du Lion [GARCIA et *al.*, 1996].

Les individus d'anchois sont bien représentés le long de l'année : le printemps, en surface, l'été dans la partie la plus productive, l'automne, ils migrent au fond, en hiver (quand le taux de production primaire décroît à de bas niveaux), ils migrent plus en profondeur où ils trouvent les conditions favorables de températures et où des eaux de l'été sont remaniées en profondeur par le courant [SINVČIĆ, 1992 ; MAZZOLA et *al.*, 2002].

II-3-2-Période de ponte : ils montrent un cycle journalier de ponte avec une intensité maximale dans l'obscurité ou la nuit, centrée aux environs de minuit, [SANCHEZ, 1995 ; MOTOS et *al.*, 1996 ; PERTIERRA et LLEONART, 1996]:

- de 21h à 00h dans la mer Noire [LISOVENKO et ANDRIANOV, 1996].

- 18h à 4h avec un pic de 23h à 00h [MOTOS et *al.*, 1996].

Le même comportement est observé chez d'autres espèces d'anchois comme le cas de l'anchois du japon *Engraulis japonica* qui concentre sa reproduction du couchée du soleil jusqu'à minuit [TAKASUKA et *al.*, 2005]. La ponte durant la nuit ou l'obscurité a été considérée comme un comportement commun chez les Clupéidés [BLAXTER et HANTER, 1982]. Généralement, les adultes remontent en surface durant la nuit et descendent en profondeur le matin [MASSÉ, 1996], même en période de reproduction. Donc l'intérêt écologique de cette reproduction nocturne est le fait qu'il y'a moins de risques d'être des proies pour les oiseaux marins ou d'autres poissons. HUBSON et CHESS (1978) suggèrent que cette ponte nocturne est une adaptation pour permettre une dispersion des œufs durant le début des heures obscures lorsque les eaux sont libres de prédateurs et la migration des adultes en profondeur le jour est pour les mêmes raisons [SHELTON et HUTCHING, 1981].

II-3-3-Alimentation : La distribution et migration de l'anchois peuvent être attribuées aux types d'organismes qui se trouvent dans ces couches d'eau [TUDELA et PALOMERA, 1995]. En principe, la station de reproduction coïncide avec les secteurs caractérisés par une meilleure biomasse relative de zooplancton [SABATINI et MARTOS, 2002]. C'est une espèce quasi exclusivement zooplanctonophage et l'ingestion du phytoplancton est assez occasionnelle [CIECHOMSKI, 1966 ; ANGELESCU, 1982]. La taille de l'aliment est corrélée linéairement avec la taille du poisson [KNBO, 1961]. Au stade post larvaire et larvaire l'anchois se nourrit d'œufs de copépodes et de nauplii [ESTRADA et ALCARAZ, 1985 ; REGNER, 1996] où ils se nourrissent mieux le jour et diminuent cette activité drastiquement la nuit [VIÑAS et RAMIREZ, 1996]. Les juvéniles se nourrissent par filtration d'adultes de copépodes et de dactyloptères [CIECHOMSKI, 1966]. Les adultes se nourrissent des méso et macro-zooplancton de 200 µm à 4 cm de diamètre (les copépodes, euphausiidae, amphipodes, hypéride et décapodes). L'ingestion se fait par filtration (microphagie- particules <3mm) ou par appréhension (macrophagie>3mm). La modalité d'appréhension est plus commune dans les heures de crépuscule et la nuit quand le zooplancton se concentre dans les couches superficielles de la mer. Ces adultes diminuent significativement le rythme alimentaire en période de reproduction [SABATINI, 2004].

II-3-4-Abondance : La variation spatiale de l'abondance dépendra du nombre et du type de facteurs environnementaux affectant la niche de l'espèce [BROWN, 1984]. Pour une période

donnée (année) sous de faibles variabilités des conditions environnementales, la variation de l'extension de l'aire de ponte dépendra de l'abondance de géniteurs. L'aire de distribution diminue lors des périodes de faible abondance : la ponte est pratiquement restreinte aux sites les plus favorables, qui maintiennent succinctement les conditions minimales pour cette espèce, et au contraire lors des périodes de forte abondance la population atteint sa distribution potentielle, suggérant que la sélection de l'habitat dépend de la taille de la population [MACCALL, 1990]. Notons également que les fluctuations annuelles d'œufs coïncident avec les fluctuations de la production primaire [REGNER, 1974]. La pêche peut avoir une influence dans le rétrécissement de l'habitat de la population [RADOVICH, 1982 ; URIARTE et ASTRUDILLO, 1987].

II-4-Conditions de milieu :

Les processus de maturation sexuelle et la ponte sont soumis à l'influence de nombreux facteurs extérieurs que peuvent accélérer, déclencher ou retarder l'ensemble des phénomènes liés à la reproduction [BA, 1988] : comme la fécondité, fréquence de ponte et âge / longueur à la première maturité [BASILONE et *al.*, 2004]. En zone tropicale la reproduction de cette espèce est souvent considérée comme continue suite aux faibles amplitudes des variations environnementales au cours d'un cycle annuel [BA, 1988]. Dans ce cas-là la ponte peut être liée aux sites géographiques plus qu'aux conditions environnementales [ARBAULT et LACROIX, 1971 ; ARBAULT et LACROIX-BOUTIN, 1977 ; TAKASUKA et *al.*, 2008]. En zones tempérées, comme il a été largement rapporté, les paramètres de reproduction sont profondément influencés par des facteurs biotiques et abiotiques de l'habitat particulièrement. Plusieurs auteurs soulignent la corrélation positive entre l'abondance d'alimentation, la température modérée et l'augmentation du rythme de ponte de l'anchois [PALOMARA, 1992 ; GIRALDEZ et ABAD, 1995 ; MOTOS, 1996 ; REGNER, 1996 ; SINOVCIC, 1999] avec comme conséquence une élévation de sa fréquence de ponte en une saison courte ou longue selon les régions [MOTOS et *al.*, 1996].

La croissance corporelle permet une estimation réelle de la convenance de l'habitat du moment où elle est affectée par les conditions du milieu [DEVRIES et FRIE, 1996] et, donc, reste un bon indicateur du potentiel de reproduction dans une région [BASILONE et *al.*, 2004]. Parmi ces facteurs : la température et la salinité (sont les deux paramètres généralement observés en raison de leur facilité de mesure [BA, 1988], upwellings et la production primaire [BASILONE et *al.*, 2004]. Les études comprenant différents stocks ont montré que la croissance

est affectée par la température [PAULY, 1980] et que la production est pratiquement contrôlée par la production primaire [IVERSONS, 1990].

II-4-1-La température : La température est le facteur essentiel dans le déclenchement de la ponte chez l'*E. encrasicolus* [FURNESTIN et FURNESTIN, 1959 ; GIRIN et DEVAUCHELLE, 1978 ; PALOMERA, 1992 ; GIRALDEZ et ABAD, 1995 ; MOTOS et *al.*, 1996 ; MILLÀN ,1999 ; ZERRAD et *al.*, 2006]. Mais, il est inconnu si ce facteur affecte directement le succès de ponte (stimulation des mécanismes physiologiques), spécialement le succès d'édosion et la survie des larves, ou c'est juste un indicateur de conditions de l'habitat favorisant la reproduction (enrichissement trophique du milieu) [BASILONE et *al.*, 2006]. Des études plus détaillées des fluctuations à long terme des premiers stades de vie démontrent qu'il y a une relation positive entre la température et la reproduction [REGNER, 1996]. La chaleur de l'eau au printemps influence le déclenchement de la saison de ponte [CORT et *al.*, 1979], d'autant plus elle marque également le déclenchement de la période de la grande stabilité de la colonne d'eau ; et le refroidissement, ensuite, marque le début d'une basse stabilité de la colonne d'eau [BASILONE et *al.*, 2006]. Pour l'anchois, sa reproduction prend place quand la température atteint sa valeur optimale qui peut différer d'une aire géographique à l'autre [MAZZOLA et *al.*, 2002]. Cependant, l'intensité maximale de ponte ne correspond pas au maximum thermique, mais à lieu lors du réchauffement progressif des eaux : transition saison froide/ saison chaude (printemps), qui est la plus favorable, et induirait le déclenchement de la ponte, mais quelque fois lors de la transition saison chaude / saison froide (automne) [BA, 1988].

La relation entre le cycle de reproduction et la température est donc probablement une stratégie reproductive développée pour assurer que la reproduction prend place durant la période de l'année où la stabilité de la colonne eau est élevée favorisant ainsi une concentration en aliment et la rétention d'œufs et larves dans l'aire de ponte [BASILONE et *al.*, 2006]. Comme c'est le cas dans le golfe du Lion où il apparaît qu'à chaque époque les optimums de ponte se situent dans des eaux dont la température est sensiblement égale à la valeur moyenne des conditions extrêmes rencontrées dans le golfe [ALDEBERT et TOURNIER, 1988].

L'impact ou l'influence de la température sur la reproduction de l'anchois a été démontré par plusieurs auteurs entre autres par les travaux de ALDEBERT et TOURNIER, 1988 ; MASO et DUARTE, 1989 ; TINTORÉ et *al.*, 1990 ; GARCIA et PALOMERA., 1996 ; LISOVENKO et ANDRIANOV, 1996; MOTOS et *al.*, 1996 ; ZERRAD et *al.*, 2006; dans les régions : le golfe du Lion, baie de Biscaye, la mer Noire , Ouest du bassin méditerranéen, golfe de Tunis et ,

respectivement. Et les travaux de BA (1988) sur les côtes de Mauritanie démontrent que les conditions thermiques favorables sont à l'origine de la ponte étalée sur toute l'année où les températures atteintes sont comprises entre 16,5 et 24°C pendant toute la période de ponte.

D'une manière générale, les études effectuées en méditerranée et l'atlantique montrent que pour l'*E. engraulis*, l'optimum thermique pour la reproduction se situe entre 14 et 30°C (tableau N°2), mais que cette dernière peut être observée à 13°C [PALOMERA et RUBIÉS, 1996] dans le Nord-Ouest méditerranéen ou même à 11,6 °C en Février dans le Nord Adriatique [ZAVODINIC, 1970].

Tableau 2 : Les températures optimales pour la période de reproduction et saison de reproduction de l'*E. engraulis* dans divers secteurs du bassin méditerranéen et de l'océan atlantique.

Zone	T°C	Saison de	Pic de	Références
Etudiée	Optimale	reproduction	reproduction	
Golfe de Biscay	14-18	Mars-Aout	Mai-Juin	MOTOS et <i>al.</i> (1996)
Estuaire de Mira(Portugal)	15.5-19.5	Mars-Novembre	Avril	RE (1996)
NO Mediterranean	15-20	Avril-Octobre	Mai-Juillet	PALOMERA, 1992
NO Mediterranean	15-22	Avril-Octobre	Juin-Aout	GARCIA et PALOMERA (1996)
Mer Alboran	19-23	Mars-Novembre	Août	RODRIGUEZ et RUBIN (1986); RODRIGUEZ (1990)
Mer Adriatique	17-22	Avril-Octobre	Mai-Août	REGNER (1996)
Golfe de Tunis	16-25	Février-Octobre	Avril-Août	ZERRAD et <i>al</i> (2006)
Baie de Boussmail	pas de données	Juillet-septembre	Août	HEMIDA (1987)

4-2-Salinité : le rôle de la salinité est très négligeable concernant la reproduction l'anchois [RÉ et *al.*, 1983]. Il tolère de larges écarts de salinité [REID, 1967], des œufs ont été ainsi trouvés à des salinités de 17 à 40‰ [DERMIR, 1968] ; la salinité ne peut être considérée comme un facteur limitant [MESO et DUARTE, 1989] mais quand même des préférences à de basses concentrations sont signalées suite à une observation de l'augmentation de taux de ponte dans les eaux de mélange d'eau de rivière [CASTELLON et *al.*, 1986]. Selon RÉ et *al* (1983), il est possible de trouver des rapports entre salinité et reproduction chez l'anchois uniquement dans

la mesure où l'évolution de ce paramètre est liée à une élévation de la température [BA, 1988]. Cependant un des mécanismes par lesquels la salinité pourrait affecter la reproduction serait par une action directe sur les gamètes en sachant que la fécondation se fait dans l'eau de mer.

II-4-3-Conditions trophiques : en raison de sa position dans la chaîne trophique, l'anchois européen, comme tous les petits pélagiques, réagit très rapidement à l'augmentation de la production du phytoplancton et zooplancton. Une corrélation positive a été trouvée entre la qualité d'œufs et le nombre de cellules du phytoplancton aussi bien que le poids net du zooplancton [VUCETIC, 1975]. L'analyse à long terme [1962-1976] montre que la production d'œufs et la qualité des larves suit la production primaire et que le zooplancton atteint le pic avec une phase de décalage à environs 2 mois avant la date de reproduction [REGNER, 1979, 1985]. Cette phase peut être reliée avec l'alimentation intensive des adultes dans la période de pré-ponte [REGNER, 1996].

Comme il a été déjà souligné ci-dessus la ponte atteint un pic durant les conditions de transition entre hiver (froid, homogénéité verticale d'eau) et été (eau de surface chaude, stratification verticale) et cette période coïncide avec les valeurs maximales de la biomasse du zooplancton.

Matériel

&

Méthodes

Matériel et Méthodes

Dans cette partie, nous allons décrire notre approche expérimentale avec le matériel utilisé. L'objectif de notre travail est de caractériser la reproduction de l'anchois en réalisant une exploration tant à l'échelle macroscopique que microscopique. Dans l'aspect macroscopique, nous avons considéré le RGS (Rapport gonado-somatique) paramètre déjà utilisé dans la littérature pour caractériser la reproduction. Ce paramètre est un pourcentage qui résulte de la division du poids de la gonade sur le poids total du poisson, de cette manière il est fait abstraction de l'effet que pourrait avoir le poids de l'individu sur l'expression du processus de reproduction. Pour l'aspect microscopique, nous avons considéré des paramètres quantifiés après traitement informatique et qui seront développés ci-dessous.

I-Animaux

Les spécimens d'anchois, ayant servis à cette étude, ont été collectés au cours de la période allant d'Octobre 2007 à Mai 2008. Ces individus sont pêchés à une profondeur de 80m et à environ 3 700 m des côtes, les zones de pêche sont représentées sur la figure 2 [DPRH, 2008]. Les spécimens sont collectés à raison d'une fois par semaine, sauf dans les cas d'indisponibilité de poisson, et cela à raison de 1 kg en moyenne et cinq (5) individus mâles sont choisis à chaque fois. En raison de cette disponibilité du poisson, le rythme des analyses (collectes) est organisé en une fois par semaine d'Octobre à Janvier puis chaque vingt jour de Janvier à Mai. Ces échantillons proviennent de débarquements de sardiniers et de chalutiers pélagiques professionnels au niveau du port de pêche de Béjaïa.

II-Les mesures macroscopiques (sur les individus et les gonades) :

Une fois au laboratoire, on mesure pour chaque individu : la longueur totale (LT), longueur à la fourche (LF), poids total (PT), poids éviscéré (Pev) et le poids gonadique (PG) au millimètre et gramme près, respectivement pour les longueurs et les poids.

Les classes de maturité sexuelle des gonades (testicules) définies par les techniques d'appréciation visuelle ont été utilisées pour classer l'ensemble des changements morphologiques des testicules. Le nombre de classes de maturité des gonades peut varier selon le développement testiculaire de chaque espèce et selon des critères particuliers à chaque auteur [SANTOS, 2006].

II-1-Observation macroscopique des testicules : L'*E. encriscolus* est gonochorique, il n'existe pas chez cette espèce de critères sexuels secondaires apparents pendant ou en dehors de la période de reproduction. Pour déterminer le sexe et les stades de maturité sexuelle, il faut

observer la variation de l'aspect morphologique des gonades (coloration, vascularisation, consistance et leur forme), ce qui conduit à déterminer un stade du cycle de reproduction [BA, 1988]. Dans notre travail, ces stades ont été déterminés en utilisant l'échelle de maturité sexuelle à sept (7) stades de FONTANA (1969) établis pour les sardinelles du Congo (*Sardinella aurita* et *sardinella eba*). Le tableau 3, représente ces différents stades en fonction des paramètres morphologiques des gonades.

Tableau3 : Stades de maturité sexuelle des gonades chez le mâle de sardinelle du Congo [FONTANA, 1969].

Stades	Aspect morphologique des testicules
I (Immature)	Gonade blanche ou légèrement translucide, très fine et en lame de couteau.
II (Repos)	Caractères sensiblement identiques au stade I.
III (en voie de maturation)	Gonade blanchâtre, ferme, aucun liquide ne coule si on pratique une incision.
IV (Pré-ponte)	Gonade plus molle et blanche, un liquide blanchâtre s'écoule dès que l'on pratique une incision.
V (Ponte)	Gonade grosse et molle, le sperme coule à moindre pression exercée sur l'abdomen.
VI (Post ponte)	Gonade flasque présentant une vascularisation fine.
VII (Involution de la gonade)	Gonade très flasque et très vascularisée.

En assimilant cependant le stade I et II, et entre le stade VI et VII, car ils sont difficilement différenciables chez l'anchois comme il a été déjà signalé par BA (1988), nous avons établi

l'échelle de maturité gonadique ci-dessous (tableau 4), cette approche est d'ailleurs adoptée par BA (1988) et GAAMOUR *et al.* (2004) :

Tableau4 : Stades de maturité sexuelle des gonades chez le male de présent travail.

Stades	Aspect morphologique des testicules
I (période d'inactivité sexuelle)	Gonade petite, blanche et en lame de couteau.
II (en cours de maturation)	Gonade plus grosse, blanchâtre et plus ou moins molle.
III (pré-ponte)	Gonade molle, occupant 2/3 de la cavité abdominale. Un liquide blanchâtre s'écoule dès la moindre incision.
IV (ponte)	Gonade très grosse et molle, occupant quasiment la totalité de la cavité abdominale. Un liquide blanchâtre s'écoule à la moindre pression exercée sur l'abdomen.
V (post-ponte et involution)	Gonade flasque présentant une vascularisation.

II-2-Indice de maturité sexuelle : Au cours de la reproduction il est observé une variation du poids des gonades. Mais comme ce poids est aussi influencé par le poids du poisson lui-même, il est opté le pour le calcul du rapport gonado-somatique (RGS) défini par BOUGIS (1952) et considéré par LAHAYE (1980) comme un véritable « coefficient de maturité », il se calcule par la formule suivante :

$$\text{RGS} = \text{PG} / \text{PT} \times 100.$$

PG : poids des gonades

PT : poids total du poisson

Ce rapport est l'indice le plus fréquemment utilisé dans les études de la reproduction des poissons. Cependant, il ne donne qu'une idée globale et incomplète du phénomène donc il est souhaitable de l'associer avec d'autres indicateurs de reproduction comme l'histologie.

III-Etude Microscopique

Les gonades prélevées sur les poissons, après être pesées, sont immédiatement fixées au formol à 10% pendant 4 à 5 jours. Dans notre cas, nous avons suivi le protocole expérimental usuel pour la microscopie gonadique des poissons [SANTOS, 2006], avec des modifications apportées au niveau du laboratoire d'Anatomie Pathologique et Cytologique du Docteur AMRANE-SADKY (Béjaia). Ce protocole comprend plusieurs étapes qui se résument comme suit :

- Post-fixation : mettre les prélèvements dans des cassettes en plastique pour être fixés dans du formol à 10% pendant 24h
- Circulation : consiste à faire passer les tissus post-fixés dans des bains d'alcool de concentration décroissante :

1^{er} bain : alcool à 50% pendant 10min.

2^{eme} bain : alcool à 65% pendant 30 min.

3^{eme} bain : alcool à 80% pendant 30 min.

4^{eme} bain : alcool à 90% pendant 45 min.

5^{eme} bain : alcool à 96% pendant 1h.

6^{eme} bain : acétone pendant 15 à 40 mn. Ensuite laisser sécher les cassettes à l'air libre.

- Eclaircissement :

1^{er} bain : plonger les échantillons dans du xylène pendant 30 min.

2^{eme} bain : xylène pendant 1h puis sécher à l'air libre.

- Imprégnation à la paraffine :

1^{er} bain de paraffine pendant 30 min.

2^{eme} bain pendant 1h.

- Indusion : mettre les tissus dans des moules en métal remplis de paraffine liquide puis les déposer dans le réfrigérateur pour durcir et faciliter la réalisation de coupes de 3 à 4µm d'épaisseur à l'aide d'un microtome.

- L'étalement : consiste à étaler la coupe sur une lame à l'aide d'une masse collante.

- Déparaffinage : consiste à enlever la paraffine des tissus, pour les préparer à la coloration, en disposant les lames sur une plaque chauffante pendant 30min. Juste après, les lames sont mises dans deux bains successifs de xylène pendant 15mn chacun.

- Réhydratation : les lames sont plongées, à l'aide d'un porte lames, dans deux bains d'éthanol puis les mettre dans de l'eau pendant 10mn.

-Coloration :

Mettre les lames dans de l'Hématoxyline de Harris pendant 30sec à 3min puis rinçage à l'eau.

2 plongées dans de l'eau acidifiée puis rinçage à l'eau.

2 plongées dans de l'eau ammoniacale puis rinçage.

2 à 9 plongées dans l'Eosine puis rinçage une fois et nettoyage des lames à la tarlatane (gaze).

- Montage des lamelles sur les lames à l'aide d'une résine, puis examen sous microscope.

III-1-Paramètres histologiques mesurés : L'analyse de la spermatogenèse réalisée à partir d'un examen histologique permet la description qualitative et quelque fois quantitative des types cellulaires présents dans les tubes séminifères [BILLARD et *al.*, 1974]. Les dénombrements cellulaires étant longs et souvent impossibles, nous avons opté dans notre cas pour l'étude de la spermatogenèse d'*E. encrasicolus* par une approche originale, elle consiste à quantifier la variation du nombre et de la surface des tubes séminifères sur toujours une surface constante sur la gonade. Cette surface est déterminée en analysant toujours au même grossissement un champ microscopique. Les mesures de surfaces sont réalisées avec le logiciel « ImageTool 2.0c (alpha 3) ». Pour chaque calcul de surface nous avons considéré 25 tubes séminifères par coupe histologique. Nous avons en totalité analysé 1684 tubes séminifères. Nous avons aussi

quantifié l'abondance cellulaire à l'intérieur des tubes par une note allant de un plus (+) à cinq plus (++++)(tableau 5).

Tableau 5 : Score affecté aux observations du volume du tube.

Score	Observation
+	Lumière du tube vide.
++	Lumière remplie à ¼ de sa surface.
+++	Lumière remplie à moitié.
++++	Lumière remplie à ¾ de sa surface.
+++++	Lumière pleine.

VI-Mesure des facteurs d'environnement (température et photopériode) :

La température moyenne quotidienne de l'air a été enregistrée à la station météorologique de l'INRA de Oued Ghir et la photopériode à partir du calcul de la durée de la longueur du jour de l'aube au crépuscule sur un calendrier religieux (reprenant les moments de prière).

V-Analyse statistique des données :

Les données brutes sont traitées avec un logiciel statistique STATVIEW version 4.55 (1992-1996). Des statistiques descriptives sont alors exécutées pour comprendre la relation entre les différentes variables et facteurs de variation et des statistiques analytiques sont réalisées en utilisant soit des analyses d'ANOVA ou des coefficients de corrélation.

Résultats

&

Discussions

Résultats et Discussion :

Dans cette partie nous allons exposer les résultats obtenus dans notre travail. Nous l'avons organisé en trois parties, la première consiste à décrire les variations de température et de photopériode au cours de la période d'étude, les deuxième et troisième parties consistent respectivement en la description de la variation des paramètres macroscopique et microscopique en fonction des paramètres liés à l'environnement ou à l'individu.

I-Variation mensuels des facteurs externes :

Physiologiquement chez les poissons, en plus des facteurs endogènes le processus de reproduction est contrôlé par des facteurs environnementaux, principalement : la photopériode et la température [SHIMIZU et *al.*, 1994], ce qui suggère que même une faible variation locale de ces facteurs peut avoir un rôle déterminant dans la diction de l'activité sexuelle chez les poissons [RUSSO et *al.*, 2000]. C'est pour cela, que nous nous sommes intéressés à suivre les variations de la photopériode et de la température tout au long de notre expérimentation. Il est toutefois à signaler que pour la température il nous a été impossible de prendre celle de l'eau et nous nous sommes ainsi contentés de la température ambiante. Cette dernière pourrait, dans un certain degré, refléter celle de l'eau.

Tout au long de la période de l'échantillonnage, la température varie d'un minimum de 10.8°C (Décembre) à un maximum de 25.6°C (Mars) (Fig 3). Nous pouvons constater que pour la période d'étude les températures des mois de Janvier, Mai et Décembre sont sensiblement proches et de même pour celles des mois de Février, Avril, Octobre et Novembre. Cette évolution présente une différence par rapport aux courbes de température existantes avec une diminution entre le mois de Mars et Mai. Dans notre cas nous avons fait le choix de prendre la température du jour de l'échantillonnage plutôt que la moyenne mensuelle, ce qui probablement pourrait expliquer cette différence.

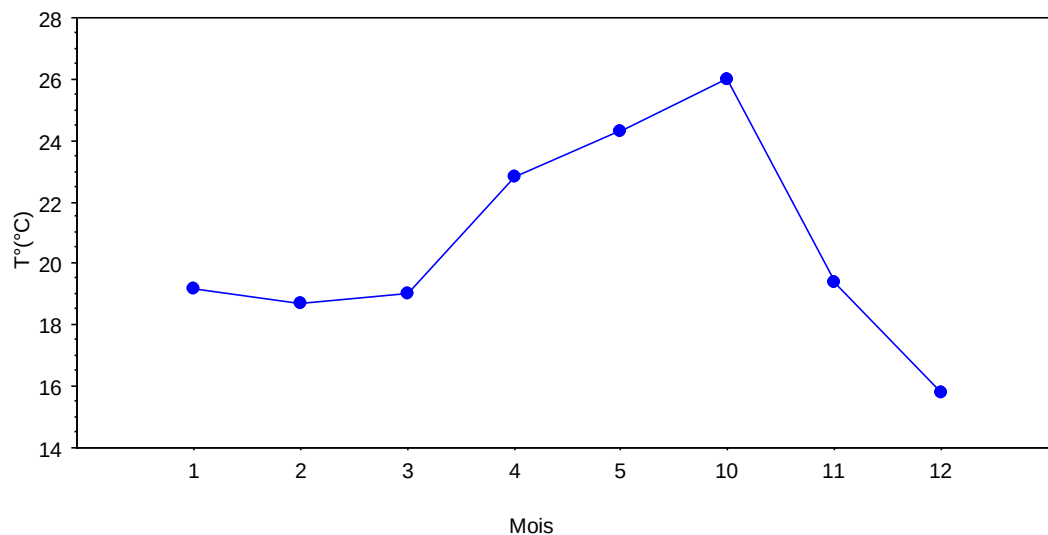


Figure 3 : Courbe de variations moyennes des températures ambiantes en fonction des mois de l'année.

Pour ce qui est de la photopériode, nous pouvons voir sur la figure 4 une évolution en cloche avec les plus basses valeurs en Janvier et en Décembre, les jours les plus longs de notre échantillonnage sont observés le mois de Mai. Ainsi le minimum observé est de 09h 42 min et le max de 14h 11 min. La zone d'étude présente des variations de photopériode, à la différence des zones tropicales, pouvant influencer la physiologie d'espèces animales à reproduction saisonnière comme le poisson.

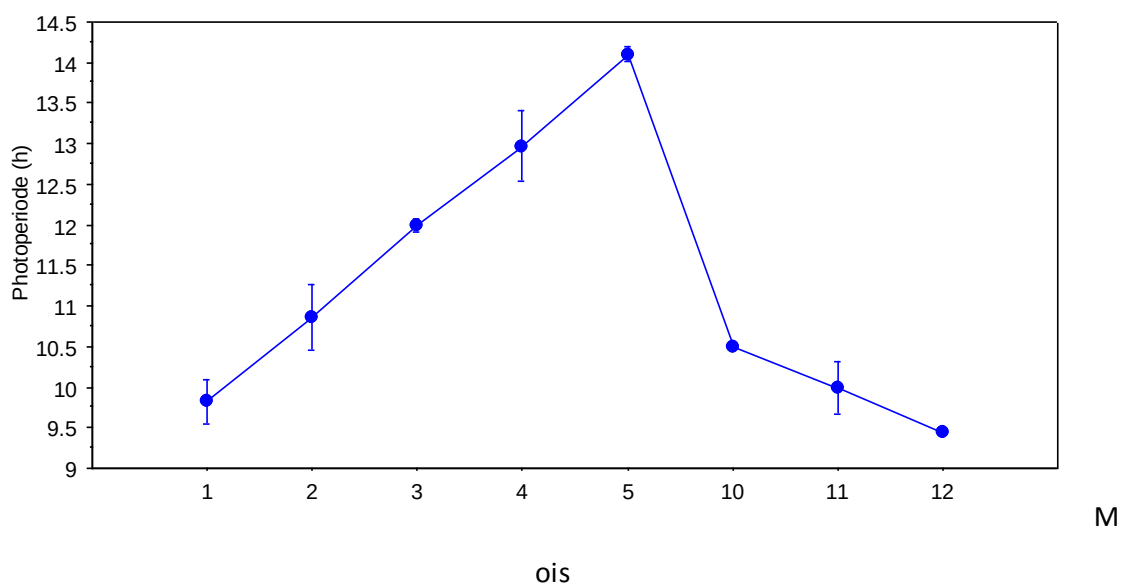


Figure 4 : Courbe de variations mensuelles de la longueur du jour (Moyenne $\pm$ déviation standard).

II-Etude Macroscopique :

II-1-Paramètres morpho-anatomique :

L'activité de reproduction est aussi directement liée aux paramètres biométriques des poissons notamment l'âge de la première maturité sexuelle. C'est pour cela que nous avons inclus dans les paramètres mesurés toutes les informations relatives à la morpho-anatomie des anchois.

Longueur et poids : Les poids et les longueurs des spécimens pêchés présentent une grande variation comme il est montré sur les figures 5a et 5b respectivement. Ainsi pour le poids la valeur minimale est de 8.45 g et la maximale e 29.48 g alors que pour la longueur totale les chiffres sont de 11.8 et 18.3 cm. Les médianes pour le poids et la longueur sont respectivement de 13.43 g et de 14.3 cm. Les dimensions de nos échantillons restent tout à fait similaires par rapport à celles rapportées par PERTIERRA et LLEONART (1996) ; VALLISNERI et SCAPOLATEMPO (2001) et GAAMOUR et *al* (2004).et dont les individus ont montré une aptitude à se reproduire.

Théoriquement l'ensemble des individus de notre population seraient au-delà de la première maturité sexuelle.

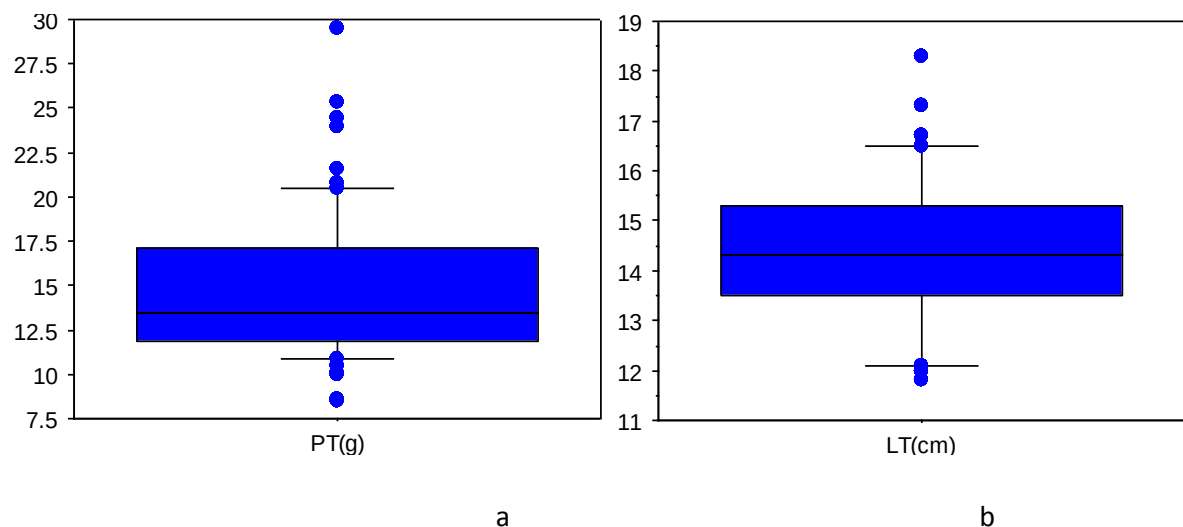


Figure 5 : Graphe en boîte représentant la variation du poids totale PT(g) (a) et longueur totale LT (cm) (b) des individus pêchés (la ligne au milieu de la boîte représente la médiane).

En étudiant la relation entre la longueur et le poids nous pouvons trouver une forte corrélation ($p=0.79$) (Fig 6). Cela est d'ailleurs en concordance avec les données de littérature

existantes [VALLISNERI et SCAPOLATEMPO, 2001 ; SAMSUN et *al.*, 2006 et SINOVIĆ et ZORICA, 2006].

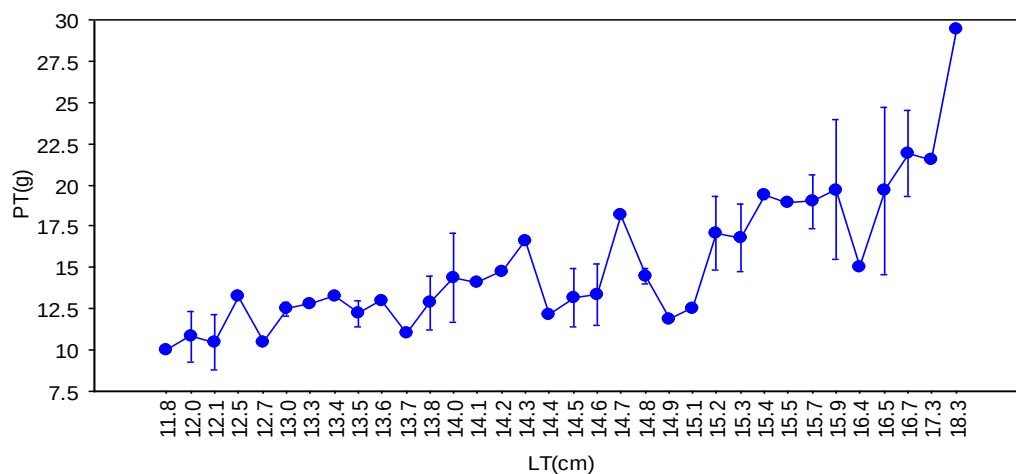


Figure 6 : Courbe d'évolution du poids total (PT en g) en fonction de la longueur totale (LT en cm) (Moyenne $\pm$ déviation standard).

II-2-Les paramètres testiculaires :

II-2-1-Morphologie testiculaire :

L'examen macroscopique montre que l'anchois (*Engraulis encrasicolus*) possède une structure testiculaire sous forme de lobules, comme la plupart des téléostéens [NAGAHAMA, 1983], présentant une paire de testicules plate ou filiforme, selon les stades de maturité et localisée dans la portion postérieure de la cavité abdominale. Cette paire se joignant dans la région caudale formant un canal commun qui se termine en un pore. Ces gonades montrent également une différenciation controlatérale dans la taille (maturité gonadique asynchrone) où le testicule gauche est plus gros que le droit. Cette observation a été rapportée dans la littérature et chez d'autres téléostéens [WITTHAMES et WALKER, 1995].

II-2-2-Les dimensions testiculaires :

Dans notre expérimentation, nous avons mesuré aussi bien le poids gonadique que le RGS. Cependant ce dernier reste le paramètre à considérer car il fait disparaître les variations des poids des gonades en relation avec le poids total. Ceci est d'ailleurs bien élucidé sur les figures 7 et 8. Le coefficient de corrélation vient aussi renforcer ce fait, il est de 0.59 et 0.46 entre PT et PG et entre PT et RGS respectivement. Les déviations standards observées

quasiment pour chaque poids sur la figure 8, signifie que pour un même PT plusieurs RGS peuvent être trouvés. Pour l'ensemble de ces raisons nous n'allons considérer que le RGS dans toute la partie macroscopique de notre travail.

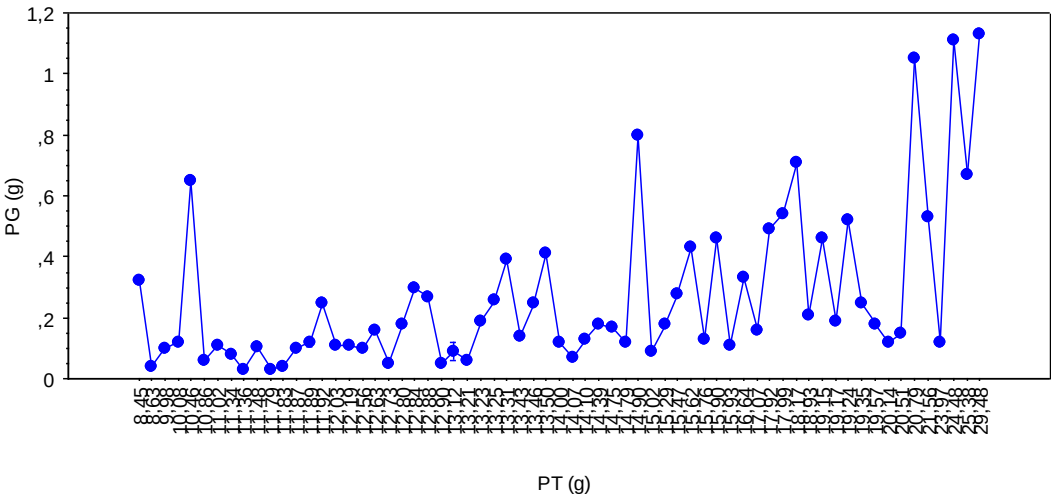


Figure 7 : Courbe d'évolution du poids gonadique (PG en g) en fonction du poids totale (PT en g) (Moyenne± déviation standard).

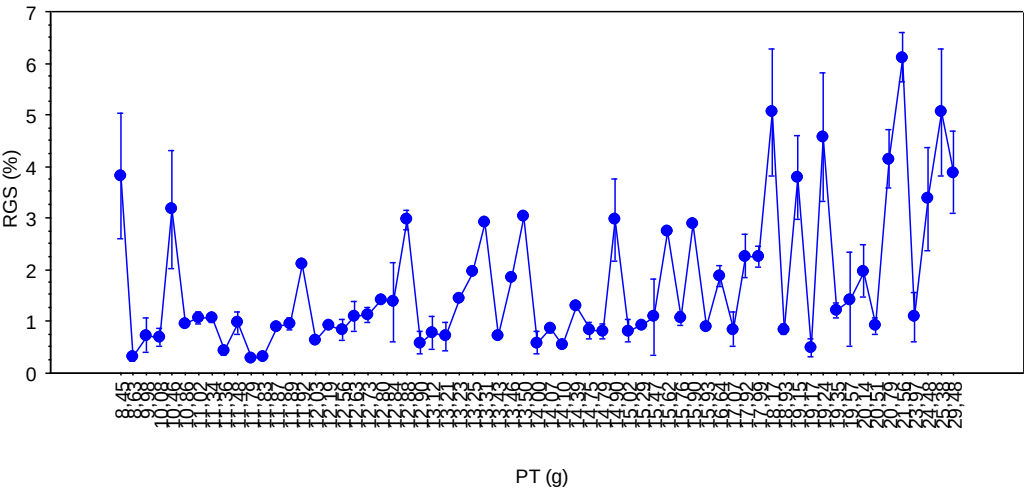


Figure 8 : Courbe d'évolution du RGS (en %) en fonction du poids totale (PT en g) (Moyenne± déviation standard).

II-3-L'étude du Rapport-Gonado-Somatique (RGS) :

II-3-1-Evolution du RGS en fonction des stades de maturité testiculaire :

Les variations des indices organe-organisme sont un bon moyen de connaître l'évolution en absolu des organes au cours des différents cycles de la vie des organismes [LAFLAMME, 1991]. Pour notre cas, les cycles de transformation des gonades nous intéressent plus particulièrement car ils restent des indicateurs de la dynamique de reproduction.

Dans notre cas, pour ce qui est des stades de maturité sexuelle, nos échantillons ont montré tous les stades rapportés pour l'anchois, c'est-à-dire de I à V.

En analysant l'évolution du RGS en fonction de ces stades, des différences significatives ($\alpha < 0.05$) sont observées pour tous les stades à l'exception entre les stades I et V. Les valeurs les plus élevées sont observées entre le stade II et IV, avec un léger pic au stade III. Cette augmentation est interprétée de sorte à ce que le maximum des valeurs de RGS correspond à la période pré-ponte. Dans notre cas cette situation s'observerait donc au stade III. Les stades I et V sont ceux qui présentent les valeurs les plus basses, le V correspondrait à la post-ponte et le I au repos.

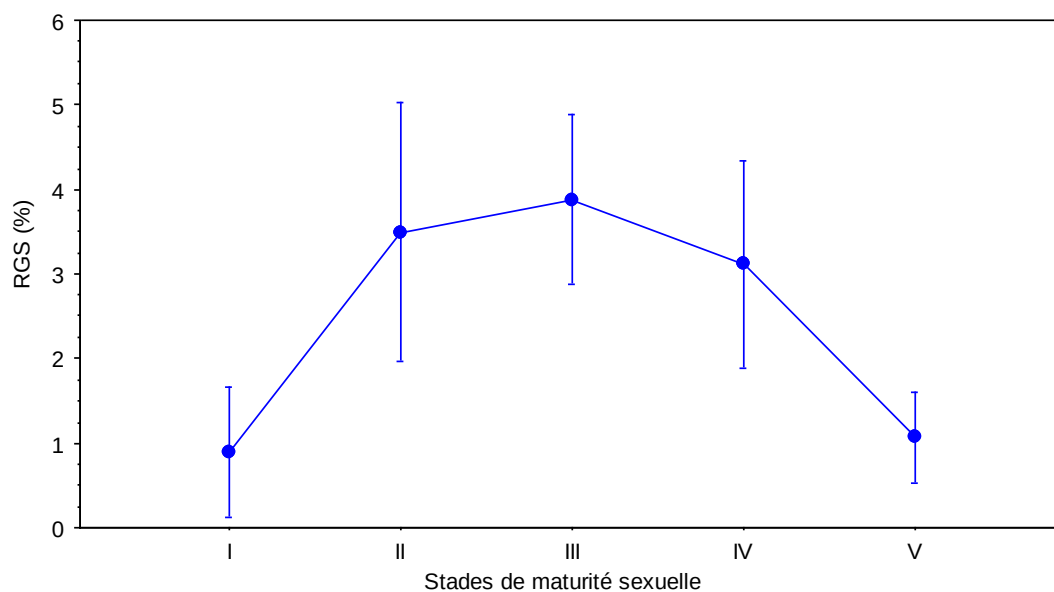


Figure 9 : Courbe d'évolution du RGS (en %) en fonction des stades de maturité (Moyenne $\pm$ déviation standard).

En analysant la distribution des stades de maturité sexuelle en fonction des mois de l'année, nous pouvons voir que le stade de ponte serait localisé entre les mois de Mai et Octobre, avec un pourcentage qui serait faible au mois d'Octobre. Ces données sont en concordance avec les travaux de BASILONE et *al.* (2004) et GAAMOUR et *al.* (2004) réalisés sur

les côtes italiennes et tunisiennes avec là aussi des faibles taux en Octobre. Cependant, dans les deux études ce stade de ponte est observé dès le mois de Mars, alors que dans notre cas ce n'est qu'au mois de Mai que cela est possible. Il est toutefois à signaler que les profils de notre étude pour le stade de ponte sont tout à fait similaires à ceux décrits par SINOVČIĆ et ZORICA (2006).

Pour une meilleure compréhension de la dynamique cellulaire à l'origine de l'augmentation du RGS en fonction des stades de maturité sexuelle, il est indispensable de recourir à des études histologiques des gonades. Néanmoins, la conclusion que l'on pourrait retenir à ce stade est que la reproduction se déroulerait entre les mois de Mai et Octobre.

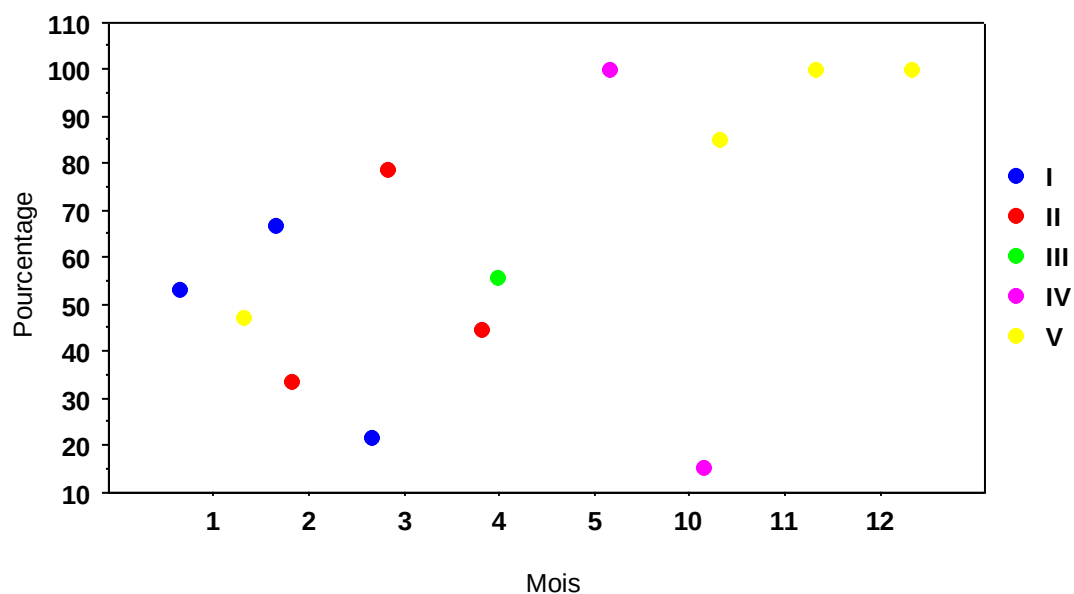


Figure 10 : Distribution des stades de maturité sexuelle et leur pourcentage dans les échantillons en fonction des mois de l'année.

II-3-2-Evolution du RGS en fonction des mois de l'année

En analysant l'évolution du RGS en fonction des mois de l'année, les valeurs restent significativement différentes ($p < 0.05$) à l'exception entre les mois de Février et Octobre et entre Janvier et Décembre. Les valeurs de l'RGS augmentent d'une manière régulière à partir du mois de Janvier pour atteindre les valeurs maximales en Avril pour ensuite décroître et atteindre les plus basses valeurs le mois de Décembre. Nous pouvons voir que le maximum de RGS est atteint au mois d'Avril qui correspond au stade pré-ponte, ce qui est d'ailleurs bien élucidé sur la figure 10, où ce stade se trouve exclusivement pendant ce mois. Le stade ponte,

et donc la saison de reproduction se situerait après ce pic du RGS. Le stade de repos se situerait entre les mois de Décembre et Janvier.

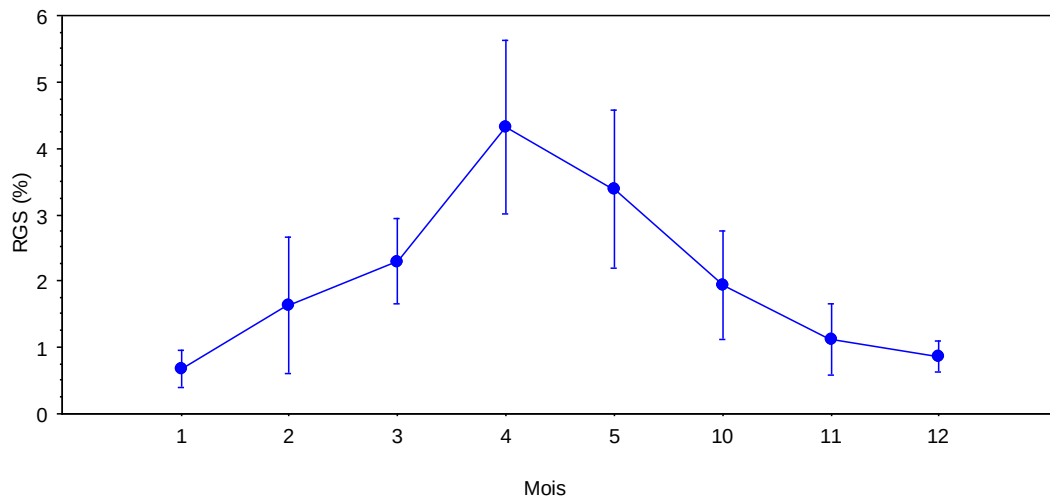


Figure 11 : Courbe d'évolution du RGS (en %) en fonction des mois de l'année (Moyenne $\pm$ déviation standard).

Cependant, il est à signaler que la vitesse de diminution du RGS entre les mois de Mai et Octobre reste assez faible comparativement à celle observée entre les mois d'Octobre et Novembre. Cette évolution est en accord avec celle déjà décrite par DJABALI et HEMIDA (1989) où les maximums sont retrouvés aussi durant le mois de Juillet.

La dynamique d'évolution du RGS trouve son explication dans les changements à l'échelle microscopique comme nous allons le voir plus bas.

II-3-3-Evolution de la reproduction (RGS et Stades de maturité) en fonction des paramètres biométriques des poissons :

En analysant les longueurs des poissons en fonction des stades de maturité sexuelle (Fig 12), nous pouvons voir que des individus ayant 12 cm sont présents dans le stade IV. C'est qu'à cette dimension ces poissons sont tout à fait capables de se reproduire. Cependant, cette reproduction pourrait être leur première en sachant que les dimensions de la première maturité sexuelle publiées chez l'anchois sont de 7,3 cm [GAAMOUR et *al.*, 2004] à 12,6 cm [PERTIERRA, 1992].

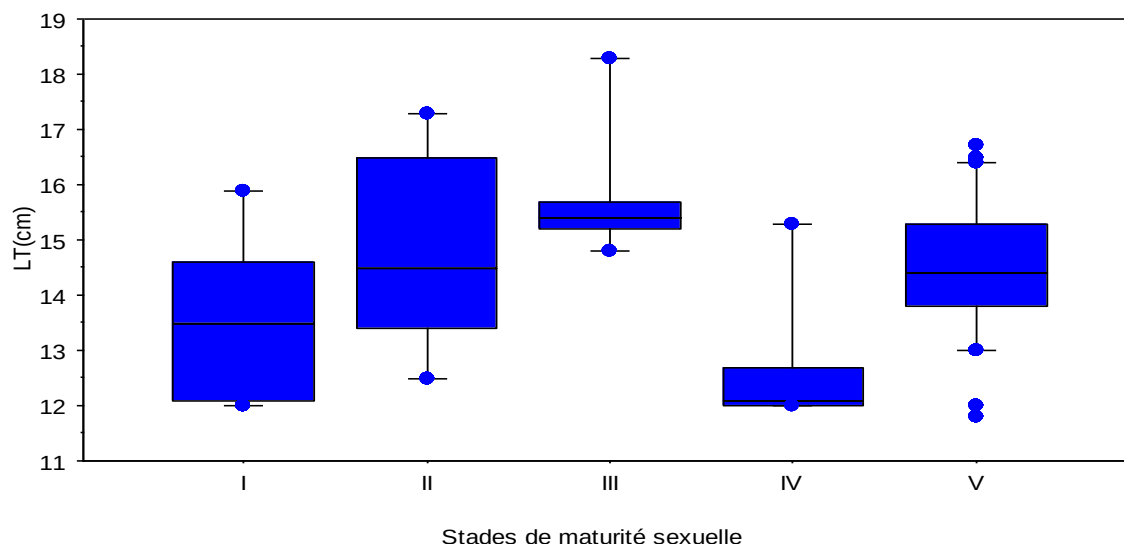


Figure 12 : Graphe en boîte représentant la variation de la longueur totale LT (cm) en fonction des stades de maturité sexuelle (la ligne au milieu de la boîte représente la médiane).

En analysant le RGS en fonction de la longueur totale, il est possible de constater une dynamique de reproduction à partir là aussi de 12 cm, où des individus présentent un RGS allant de 0.25 à 5.05%. Cela confirme encore qu'à cette dimension l'anchois est tout à fait apte à se reproduire.

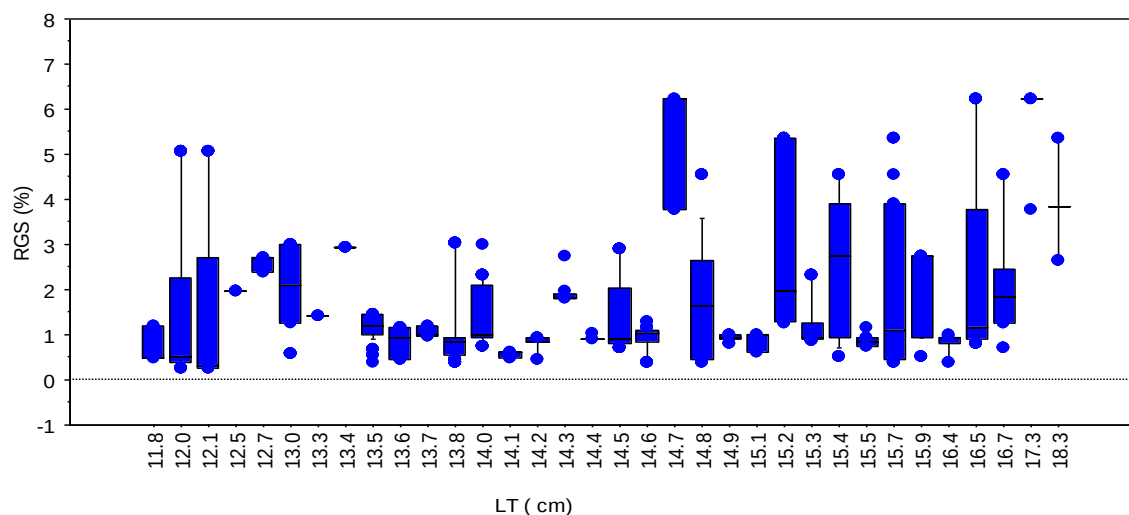


Figure 13 : Graphe en boîte représentant la variation du RGS en fonction de la longueur totale LT (cm) (la ligne au milieu de la boîte représente la médiane).

II-3-4-Evolution du RGS en fonction de la température et de la photopériode :

En analysant les variations du RGS en fonction de la photopériode et de la température ambiante, nous pouvons voir que pour la première (Fig 14) il n'existe aucune augmentation du RGS entre 9h 42 min et 10 h 30 min de lumière, puis on observe une évolution croissante entre 10 h 30 min et 12 h 49 min pour ensuite décliner. On peut retenir donc une évolution du RGS avec l'augmentation de la photopériode jusqu'à un certain degré puis il décline ensuite. Par contre pour la température (Fig 15), nous n'avons pas cette même allure. En effet même si la température augmente de 15.8 et 19.20 °C, dans ce même pallier on observe une augmentation et une diminution du RGS, signifiant que dans cette gamme de variation le RGS semble ne pas dépendre de la température. Au-delà de 19.4 °C, nous pouvons voir une allure similaire à celle de la photopériode, avec des valeurs maximales à 22.8°C et un déclin au-delà de cette température. Les coefficients de corrélation du RGS avec la température et la photopériode donnent respectivement 0.58 et 0.79, ce qui signifie que ces deux paramètres sont positivement corrélés au RGS mais que la photopériode est celle qui l'est le plus. De même, les maximums de photopériode sont plus proches des maximums des RGS alors que ce n'est pas le cas pour la température. Cependant, il se pourrait que pour cette dernière, ce soit la transition d'un ordre de température vers un autre qui soit inducteur de la reproduction. En effet pour notre cas le maximum d'RGS est atteint au mois d'Avril et c'est à ce moment que la température a augmenté de 3.8 °C par rapport au mois de Mars, cette notion est d'ailleurs retenue par plusieurs auteurs [PALOMERA, 1992 ; MOTOS et *al.*, 1996 ; REGNER, 1996 ; MILLAN, 1999 ; LAPOLLA, 2001 ; BASILONE et *al.*, 2006].

Cependant les valeurs de température où la reproduction semble survenir, restent très différentes entre les sites d'études. Effectivement, pour PALOMERA et SABATES (1990); GARCIA et PALOMERA (1996); REGNER (1996) la reproduction s'observe entre 14 et 30°C. Pour l'anchois de la région de Béjaia cela reviendra donc à un potentiel de se reproduire toute l'année, si on tient compte des températures enregistrées tout au long de la période d'étude avec des valeurs allant de 10.8 à 25.6°C, alors que cela n'est pas le cas.

On peut donc conclure que la température n'exerce peut-être pas un rôle dominant sur la reproduction mais agirait avec d'autres facteurs comme la photopériode qui dans notre cas présente un meilleur coefficient de corrélation avec le RGS. D'ailleurs, LEONG (1971) et LASKER (1974) ont pu induire une activité de reproduction sur l'anchois d'*Engraulis mordax* par traitement photopériodique.

Il est cependant important de signaler que dans notre cas par impossibilité de prendre la température de l'eau, qui se fait normalement à 1 mètre de profondeur, nous avons recouru

à la température ambiante (air). Cette dernière reste quand même un indicateur de la température de l'eau.

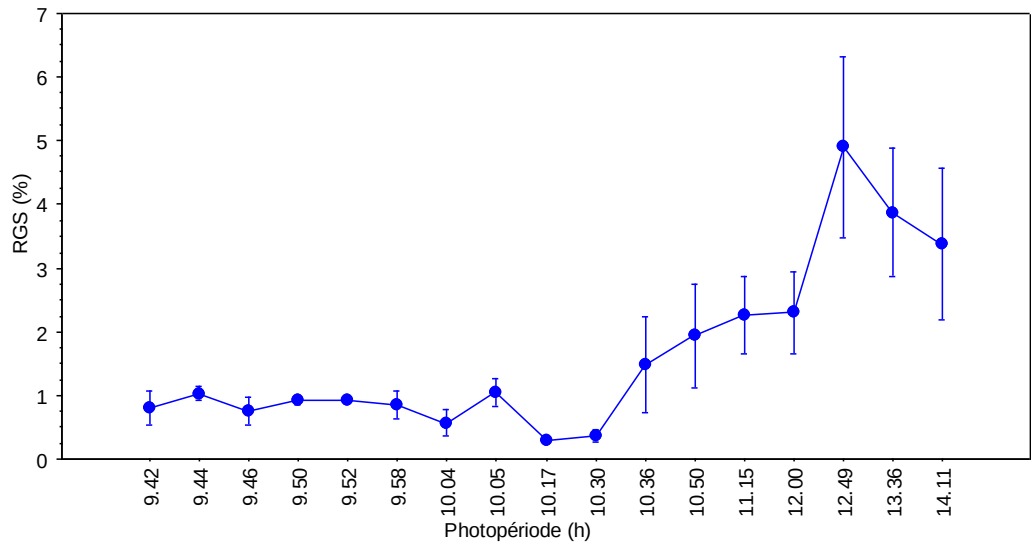


Figure 14 : Courbe d'évolution du RGS (en %) en fonction de la photopériode (Moyenne $\pm$ déviation standard).

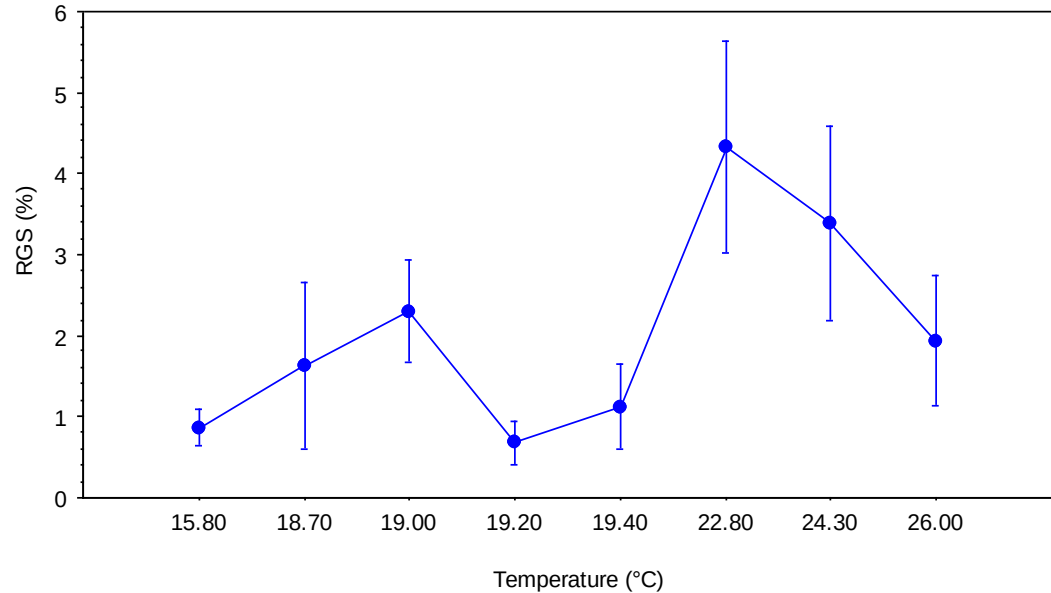


Figure 15 : Courbe d'évolution du RGS (en %) en fonction de la température (Moyenne $\pm$ déviation standard).

III- Etude Microscopique :

Pour l'étude des variations histologiques nous avons considéré une approche originale qui ne s'est pas encore développée sur l'anchois, elle consiste à quantifier cette dynamique par mesure du nombre de tubes séminifères et de leur surface sur un grossissement constant (x 10), ce qui signifie toujours examiner une surface constante sur la coupe histologique. D'ailleurs, il existe une évolution concomitante entre le RGS et ces deux paramètres histologiques (nombre et surface des tubes séminifères) en fonction des stades de maturité sexuelle comme on peut le voir sur les figures 16,17 et 18, une preuve qu'ils restent constants dans l'étude de la reproduction de l'anchois. Cependant, il existe comme on peut le voir une évolution inverse entre le RGS et le nombre des tubes séminifères d'une part et la surface des tubes d'autre part, notamment au niveau des pics.

La diminution du nombre des tubes séminifères toujours sur une même surface (mêmes champs microscopiques), signifierait qu'il y a un processus de spermatogenèse avec division cellulaire et ayant comme conséquence une augmentation de la surface du tube, d'où l'évolution inverse entre nombre et surface.

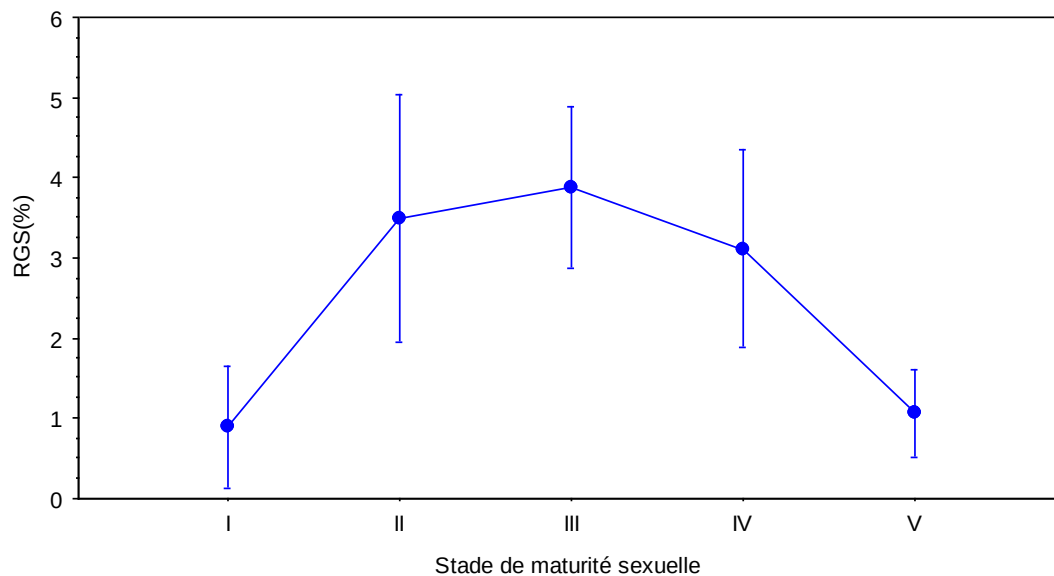


Figure 16 : Courbe d'évolution du RGS (en %) en fonction des stades de maturité sexuelle (Moyenne $\pm$ déviation standard).

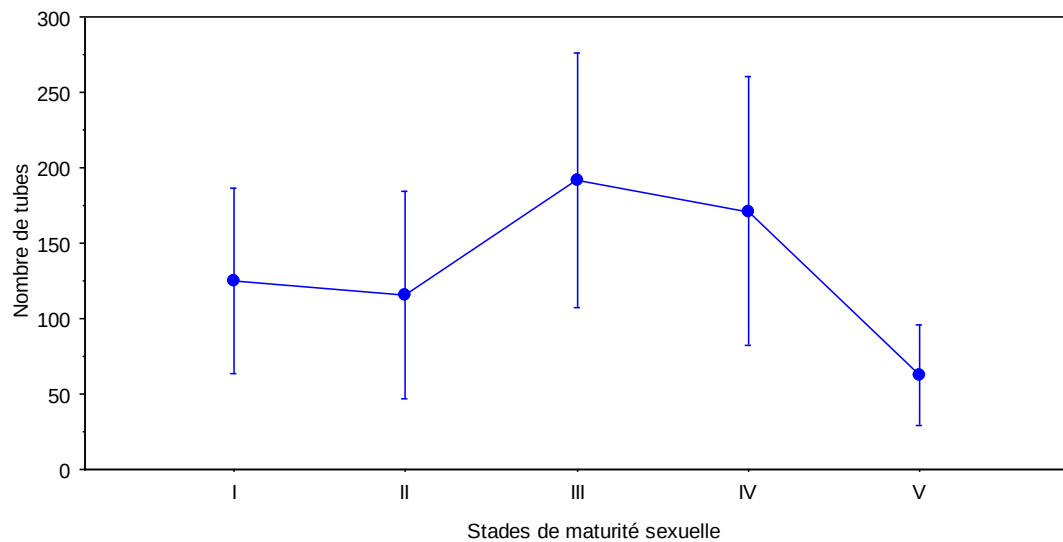


Figure 17 : Courbe d'évolution du nombre de tubes séminifères en fonction des stades de maturité sexuelle (Moyenne ± déviation standard).

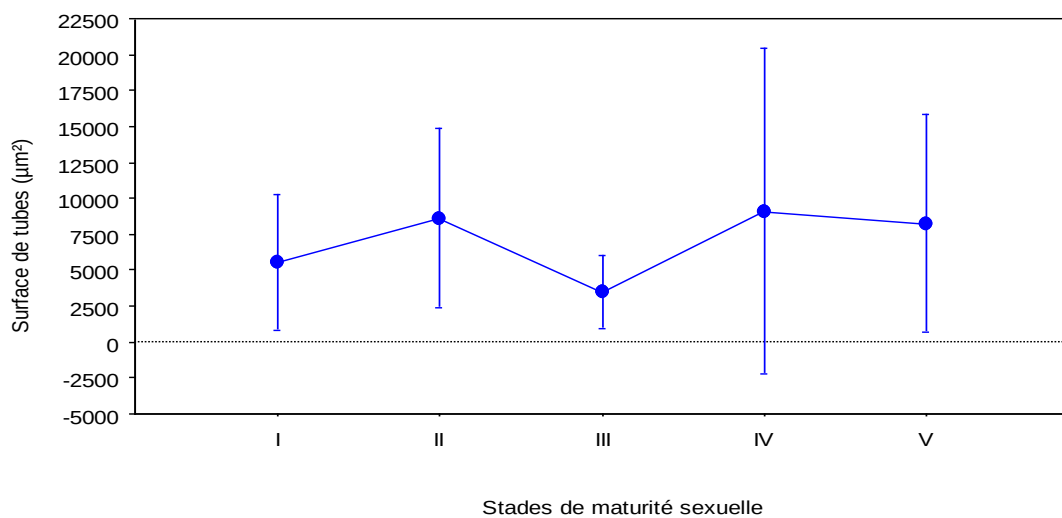


Figure 18 : Courbe d'évolution de la surface des tubes séminifères (μm^2) en fonction des stades de maturité sexuelle (Moyenne ± déviation standard).

L'augmentation du nombre reviendrait à conclure que la spermatogenèse est arrêtée et qu'elle est remplacée par la spermiogenèse, laquelle sera suivie ensuite par un arrêt total de la reproduction.

Ceci est d'ailleurs bien élucidé sur la figure ci-dessous (Fig 19), où nous pouvons voir que les valeurs maximales en nombre correspondent aux valeurs minimales en surface.

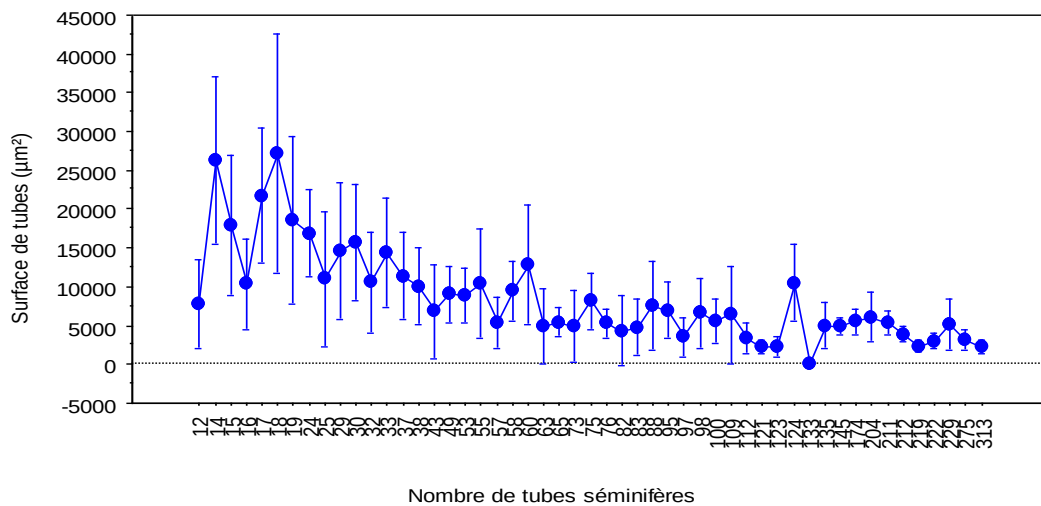


Figure 19 : Courbe d'évolution de la surface des tubes séminifères (μm^2) en fonction du nombre des tubes (Moyenne $\pm$ déviation standard).

En plus du nombre et de la surface des tubes, nous avons quantifié au niveau histologique l'abondance cellulaire par une évaluation sur cinq grades allant de un plus (+) à cinq (+++++).

Sur les deux figures 20 (a) et (b), nous pouvons voir une différence représentative des trois critères, nombre de tubes séminifères, surface des tubes et abondance cellulaire.

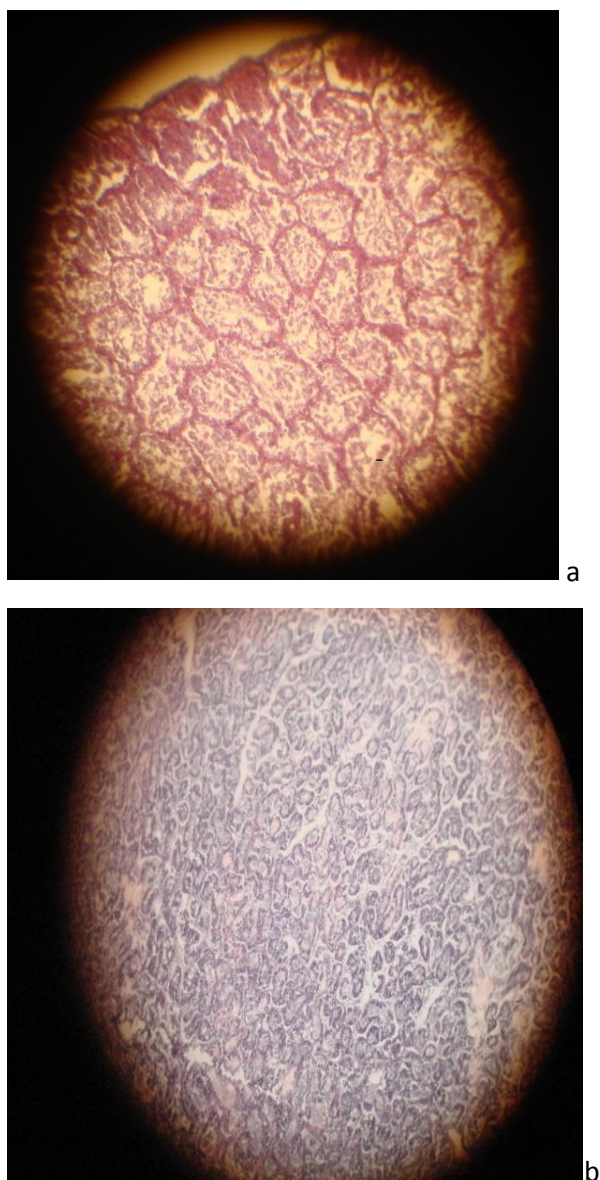


Figure 20 : Images photographiques illustrant la différence représentative des trois critères, nombre de tubes séminifères, surface des tubes et abondance cellulaire.

III-1-Etudes des paramètres histologiques (nombre, surface et contenu des tubes séminifères :

En analysant l'évolution des paramètres histologiques, nous pouvons voir que le maximum du RGS (Fig 11) correspond au maximum du nombre (Fig 22) et au minimum de surface (Fig 23) des tubes séminifères, ce qui signifie qu'à ce moment l'activité spermatogénétique n'est pas à son maximum et que l'augmentation du RGS ne serait pas liée à une activité mitotique intense mais plutôt à une spermiogenèse associée à une activité sécrétrice à l'origine de l'élaboration du liquide séminal. D'ailleurs, la diminution de la surface à ce moment est indicatrice d'un contenu liquidien.

La spermatogenèse se déroulerait donc à un moment où le nombre de tubes est minimal et la surface maximale. Ceci est d'ailleurs confirmé par l'évolution de l'abondance cellulaire (Fig 24), où nous pouvons observer une évolution parallèle avec le nombre des tubes séminifères. Cette abondance cellulaire serait donc indicatrice d'une présence de spermatozoïdes, cependant tant qu'il n'y a pas visibilité du flagelle (Figure N° 21) il nous est difficile de conclure quant à la nature des cellules.

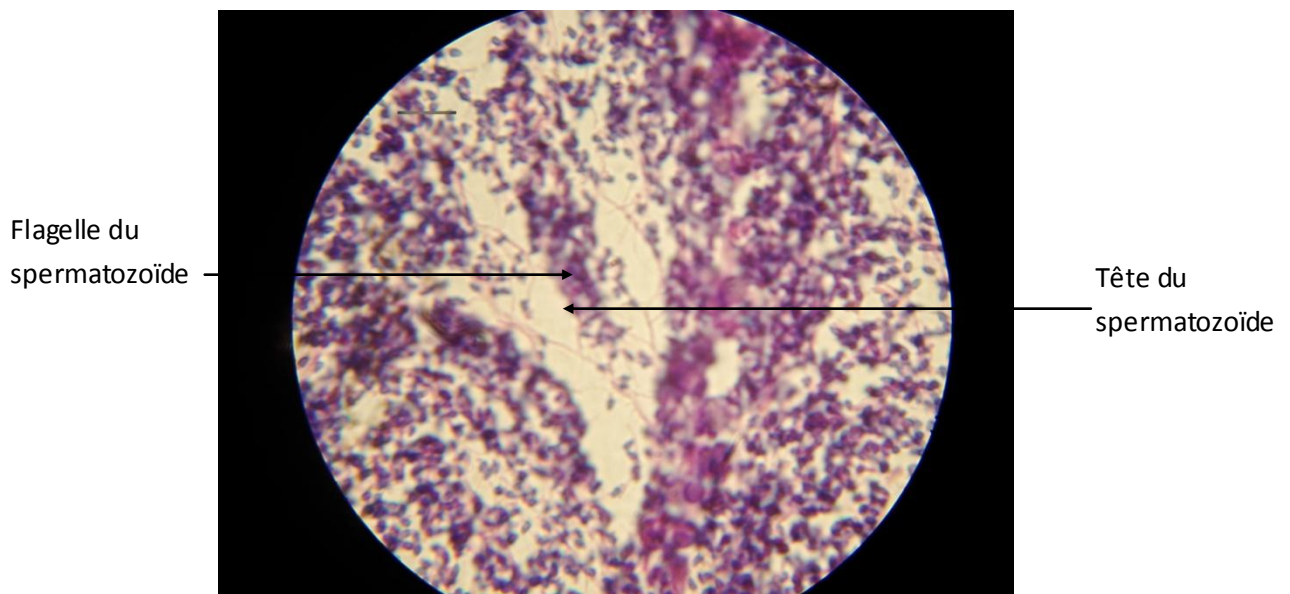


Figure 21 : Photographie de spermatozoïdes de l'Anchois (X100).

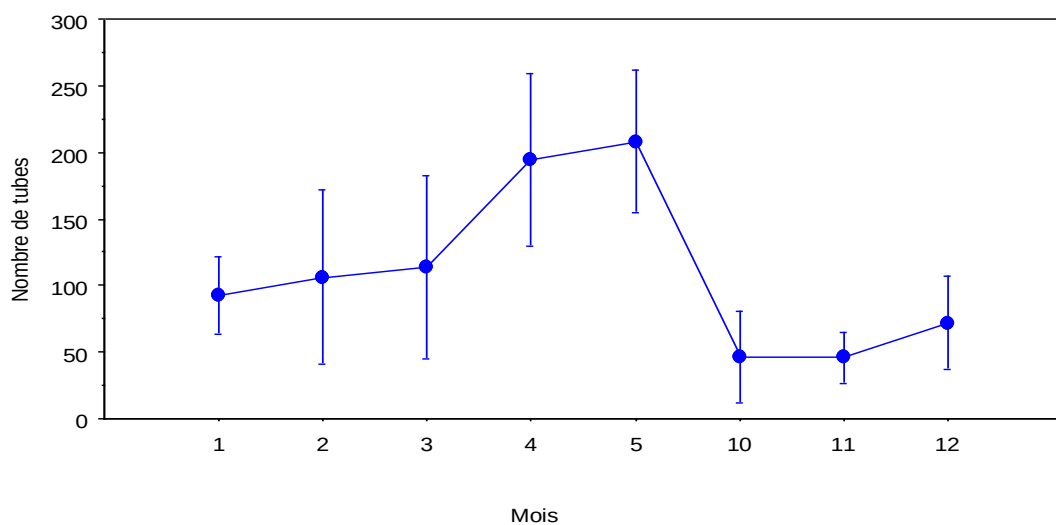


Figure 22 : Courbe d'évolution du nombre des tubes séminifères en fonction des mois
(Moyenne $\pm$ déviation standard).

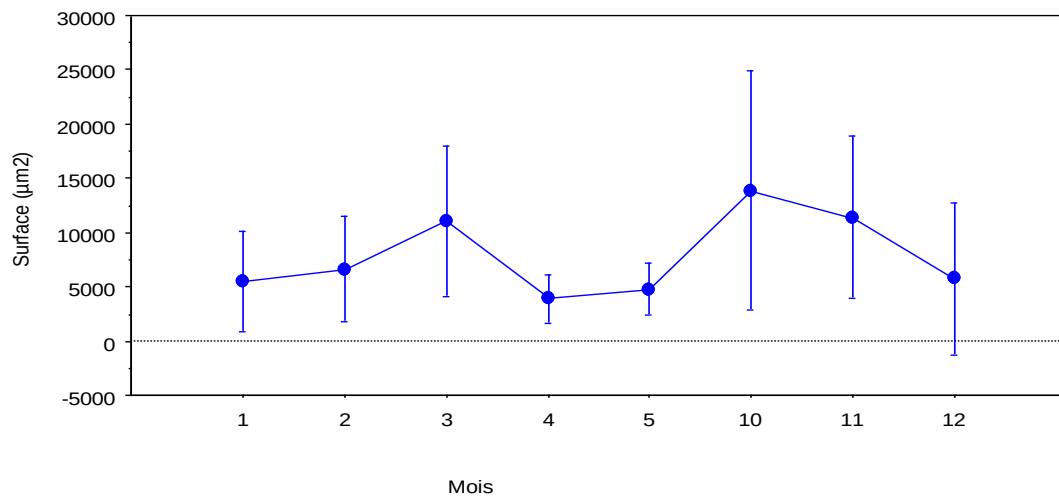


Figure 23 : Courbe d'évolution de la surface des tubes séminifères (μm^2) en fonction des mois
(Moyenne $\pm$ déviation standard).

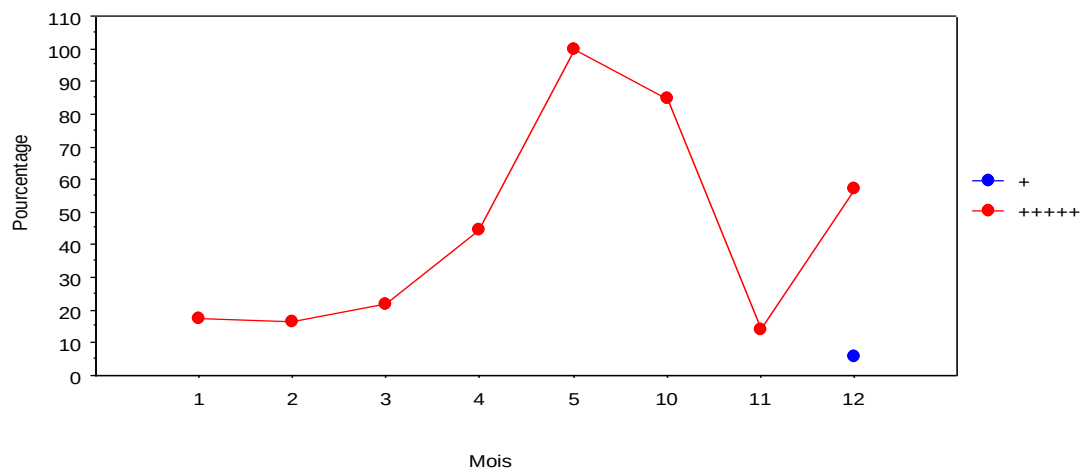


Figure 24 : Courbe d'évolution du pourcentage de l'abondance cellulaire des tubes séminifères en fonction des mois.

Néanmoins, quand on regarde le graphe de présence de spermatozoïdes en fonction des mois de l'année (Fig 25), nous pouvons voir que les gamètes sont présente durant les mois janvier, novembre et mai avec 100 % d'individus qui présentent des gamètes durant ce dernier

mois. On pourrait donc ainsi conclure que probablement l'anchois dans le golf de Béjaia, est tout à fait capable de se reproduire durant toute l'année avec une intensité entre le mois d'avril à octobre.

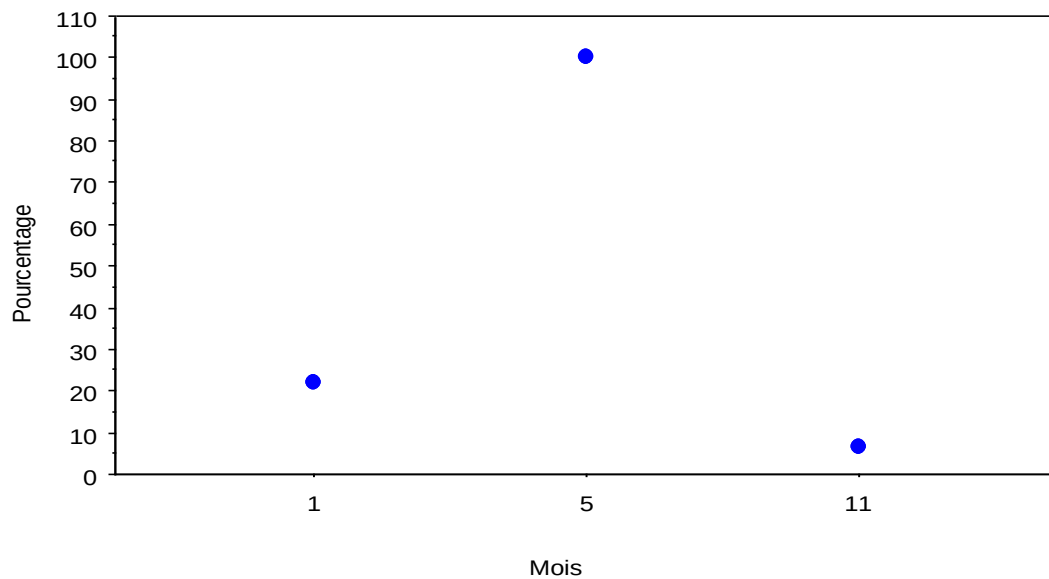


Figure 25 : Graphe de points représentant de présence de spermatozoïdes en fonction des mois de l'année.

Pour les facteurs environnementaux susceptibles de conditionner la reproduction de l'anchois, nous pouvons voir que de la même manière que ce qui est observé pour le RGS (Fig 14 et 15), l'histologie gonadique, représentée à travers le nombre de tubes séminifères par surface gonadique constante, semble plus influençable par la photopériode (Fig 26) que la température (Fig 27). Le coefficient de corrélation vient aussi conforter cette constatation avec des valeurs de 0.63 et 0.3 respectivement entre photopériode et température d'une part et nombre de tubes séminifères d'autre part.

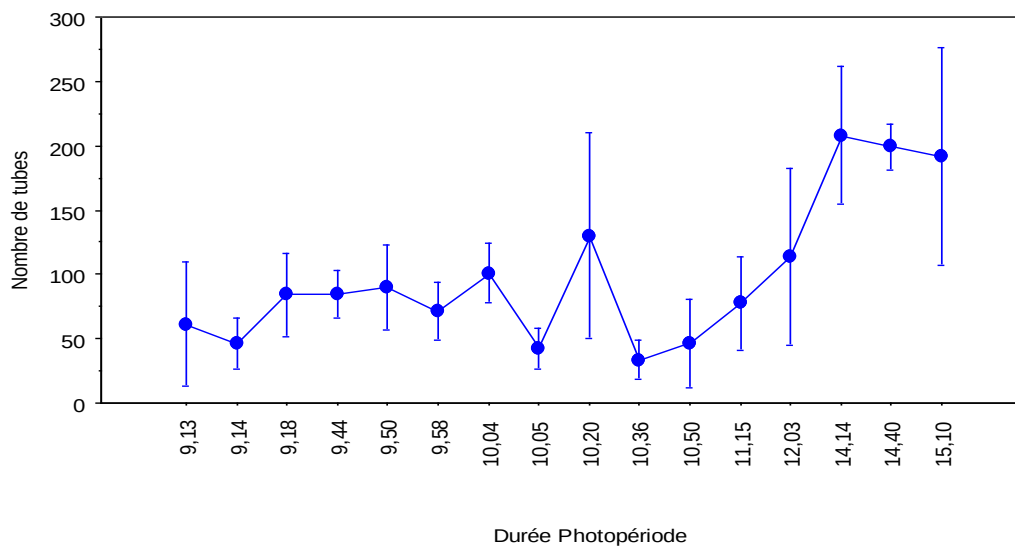


Figure 26 : Courbe d'évolution du nombre des tubes séminifères en fonction de la photopériode (Moyenne± déviation standard).

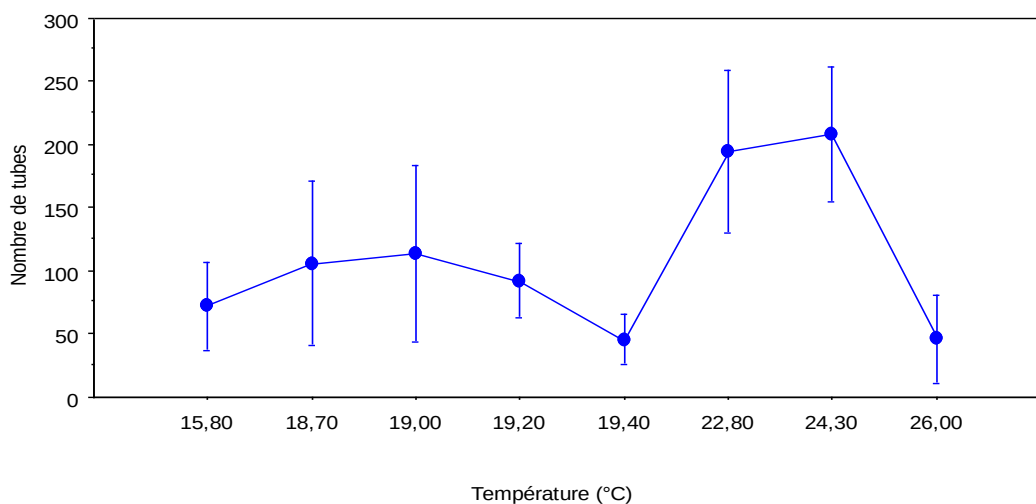


Figure 27 : Courbe d'évolution du nombre des tubes séminifères en fonction de la température (Moyenne± déviation standard).

Les deux graphes en boîtes ci-dessous (Fig 28 a et b), qui représentent l'abondance cellulaire dans les tubes séminifères (représenteraient la présence des spermatozoïdes) viennent aussi appuyer que la photopériode serait plus liée à la reproduction de l'anchois que la température, et que cette dernière interviendrait peut être d'une manière annexe dans les étapes finales du processus de reproduction.

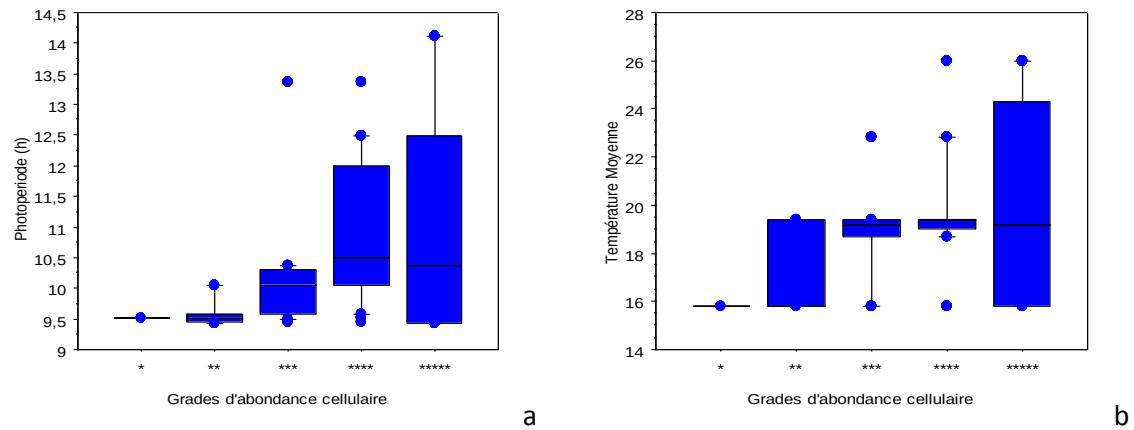


Figure 28 : Graphe en boîte représentent la variation d'abondance cellulaire en fonction de photopériode (a) et de la température moyenne (b) (la ligne au milieu de la boîte représente la médiane).

Une des approches qui sont utilisées pour positionner les périodes de reproduction est d'étudier les courbes de croissance des animaux au cours du temps, de cette manière si à un moment on ne trouve que de jeunes individus, cela signifie que le moment des naissances serait dans ces alentours. Pour notre cas, nous pouvons voir sur la figure 29 que nous pouvons tracer deux parallèles en démarrant respectivement des mois de février et mai, une absence d'individus ayant une taille maximale à ces moments. Pour le mois de mai, cette situation est plus évidente, où il n'existe que des individus à taille réduite et donc juvéniles. Cette période pourrait donc être le moment d'une intense reproduction touchant le maximum d'individus. La disparition d'individus de grande taille signifierait qu'ils sont morts après une intense activité de reproduction et leur espérance de vie ne dépasserait pas ainsi une année.

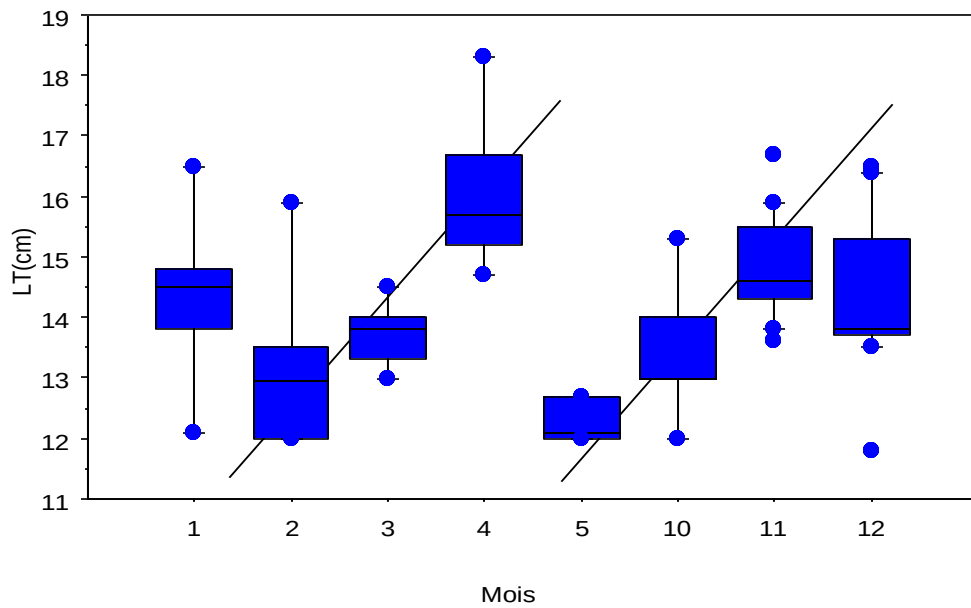


Figure 29 : Graphe en boîte représentant la variation de la LT (cm) en fonction des mois de l'année (la ligne au milieu de la boîte représente la médiane).

Pour les tailles de maturité sexuelle, nous pouvons sur la figure 30, qui représente le nombre des tubes séminifères en fonction de la longueur totale, que les mêmes conclusions que pour le RGS (Fig 13) peuvent être retenues concernant une possibilité de dynamique de reproduction au minimum à une taille de 12 cm.

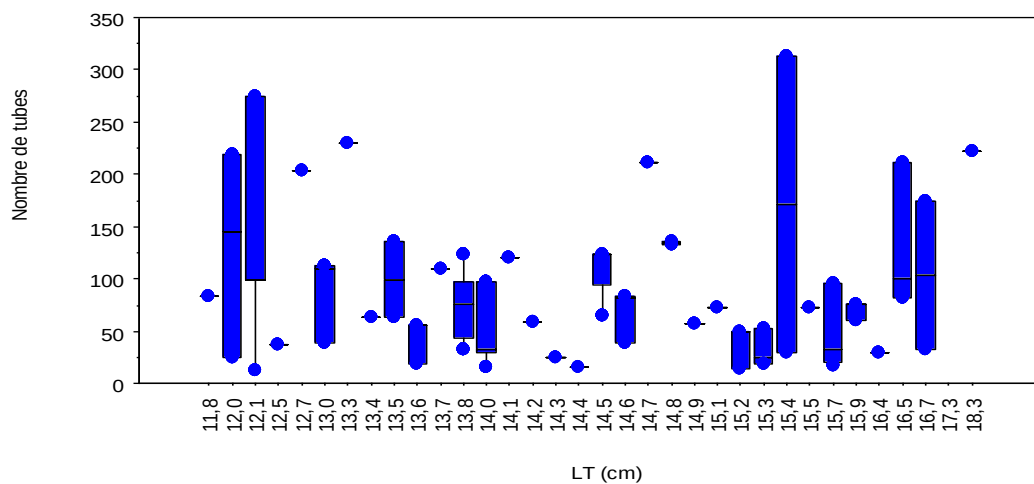


Figure 30 : Graphe en boîte représentant la variation du nombre des tubes séminifères en fonction de la LT (cm) (la ligne au milieu de la boîte représente la médiane).

Conclusion

Conclusion :

La valorisation du potentiel animal, toutes espèces confondues, repose en premier lieu sur la connaissance des mécanismes de régulation des grandes fonctions biologiques. Dans ce sens, la reproduction reste le facteur principal qui conditionne une production optimale en relation bien sûr avec les facteurs environnementaux tant biotiques qu'abiotiques.

C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressés dans le présent travail à caractériser la reproduction de l'anchois dans le golf de Béjaia. A ce jour très peu d'études existent dans notre pays sur la procréation de cette espèce, et celles existantes sont basées sur l'évaluation de paramètres macroscopiques comme le RGS.

Ce paramètre est d'ailleurs aussi celui qui est retrouvé majoritairement dans la littérature internationale [BA, 1988 LISOVINKO et ANDRIANOV, 1996 ; VALLISNERI et SCAPOLATEMPO, 2001 ; MAZZOLA et *al.*, 2002 ; GAAMOUR et *al.*, 2004 ; BASILONE et *al.*, 2006 ; SINOVIĆ et ZORICA, 2006]; quand l'approche histologique est adoptée elle reste limitée à l'évaluation cellulaire à l'intérieur du tube séminifère [HEMIDA, 1987 ; RAMPA et *al.*, 2005]. De plus, à ce jour très peu d'études sont consacrées au male d'où le choix de notre étude.

Dans notre travail, nous avons adopté une approche originale, qui n'a pas encore été préconisée chez le poisson, elle consiste à trouver une corrélation entre le RGS et la dynamique microscopique à l'échelle tissulaire des gonades. Cela est rendu possible par la quantification de cette dynamique par la mesure du nombre et de la surface des tubes séminifères et de l'abondance cellulaire à l'intérieur de ces mêmes tubes.

Cette quantification histologique a d'ailleurs montré une évolution concomitante du RGS, avec parfois une évolution proportionnelle (RGS versus nombre de tubes et abondance cellulaires) et parfois une évolution inversement proportionnelle (RGS versus surface des tubes).

Dans ce sens la diminution du nombre et l'augmentation de la surface des tubes seraient indicatrices d'une spermatogenèse intense et leur évolution inverse associée à une abondance cellulaire seraient indicatrices d'une spermiogenèse.

Pour ce qui est de la taille des individus en relation avec l'activité de reproduction, nous avons trouvé qu'aussi bien à l'échelle macroscopique que microscopique une dynamique à des tailles de 12 cm de longueur totale. Cette longueur est d'ailleurs aussi corrélée au poids total.

Pour le RGS, censé faire disparaître l'effet poids de l'individu sur la fonction gonadique, a montré une tendance à être plus important chez les poissons les plus gros, cela relativise donc l'importance de ce paramètre dans l'étude de la reproduction, d'où donc la nécessité de recourir à l'échelle microscopique pour une évaluation fine.

L'étude des corrélations entre le RGS et la microscopie en fonction des stades de maturité sexuelle, nous a démontré que la classification existante (de I à V) est en décalage avec ce qui se passe réellement au niveau microscopique, en effet au stade par exemple V classé comme étant en repos, des spermatozoïdes sont retrouvés. D'où donc peut être une nécessité de revoir cette classification sur des bases histologiques.

Pour ce qui de l'activité de reproduction dans le temps, on pourrait conclure qu'il existe un pic entre le mois d'Avril et Octobre avec une possibilité de reproduction les autres mois. Cela est conforté aussi bien par l'abondance cellulaire que la présence des spermatozoïdes. Cependant, même si cette reproduction reste possible les autres mois, elle se déroulerait majoritairement à deux moments de l'année et cela est démontré par les des deux cinétiques de croissance que nous avons constatées.

Pour plusieurs espèces animales, la reproduction reste intimement liée aux facteurs environnementaux, pour l'anchois c'est la température et la photopériode qui semblent étre impliquées, avec cependant un plus grand effet de la photopériode démontré par des coefficients de corrélation plus importants de ce paramètre avec aussi bien les mesures macroscopiques que microscopiques des gonades.

A la lumière des résultats obtenus, nous estimons que ce travail contribuera à une meilleure compréhension de la physiologie de reproduction de l'anchois notamment à l'échelle de la dynamique microscopique gonadique. Cependant, ce travail pose plus de questions qu'il n'en répond. Ainsi, d'autres travaux devraient être lancés aussi bien chez le male que la femelle touchant un nombre plus important d'individus et sur tous les mois de l'année en se focalisant sur l'échelle cellulaire aussi bien à l'intérieur des tubes séminifères qu'au niveau des ovocytes et des spermatozoïdes.

Références

Bibliographiques

-References bibliographiques-

1. **ACKSON I.M.D. (1978)** - Phylogenetic Distribution and Function of the Hypophysiotropic Hormones of the Hypothalamus American Zoologist 18(3):385-400
2. **ALDEBERT Y. et TOURNIER H. (1971)** - La reproduction de la sardine et de l'anchois dans le golfe du lion *Rei>. Trav. Inst. Pêches marit..* 35 (1), p. 57-75
3. **ALHEIT J. (1989)** - Comparative spawning biology of anchovies, sardines, and sprats. *Rapp. p-v. Reun. Cons. int. Explor. Mer*, 191:7-14 .
4. **AMENZOU K., FERHAN-TACHINANTE F., YAHYAOU A., MESFIOU A H. et KIFANI S. (2005)** - Etude de quelques aspects de la reproduction de *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) de la région de Laâyoune (Maroc) *Bulletin de l'Institut Scientifique*, Rabat, section Sciences de la Vie, n°26-27, 43-50.
5. **ANAND T.C. et SUNDARARAJ B.I. (1975)** - Response of the pituitary of the catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch), to bilateral ovariectomy. *Acta Anat.*, 93:141-50
6. **ANDREU B. et RODRIGUEZ R.A. (1951)** - La pesca marítima en Castellon. Rendimiento por unidad de esfuerzo (1945-1949) y consideraciones biométricas de las especies de interés comercial. *Publicaciones Inst Biol. apl., Barcelona* 8 233-277
7. **ANGELESCU V. (1982)** - Ecología trófica de la anchoita del Mar Argentino (Engraulidae, *Engraulis anchoita*). Parte II. Alimentación, comportamiento y relaciones tróficas en el ecosistema. *Contrib. Inst. Nac. Invest. Desarr. Pesq. (Mar del Plata)*, N°409, 83pp.
8. **ARBAULT S. et LACROIX N. (1971)** - Aires de ponte de la sardine, du sprat et de l'anchois dans le golfe de Gascogne et sur le plateau celtique. Resultats de 6 années d'étude. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 35: 35-56 ;
9. **ARBAULT S. et LACROIX-BOUTIN N. (1977)** – Oeufs et larves de Clupeides et Engraulides dans le Golfe de Gascogne (1969-1973). Distribution des frayères. Relations entre les facteurs du milieu et la reproduction. *Rev. Trav. Inst. Pêches Marit.*, 41: 227-254
10. **BA I.S. (1988)** - Biologie et dynamique des populations d'anchois (*Engraulis encrasicolus*) des côtes mauritaniennes, thèse de 3e cycle, université de Bretagne occidentale, 139 p.
11. **BAKUN A. et PARRISH R.H. (1991)** - Comparative studies of coastal pelagic fish reproductive habitats: the anchovy (*Engraulis anchoita*) of the southwestern Atlantic. *ICES J. Mar. Sci.* 48:342–361.

12. **BASILONE G., PATTI B., BONANNO A., CUTTITTA A., VERGARA A.R., GARCIA A., MAZZOLA S. et BUSCAINO G. (2004)** - Reproductive aspects of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*): six years of observations in the Strait of Sicily. *MedSudMed Technical Documents No.5* 12:67-78
13. **BASILONE G., GUISANDE C., PATTI B., MAZZOLA S., CUTTITTA A., BONANNO A., VERGARA A.R. et MANEIRO I. (2006)** - Effect of habitat conditions on reproduction of the European anchovy (*Engraulis encrasicolus*) in the Strait of Sicily *FISHERIES OCEANOGRAPHY Fish. Oceanogr.* 15:4, 271–280, Blackwell Publishing Ltd, Fish. Oceanogr., 15:4, 271–280
14. **BEELEN R., RINCHARD J., KESTEMONT P., MICHA J.C. et GUIMARÃES P M. (1999)** - L'étude comparative de la strategie de reproduction du gardon (*Rutilus rutilus* L.) et du goujon (*Gobio gobio* L.) sous des conditions thermiques controlées : relation entre la température et l'ovogenèse *Boletim do Instituto de Pesca, São Paulo*, 25 (único): 31 – 43
15. **BELVEZE H. (1984)** - Biologie et dynamique des populations de sardine (*Sardina pilchardus* Walbaum) peuplant les côtes atlantiques marocaines et propositions pour un aménagement des pêcheries. Thèse de Doctorat d'Etat de l'Université de Bretagne
16. Occidentale. 532 pp
17. **BENOMAR S., BOUHAIMI A., EL HAMIDI F., MATHIEU M., OUICHOU A., MOUKRIM A. (2006)** - Cycle de reproduction de la moule africaine *Perna perna* (Mollusca, Bivalvia) dans la baie d'Agadir : Impact des rejets d'eaux usées domestiques et industrielles. *Biologie & Santé* vol. 6, n° 1.
18. **BERG H. (2003)** - Teleost reproduction: Aspects of Arctic char (*Salvelinus alpinus*) oocyte growth and maturation. These de magister Department of Molecular Biology Suede Umeå universitypp45
19. **BILLARD R. (1973)** - Quelques aspects de la spermatogenèse des poissons. *La Pisciculture Française* 34 :pp. 32-37.
20. **BILLARD R. (1978)** - Testicular feedback on the hypothalamo-pituitary axis in rainbow trout (*Salmo gairdneri* R.). *Ann. Biol. Anim. Biochim. Biophys.*, 18:813-18
21. **BILLARD R., SOLARI A. et ESCAFFRE A.M. (1974)** - Méthode d'analyse quantitative de la spermatogenèse des poissons téléostéens. *Ann. Biol. anim. Biochim ; Biophys.*, 14(I), 87-104.
22. **BILLARD R. et ESCAFFRE A.M. (1975)** - Identification des stades de la spermatogenese de la Truite fario d'après la morphologie des gonades et la spermiation. N° 256. 1^{er} trimestre . *Bulletin francais de la piscicultur.* 5 : 111-116.
23. **BILLARD R., RICHARD M. et BRETON B. (1976)** - Stimulation de la secretion gonadotrope hypophysaire apres castration chez la truite arc-en-ciel. Variation de la response au cours du cycle reproducteur. *Comptes Rendus Hebdomadaires des Seances de l'Academie des Sciences. D: Sciences Naturelles* 283 171–174.

24. **BILLARD R. et PETER R.E. (1977)** - Gonadotropin release after implantation of anti-estrogens in the pituitary and hypothalamus of goldfish, *Carassius auratus*. Gen. Comp. Endocrinol., 32:213-20
25. **BILLARD R. et MARCEL J. (1980)** - Quelques techniques de production de poissons d'étangs. Pise. Fr, 59: 9-16 et 41-49.
26. **BILLARD R., FOSTIER A., WEIL C. et BRETON B. (1982)** - Endocrine control of spermatogenesis in teleost fish. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39, 65-79.
27. **BILLARD R. et GILLET C. (1984)** - Influence de quelques facteurs de l'environnement sur la fonction de reproduction chez les poissons. Cahier du Laboratoire d'hydrobiologie de Montereau, n°15:45 - 54.
28. **BINET D. (1995)** - Hypotheses accounting for the variability of sardinella abundance in the northern Gulf of Guinea. Dans: Dynamique et usage des ressources en sardinelles de l'upwelling côtier du Ghana et de la Côte d'Ivoire. Bard, F.X., et Koranteg, K.A.(éds.) ORSTOM, Paris. 98-133 pp.
29. **BISHAI H.M. (1965)** - Resistance of *Tilapia nilotica* (L) to high temperatures. 30. Hydrobiologia, 25: 473-488
31. **BLAXTER J H S., HUNTER J.R. (1982)** - The biology of clupeid fishes Adv. mar Biol. 20: 1-223.
32. **BOLLENS S.M., FROST B.W., SCHWANINGER H.R., DAVIS C.S., WAY K.J. et ANDSTEINER M.C. (1992)** - Seasonal plankton cycles in a temperate fjord and comments on match-mismatch hypothesis. J. Plankton Res., 14: 1279-1305.
33. **BORJA A., URIARTE A., VALENCIA V., MOTOS L. et URIARTE A. (1996)** - Relationships between anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) recruitment and the environment in the Bay of Biscay. Sci. Mar. 60:179-192.
34. **BOUGIS P. (1952)** - Rapport hepatosomatique et rapport gonadosomatique chez *Mullus barbatus* L. Bull. Soc. Zool. 74:326-330.
35. **BRETON B., JALABERT B. et FOSTIER A. et REINAUD P. (1975)** - Induction de décharges gonadotropes hypophysaires chez la carpe (*Cyprinus carpio*) à l'aide du citrate de cislomiphene. Gen. Comp. Endocrinol., 25 :400-404
36. **BRETON B., FOSTIER A., ZOHAR Y., Le BAIL P.Y., et BILLARD R. (1983)** - Gonadotropine glycoprotéique maturante et Őstradiol-17b pendant le cycle reproducteur chez la truite fario (*Salmo trutta*) femelle. Gen. Comp. Endocrinol., 49, 220-231.
37. **BRETON B. et BILLARD R. (1984)** - The endocrinology of teleosts reproduction : an approach to the control of fish reproduction. Arch. FischWiss., 35, 55-74.

38. **BRETON B., QUILLET E. et JALABERT B. (1996)** - Contrôle de la reproduction et du sexe chez les poissons d'élevage, INRA Prod. Anim., hors série, 17-26.
39. **BROWN J.H. (1984)** – On the relationship between abundance and distribution of species. *Am. Nat.*, 124: 255-279
40. **BRUSLE J. et BRUSLE.S. (1983)** - La gonadogenèse des poissons. *Reprod.Nutr. développ.*, 1983, 23 (3), 453-491.
41. **CALLARD I.P., CALLARD G.V., LANCE V., BOLAFFI J.L. et ROSSET J.S. (1978)** - Testicular regulation in non-mammalian vertebrates. *Biol Reprod* 18:16-43
42. **CARMON J.L. et GREEN W.W. (1952)** - Histological study of the development of the testis of the Ram .*Journal of animal Science. American society of animal science* 11:674-687
43. **CASTELLON A., MASO M.et SALAT J. (1986)** - Some observations on Rhone fresh water plume in the Catalan coast. *Rapp P -v Reun Commn int. Explor. scient Mer Mediterr.*29. 1-3
44. **CHABOT V., CALDANI M., DE REVIERS M.M.et PELLETIER J. (1994)** - Localisation and quantification of melatonin receptors in the diencephalon and posterior telencephalon of the sheep brain. *XXIIIe Colloque de la Societ. de NeurĖndocrinologie Experimentale*, Sophia Antipolis, 1-3 Septembre 1994.
45. **CHAVES P.T.C. (1991)** - TestĖculos: estrutura e dinĖmica de maturacĖo, pp. 47-50. In: *Histologia de peixes*. Ed. FUNEP, Jaboticabal, 77p
46. **CIECHOMSKI J. (1966)** - ;investigations of food and feeding habitats of larvae and juveniles of the argentine anchovy *Engraulis anchoita*. *Calif. Coop.Oceanic Invest. Rep.*, 11 :72-82.
47. **COLE J. et MCGALDE, J. (1998)** - Clupeid population variability the environment and satellite imagery in coastal upwelling systems. *Rev. Fish. Biol. Fish.* 8:445–471.
48. **COMBARNOUS Y. (2004)** - Biochimie des communications cellulaires : Hormones, neuromĖdiateurs, cytokines, facteurs de croissance (BrochĖ)Tech.& Doc./Lavoisier; 2e Ėd 254 pages
49. **CONAND F. (1970)** - Distribution et abondance des larves de quelques familles et espĖces de poissons des cĖtes sĖnĖgambiennes. *Doc. Scient. Prov. Cent. Rech. OcĖanogr. Dakar Thiaroye*, nĖ 26:52 p.
50. **CONAND C. (1977)** - Contribution Ė l'Ėtude du cycle sexuel et de la fĖconditĖ de la sardinelle ronde, *Sardinella aurita*: pĖche sardiniĖre dakaroise en 1975 et premier semestre 1976.*Cah. ORSTOM. SĖr. OcĖanogr.*: XV (4): 301– 312.
51. **CORT J.L., CENDRERO O. et IRIBAR X. (1976)** - La anchoa, *Engraulis encrasicolus* (L.), del CantĖbrico. *Bol. Inst. Espa. Oceano.*,220: 3-34.

52. **CORT J.L., CENDRERO O. et CARDENAS E. (1979)** - Nuevos datos sobre la anchoa del Cantábrico. *Inf. Pesq. Inst. Esp. Oceanogr.*, 9: 1-199 pp.
53. **COSTA D.S. et SILVA J.F.S (2006)** - Wild Boars (*Sus scrofa scrofa*) Seminiferous Tubules Morphometry Brazilian Archives of Biology and Technology Vol.49, n. 5 : pp. 739-745,
54. **CRIM L.W. et EVANS D.M (1980)** - LH-RH-stimulated gonadotropin release from the rainbow trout pituitary gland: an in vitro assay for detection of teleost gonadotropin releasing factor(s). *Gen. Comp. Endocrinol.*, 40:283-90
55. **CSIRKE J. (1995)** - Fluctuations in abundance of small and mid-size pelagics. *Sci. Mar.*, 59(3-4): 481-490 pp
56. **CURY P. et FONTANA A. (1988)** - Compétition et stratégie démographiques comparées de deux espèces de sardinelles (*Sardinella aurita* et *Sardinella maderensis*) des côtes ouest africaines. *Aquat. Liv. Resour.*, 1: 165-180 pp.
57. **CUSHING D.H. (1975)** - Marine Ecology and Fisheries. Cambridge, UK, Cambridge Univ. Press, 278 pp.
58. **CUSHING D.H. (1996)** - Towards a science of recruitment in fish population. Ecology institute Oldendorf, Germany, 175 pp.
59. **DPRH. (2008)** - Direction des Pêches et des Ressources Halieutiques
60. **DE VLAMING V.L. (1974)** - Environmental and endocrine control of teleost reproduction. In Control, of sex in fishes, edited by C.B. Schreck. Blacksburg, Virginia Polytechnic Institute, pp. 13-83
61. **DE VLAMING V.L. et SUNDARARAJ B.I. (1972)** - Endocrine influences on seminal vesicles in the estuarine gobiid fish. *Gillichthys mirabilis*. *Biol. Bull. Mar. Biol. Lab. Woods Hole*, 142:243-50.
62. **DEVLIN R.H.A et NAGAHAMA Y. (2002)** - Sex determination and sex differentiation in fish: an overview of genetic, physiological, and environmental influences Elsevier Science Ltd. *Aquaculture* 208 191-364
63. **DEVRIES D.R. et FRIE R.V. (1996)** - Determination of age and growth. In: Murphy, B.R., Willis, D.W. (Eds.), *Fisheries Techniques*, 2nd ed. American Fisheries Society, Bethesda, MD, pp. 483-512.
64. **DJABALI F. et HEMIDA R. (1989)** - Reproduction de l'anchois (*Engraulis encrasicolus*, Linné) de la région d'Alger *Pélagos, Bull. Inst. Scient. de la Mer et de l'Aménagement du Littoral*, 7, 1, 29-31.
65. **DODD J.M. (1960)** - Gonadal and gonadotrophic, hormones in- lower vertebrates. In *Marshall's physiology of reproduction*, edited by A.S. Parkes. London, Longman Green, vol. 1, Pt. 2:417-582

66. **DRAGANIK B. et WYSZYŃSKI M.A. (2004)** - European anchovy (*Engraulis encrasicolus* [L.]) in the Baltic Sea Bulletin of the Sea Fisheries Institute 2 (162) 2004, pp. 53-58
67. **DULVY N K., SADOVY Y. et REYNOLDS J.D (2003)** - Extinction vulnerability in marine populations. Fish and Fisheries 4:25-64.
68. **DUTTA H.M. et MEIJER H.J.M. (2003)** - Sublethal effects of diazinon on the structure of the testis of bluegill, *Lepomis macrochirus*: a microscopic analysis Environmental Pollution 125: 355–360.
69. **EKSTROM P. et VANECEK J. (1992)** - Localization of 2-iodine-125-iodomelatonin binding sites in the brain of the Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). Neuroendocrinology 55, pp. 529–537.
70. **ELOFSSON H. (2003)** - Sperm motility in Gasterosteiform fishes: The role of salinity and ovarian fluid. These de doctrat suede 40 pp
71. **ESTRADA M., VIVES F. et ALCARAZ M. (1985)** – Life and the productivity of the open sea. In: R. Margalef (ed.): Western Mediterranean . Pergamon Press, Oxford. pp. 148-197
72. of the open sea. In: R. Margalef (ed.): Western Mediterranean . Pergamon Press, Oxford. pp. 148-197
73. **FAO (1988)** - FAO Species Catalogue, vol. 7. Clupeoid Fishes of the World, FAO, Rome.
74. **FONTAINE A.T. et OLIVEREAU M. (1975)** - Some aspects of the organization and evolution of the vertebrate pituitary. Am. Zool. v 15 Suppl. 1:61-79
75. **FONTANA A. (1969)** - Etude de la maturité sexuelle des sardinelles, *Sardinella eba* (Val.) et *Sardinella aurita* (C. et V.) de la région de Pointe Noire. Cah. ORSTOM. Sér. Océanogr. 7(2) :101–114
76. **FREON P. (1988)** - Réponses et adaptations des stocks de clupéidés d'Afrique de l'ouest à la variabilité du milieu et de l'exploitation : Analyse et réflexion à partir de l'exemple du Sénégal. *Collection Etudes et Thèses*, ORSTOM. 287 pp.
77. **FURNESTIN J. et FURNESTIN M.L. (1959)** - La reproduction de la sardine et de l'anchois des cotes atlantiques du Maroc. Rev. Trav. Inst. Peches Marit. 23:79–102.
78. **GAAMOUR A., KHEMIRI S., MILI S. et BEN ABDALLAH L. (2004)** - L'anchois (*engraulis encrasicolus*) des cotes nord de la tunisie: reproduction et exploitation. Bull. Inst. Natn. Scien. Tech. Mer de Salammbô, Vol. 31,17-24 (8).
79. **GARCIA A. et PALOMERA I. (1996)** - Anchovy early life history and its relation to its surrounding environment in the Western Mediterranean basin. *Sci. Mar.*, 60(2): 155-166

80. **GABBOTT P.A. (1983)** - Developmental and seasonal metabolic activities in marine molluscs. In: The Mollusca. Vol. 2., by Hochachka, P.W., ed. New York, Academic Press, 165-217.
81. **GIMENO S., KOMEN H., JOBLING S., SUMPTER J., BOWMER T. (1998)** - Demasculinisation of sexually mature male common carp, *Cyprinus carpio*, exposed to 4-tert-pentylphenol during spermatogenesis. *Aquat. Toxicol.* 43, 93-109.
82. **GIRÁLDEZ A. et ABAD R. (1995)** - Aspects on the reproductive biology of the Western Mediterranean anchovy from the coasts of Malaga (Alboran Sea). *Sci. Mar.* 59:15-23.
83. **GIRIN M. et DEVAUCHELLE N. (1978)** - Décalage de la période de reproduction par raccourcissement des cycles photopériodique et thermique chez des poissons marins. *Ann.Biol.animBioch.Biophys.*, 18(4); 1059-1065 .
84. **GOOS H.J.TH. (1978)** - Hypophysiotropic Centers in the Brain of Amphibians and Fish *American Zoologist* 18(3):401-410
85. **GRIER H.J. (1981)** - Cellular Organization of the Testis and Spermatogenesis in Fishes1 *American Zoologist* 21(2):345-357
86. **GUISANDE C., RIVEIRO I., SOLÁ A. et VALDÉS L. (1998)** - Effect of biotic and abiotic factors in the biochemical composition of wild eggs and larvae of several fish species. *Mar Ecol. Prog.Ser.* 163:53-61.
87. **GUISANDE C., CABANAS J.M., VERGARA A.R. et RIVEIRO I. (2001)** - Effect of climate on recruitment success of Atlantic Iberian sardine (*Sardina pilchardus*). *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 223:243-250.
88. **GUISANDE C., VERGARA A.R., RIVEIRO I. et CABANAS J.M. (2004)** - Climate change and abundance of the Atlantic Iberian sardine (*Sardina pilchardus*). *Fish. ceanogr.* 13:91-101.
89. **HAFFRAY P., PINCENT C., RAULT P. et COUDURIER B. (2004)** - Domestication et amélioration génétique des cheptels piscicoles français dans le cadre du SYSAAF , INRA Prod. Anim., 17, 243-252
90. **HARRINGTON R.W. (1974)** - Sex determination and differentiation in fishes, pp. 4-12, in *Control of Sex in Fishes*. Ed. Carl B. Schreck. Sea Grant and V.P.I. & S.U. Press. V.P.I.- SG-74-01. 106 p.
91. **HARRIS G.C. et NICHOLSON H.D. (1998)** - Stage-related differences in rat seminiferous tubule contractility *in vitro* and their response to oxytocin *Journal of Endocrinology* 157, 251-257
92. **HEMIDA F. (1987)** - Contribution à l'étude de l'anchois *Engraulis encrasicolus* (Linné,1758) dans la région Algéroise, biologie et exploitation. Thèse de Magistère

93. en halieutique U.S.T.H.B Alger : pp138.
94. **HERNÁNDEZ-GALLEGOS O., MÉNDEZ-DE LA CRUZ F.R., VILLAGRÁN-SANTA CRUZ M. et ANDREWS M.R. (2002)** - Continuous spermatogenesis in the lizard *sceloporus bicanthalis* (sauria: phrynosomatidae) from high elevation habitat of central MEXICO *Herpetologica*, 58(4), 415–421
95. **HOAR W S. et NAGAHAMA Y. (1978)** - The cellular sources of sex steroids in teleost gonads. *Ann. Biol. anim. Bioch. Biophys.*, 18 (4), 893-898.
96. **HOBBS J.P.A, MUNDAY P.L. et JONES G.P. (2004)** - Social induction of maturation and sex determination in a coral reef fish *Proc. R. Soc. Lond. B* 271, 2109–2114
97. **HOLDER F.C., SCHROEDER M.D., GUERNE J.M. et VIVIEN-ROELS B. (1979)** - A preliminary comparative immunohistochemical, radio immune logical, and biological study of arginine vasotocin (AVT) in the pineal gland and urophysis of some teleostei. *Gen. Comp. Endocrinol.*, 37:15-25
98. **HOLMES R.L. et BALL J.N. (1974)** - The pituitary gland: a comparative account Cambridge Univ Pr (Sd); édition : 1 392 pages
99. **HOLMGREN U. (1959)** - On the structure of the pineal area of teleost fishes, with special reference to a few deep sea fishes. *Gteb. K. Vetensk. - Vitterhetssamh. Handl.*, 8:1-66
100. **HUBSON E.S. et CHESS J.R. (1978)** - Trophic relationships among fishes and plankton in the lagoon at Enewetak Atoll, Marshall Island. *Fishery Bull.*, 76: 133-153
101. **HUNTER J.R. et MACEWICZ B.J. (1985)** - Measurement of spawning frequency in multiple spawning fishes; *In*: R.Lasker (ed.): An egg production method for estimating spawning biomass of pelagic fish: Application to the northern anchovy *Engraulis mordax*, *NOAA Tech.Rep., NMFS*, 36.pp. 79-94.
102. **ILES T.D. et SINCLAIR M. (1982)** - Atlantic herring: stock discreteness and abundance. *Science*, 215: 627-633.
103. **IVERSON R.L. (1990)** - Control of marine fish production. *Limnol. Oceanogr.* 35, 1593–1604.
104. **JONSSON B., WAPLES R.S et FRIEDLAND K.D (1999)** - Extinction considerations for diadromous fishes. *Ices Journal of Marine Science* 56 :405-409.
105. **KAH O., ANGLADE I., LEPRÊTRE E., DUBOURG P. et DE MONBRISON D. (1993)** - The reproductive brain in fish *Fish Physiology and Biochemistry* Volume 11, Numbers 1-6 85-98
106. **KNBO (1961)** - Summary of fishery biology, partivular to living resources in Japan. *Suisan Xigen Kakuron* Koseisya-Koseikaku. Tokyo 396 pp.

107. **KNOWLES F. et VOLLRATH L. (1966)** - Neurosecretory innervations of the pituitary of the eels *Anguilla* and *Conger*. 1. The structure and ultrastructure of the neurointermediate lobe under normal and experimental conditions. *Philos. Trans. R. Soc. Lond. (B Biol. Sci.)*, 250:311-27
108. **KRISTOFFERSEN B. et MAGOULAS A. (2008)** - Population structure of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. in the Mediterranean Sea inferred from multiple methods / *Fisheries Research* 91: 187–195
109. **LAC et LAC-SCANZI (1984)** - Etude de la spermatogenèse chez le rat Wistar prépubère au cours d'une malnutrition protéino-énergétique suivie d'une réalimentation équilibrée. *Reprod.Nutr. Dévelop.*, 24 (4), 487-494.
110. **LAFLAMME G. (1991)** - Caractéristiques biométriques et morphologiques de la transformation mâle – femelle chez la crevette *PANDALUS borealis* Krøyer. Thèse de maîtrise en productivité aquatique, Université Chicoutimi, Québec. 95p.
111. **LAHAYE J. (1980)** - Les cycles sexuels chez les poissons marins. *Oceanis*, 6, 7, 637-654.
112. **LALOË F. et SAMBA A. (1990)** - La pêche artisanale au Sénégal : Ressources et stratégies de pêche. *Collection Etud. Thèses.*, ORSTOM. 395 pp .
113. **LAPOLLA A.E. (2001)** - Bay anchovy *Anchoa mitchilli* in Narragansett Bay, Rhode Island. II. Spawning season, hatch-date distribution and young-of-the-year growth. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 217:103–109.
114. **LASKER R. (1974)** - Induced maturation and spawning of marine fish at the Southwest fisheries center, La Jolla, California. *Proc. 5th Annu. Workshop, World Mariculture Soc.*, 313-318.
115. **LASKER R. (1978)** - The relation between oceanographic conditions and larval anchovy food in the California current: identification of factors contributing to recruitment failure. *Rapp. P.-v. Réun.Cons. int. Explor. Mer*, 173: 212-230
116. **LEATHERLAND B.A. et MCKEOWN J.F. (1973)** - Fine structure of the adenohypophysis in immature sock-eye salmon, *Oncorhynchus nerka*. *Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat.*, 140:459-71
117. **LE BAIL P.Y., MARGERIDON A., CAUTY C., PLANQUETTE P., PREVOST É. et LOIR M. (1989)** - Biologie de la reproduction de *Myleus ternetzi* (l) *Aquat. Liring Resour.*, 2, 175-183
118. **LEGENDRE M. et JALABERT B. (1988)** - physiologie de la reproduction. in biologie et écologie des poissons africains d'eau douce. Lévêque C., M.N. Bruton, G.W ;Ssentengo eds ; ORSTOM, Trav ; Doc ; 216, 153-187

119. **LEONG R. (1971)** - Induced spawning of the northern anchovy, *Gigamilis rriordns* Girard. Fish. Bull., U. S. 69(2):357-360.
120. **LEONG R. (1989)** - Sperm concentrations and egg fertilization rates during spawning of captive anchovy, *Engraulis mordax*. CalCOFI Rep., Vol. 30,4:136-139.
121. **LE PAGE C. (1993)** - Variabilité environnementale et structuration spatiale de la reproduction .Application aux espèces de poissons pélagiques des zones d'upwelling. Premier *Forum* halieurnétrique, Rennes.13 :127-139.
122. **LILEY N.R. (1969)** - Hormones and reproductive behaviour in fishes. In Fish physiology, edited by W.S. Hoar and D.J. Randall. New York, Academic Press, vol. 3:73-116
123. **LISOVENKO L.A. et ANDRIANOV D.P. (1996)** - Reproductive biology of anchovy (*Engraulis encrasicolus ponticus* Alexandrov, 1927) in the Black Sea. *Sci. Mar.*,60: 209-218.
124. **LLORET J., PALOMERA I., SALAT J. et SOLE I. (2004)** - Impact of freshwater input and wind on landings of anchovy (*Engraulis encrasicolus*) and sardine (*Sardina pilchardus*) in shelf waters surrounding the Ebre (Ebro) River delta (north-western Mediterranean). *Fish. Oceanogr.* 13:102–11.
125. **LOUBENS G. (1985)** - Biologie de quelques espèces de Poissons du lagon neo-Calédonien II. Sexualité et reproduction Cahiers de J'Indo-pacifique O.R.S.T.O.M., Volume 2, no 1, p. 41-72,I
126. **LOWE-McCONNELL R.H. (1979)** - Ecological aspects of seasonality in fishes of tropical waters. *Sjmp. Zool. Soc. Lond.*,44, 219-241.
127. **LUCIO P. et URIARTE A. (1990)** - Aspects of the reproductive biology of the anchovy (*Engraulis encrasicolus* L. 1758) during 1987 and 1988 in the Bay of Biscay. Ices Council Meeting 1990 (Collected Papers), Ices, Copenhagen (Denmark), 20 p.
128. **MACCALL A.D. (1990)** - *Dynamic geography of marine fish populations*. Washington Sea Grant. University of Washington Press, Seattle.
129. **McGREGOR J.S. (1966)** - Fecundity of the Pacific hake, *Merluccius productus* (Ayres). — *Calif. Fish and Game*, 52 (2) : 111-116
130. **MAISSE G., BRETON B. (1996)** - Contrôle photopériodique de la saison de reproduction chez les salmonidés *INRA Prod. Anim.*, 9 (1), 71-77.
131. **MALLICOATE D. et PARRISH F. (1981)** - Seasonal growth of California Anchovy and Mackerels CalCOFI Rep. Vol. XXII.
132. **MALO-MICHELE M. (1978)** - évolution des cellules gonadotropes de *Boops salpa* L. (Téléostéen Sparidae) au cours de la spermatogenèse ; *Ann.Biol.anim.Bioch.Biophys.*, 18 (4), 911-915

133. **MALPAUX B., VIGUI. C., THIRRY J.C.et CHEMINEAU P. (1996)** - Contrôle photopériodique de la reproduction, *INRA Prod. Anim.*, 9 (1), 9-23.
134. **MARCHAL E. (1966)** - Oeufs, larves et post larves de l'Anchois du Golfe de Guinée, *Anchoviella guineensis* (Blache et Rossignol). Doc. Sci. Prov. ORSTOM. Abidjan; 5-15 p.
135. **MASO M. et DUARTE C. (1989)** - The spatial and temporal structure of hydrographic and phytoplankton biomass heterogeneity along the Catalan coast (NW Mediterranean). *J. mar Res.* 47: 813-827
136. **MASSÁNYI P., ALENA J. et VLADIMÍR U. (2003)** - Morphometric study of male reproductive organs in the rodent species *apodemus sylvaticus* and *apodemus flavicollis* *Bull. Vet. Inst. Pulawy* 47, 133-138.
137. **MASSÉ J. (1996)** - Acoustic observations in the Bay of Biscay: schooling, vertical distribution, species assemblages and behaviour. *Scientia Marina* 60:Suppl. 2, 227–234.
138. **MAZZOLA S., GARCIA A. et GARCIA-LAFUENTE J. (2002)** - The Sicilian Channel Anchovy Fishery and the Underlying Oceanographic and Biological Processes Conditioning their Interannual Fluctuations. DGXIV MED 98/070 Final Report.
139. **McCORMICK M.I. (1989)** - Reproductive ecology of the temperate reef fish *Cheilodactylus spectabilis* (Pisces: Cheilodactylidae) *MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES Mar. Ecol. Prog. Ser.* Vol.55: 113-120.
140. **MILLAN M. (1999)** - Reproductive characteristics and condition status of anchovy *Engraulis encrasicolus* L. from the Bay of Cadiz (SW Spain). *Fish. Res.* 41: 73-86 pp.
141. **MONTEIRO A. (2001)** - Biologie et pêche des Aiguilles *Hemiramphus brasiliensis* et *Hyporhamphus unifasciatus* (Poissons-Téléostéens-Hemiramphidae) dans Nord-Est du Brésil. Thèse de doctorat de l'université de Bretagne occidentale. Oceanographie biologique. pp94.
142. **MOTOS L. (1996)** - Reproductive biology and fecundity of the Bay of Biscay anchovy population (*Engraulis encrasicolus* L.) *SCI. MAR.*, 60 (Supl. 2): 195-207 .
143. **MOTOS L., URIARTE A. et VALENCIA V. (1996)** - The spawning environment of the Bay of Biscay anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.). *Sci. Mar.* 60:117–140.
144. **MOYLE P.B. et CECHE J.J. (2004)** - An introduction to ichthyology. Prentice Hall, London, England.
145. **MUKASIKUBWABO V. (1990)** - Contrôle de l'ovogénèse chez *tilapia nilotica* :

146. effets de la température et de l'illumination nocturne .université du québec.115 p.
147. **NAGAHAMA Y. (1983)** - The functional morphology of teleost gonads. In Hoar, W.S., Randall,D.J. and Donaldsson, E. M.(eds), Fish Physiology, vol:IX, Reproduction: Part A:Endocrine tissues and hormones. Academic press, New York, USA. pp. 223 -275.
148. **NAYYAR S.K. et SUNDARARAJ B.I. (1970a)** - Seasonal reproductive activity in the testes and seminal vesicles of the catfish. *Heteropneustes fossilis* (Bloch). J. Morphol., 130:207-26
149. **NAYYAR S.K. et SUNDARARAJ B.I. (1970b)** - Response of the seminal vesicles of the hypophysectomized catfish, Heteropneustes fossilis (Bloch) to exogenous androgens, estrogen and cortico-steroid. J. Fish Biol., 2:69-78
150. **OKSCHE A. et KIRSCHSTEIN H. (1967)** - Die ultrastruktur der sinneszellen im pinealorgan von Phoxinus laevis L. Z. Zellforsch. Mikrosk. Anat., 78:151-66
151. **OZON R. (1972)** - Androgens in fishes, amphibians, reptiles, and birds. In Steroids in non-mammalian vertebrates, edited by D.R. Idler. New York, Academic Press, pp. 328-89
152. **PAINTING S.J., HUTCHINGS L., HUGGER J.A., KORRUBEL J.L., RICHARSON A.J. et VERHEYE H.M. (1998)** - Environmental and biological monitoring for forecasting anchovy recruitment in the southern Benguela upwelling region. Fish. Oceanogr. 7:364–374.
153. **PALOMERA I. (1992)** - Spawning of anchovy, *Engraulis encrasicolus* L., in the Northwestern Mediterranean relative to hydrographic features in the region. Mar. Ecol. Prog. Ser. 79:215–223.
154. **PALOMERA I. et SABATES A. (1990)** - Co-occurrence of *Engraulis encrasicolus* and *Sardinella aurita* eggs and larvae in the western Mediterranean. Sci. Mar. (54) : 61-67.
155. **PALOMERA I. et RUBIÉS P. (1996)** - the European anchovy and its environment *Scientia Marina*, 60 (Supl. 2) Institut de Ciències del Mar, C.S.I.C. Barcelona, Spain International Centre for Coastal Resources Research. Barcelona, Spain
156. **PARENTI L.R. et GRIER H.J. (2004)** - Evolution and Phylogeny of Gonad Morphology in Bony Fishes1 integr. comp. biol., 44:333–348
157. **PAULY D. (1980)** - On the interrelationships between natural mortality, growth parameters, and mean environmental temperature in 175 fish stocks. J. Cons. Int. Explor. Mer. 39,175–192.
158. **PAULY D.P. (1997)** - Méthodes pour l'évaluation des ressources halieutiques. Adaptation Française Moreau J. Cepadues, Paris. 288 pp.

159. **PETER R.E. (1983)** - Evolution of Neurohormonal Regulation of Reproduction in Lower Vertebrates. *American Zoologist* 23(3):685-695
160. **PETER R.E. et CRIM L.W. (1979)** - Reproductive endocrinology of fishes: gonadal cycles and gonadotropin in teleosts. *Ann. Rev. Physiol.*, 41:323-35
161. **PERTIERRA J.P. (1992)** - Biología pesquera de la anchoa, *Engraulis encrasicolus*, del litoral catalán. Tesis Univ. Barcelona, 281 pp
162. **PERTIERRA J.P et LLEONART J. (1996)** - NW Mediterranean anchovy fisheries. *SCI. MAR.*, 60 (Supl. 2): 257-267 .
163. **PETERMAN M.R. et BRADFORD M.J. (1987)** - Wind speed and mortality rate of a marine fish, the northern anchovy (*Engraulis mordax*). *Science* 235:354-356 .
164. **PICKFORD G.E. et ATZ J.W. (1957)** - The physiology of the pituitary gland f fishes. New York Zoological Society 613 p.
165. **RADOVICH J. (1982)** – The collapse of the California sardine fishery: what have we learned. *Calif. Coop. Oceanic Fish. Invest. Rep.* 23: 56-78
166. **RAMPA R., ARNERI E., BELARDINELLI A., CAPUTO E., CINGOLANI N., COLELLA S., DONATO F., GIANNETTI G. et SANTOJANNI A. (2005)** - Length at first maturity of the Adriatic anchovy (*Engraulis encrasicolus*, L.) General Fisheries Commission for the Mediterranean (GFCM) Scientific Advisory Committee (SAC) Subcommittee on Stock Assessment (SCSA) Scientific Cooperation to Support Responsible Fisheries in the Adriatic Sea ADRIAMED.
167. **RÊ P., FARINHA A. et MENESES I. (1983)** - Anchovy spawning in Portuguese estuaries (*Engraulis encrasicolus*, Pisces : Engraulidae). *Cybiu*, 1983, 7(1) : 29-38 .
168. **REGNER S. (1974)** - The oscillation of the quantity of the anchovy's planktonic phase in the central Adriatic from 1968 to 1971. *Acta Adriatica*, 15: 1-14 pp.
169. **REGNER S. (1979)** - *Ecology of planktonic stages of the anchovy, Engraulis encrasicolus (Linnaeus, 1758), in the central Adriatic* (in Serbo-Croatian). Ph. D. Thesis, Univ. Belgrade, 188 pp.; same as:
170. **REGNER S. (1985)** - Ecology of planktonic stages of the anchovy, *Engraulis encrasicolus* (Linnaeus, 1758), in the central Adriatic. *Acta Adriat.*, 26(1), Series Monographiae, 1: 1-113.
171. **REGNER S. (1996)** - Effects of environmental changes on early stages and reproduction of anchovy in the Adriatic Sea. *Sci. Mar.* 60:167-177.

172. **REID J.L. (1967)** - Oceanic environments of the genus *Engraulis* around the world Calif, coop. oceanic Fish Invest. Rep.11: 26-33.
173. **REINBOTH R., (1980)** - Can Sex Inversion Be Environmentally Induced? Biology of Reproduction, Society for the Study of Reproduction Vol 22, 49-59.
174. **REITER R.J. (1981)** - The mammalian pineal gland :structure and function. Am. J. Anat., 162, 287-313
175. **REY R.A., CAMPO S.M., BEDECARRAS P., NAGLE C.A. et CHEMES H.E. (1993)** - Is Infancy a Quiescent Period of Testicular Development? Histological, Morphometric, and Functional Study of the Seminiferous Tubules of the Cebus Monkey from Birth to the End of Puberty Journal of Clinical Endocrmology and Metabolism Vol. 76, No. 5 7:1325-1331
176. **RIVEIRO I., GUISANDE C., LLOVES M., MANEIRO I. et CABANAS J.M. (2000)** - Importance of parental effects on larval survival in *Sardina pilchardus*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 205:249–258
177. **RIVEIRO I., GUISANDE C., FRANCO C., LAGO DE LANZOS A., MANEIRO I. et VERGARA A.R. (2003)** - Egg and larval amino acid composition as indicators of niche resource partitioning in pelagic fish species. Mar. Ecol. Prog. Ser. 260:255–262
178. **ROBERTSON O.H. (1958)** - Accelerated development of testis after unilateral gonadectomy with observations of the normal testis of rainbow trout. Fish. Bull. USFWS, 58(127):9-30
179. **RODRIGUEZ J.M. (1990)** - Contribucion al conocimiento del ictioplankton del mar de Alboran. Bol. Inst. Esp. Oceanogr., 6 : 1-20.
180. **RODRÍGUEZ J.M. et RUBIN J.P. (1986)** - the sardine and anchovy ichthyoplankton captured in nine fixed stations located at the Bay of Malaga from May to December of 1977. Rapp. Comm. Int. Mer Medit., 30, 2.
181. **RUSSO A., ANGELINI F., CAROTENUTO R., GUARINO F.M., FALUGI C. et CAMPANELLA C. (2000)** - Spermatogenesis in some Antarctic teleostes from the Ross Sea: Histological organization of the testis and localization of bFGF. Polar. Biol., 23: 279-287.
182. **SABATINI M.E. (2004)** - características ambientales, reproducción y alimentación de la Merluza (*Merluccius hubbsi*) y la Anchoíta (*Engraulis enchoita*) en su hábitat reproductivo patagónico. síntesis y perspectivas. Rev. Invest. Desarr. Pesq. N°16 : 5-25.
183. **SABATINI M.E. et MARTOS P. (2002)** - Mesozooplankton features in a frontal area off northern patagonia (Argentina) during spring 1995 and 1998 . Sci.Mar., 66: 215-232.

184. **SADEK I.A., ABOU GABAL A.A. et ABDUL-MOHSEN M.H (1999)**
- Relation between 13-cis-retinoic acid or retinol acetate and ratio of spermatogenesis, diameter of somniferous tubules and number of leydig cells in *Gerbillus cheesemani*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 2 (2): 541-543.

185. **SAKSENA D.N. , MIURA T., JIANG J. et NAGAHAMA Y. (1995) -**
A rapid activation of immature testis of Japanese eel (*Anguilla japonica*) by a single injection of human chorionic gonadotropin *J. Biosci.*, Vol. 20, Number 5, pp 675-689.

186. **SAMSUN O., SAMSUN N., KALAYCI F. et BILGIN S. (2006) - A**
Study on Recent Variations in the Population Structure of European Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L., 1758) in the Southern Black Sea E.Ü. Su Ürünleri Dergisi . E.U. Journal of Fisheries & Aquatic Sciences. Cilt/Volume 23, Sayı/Issue (3-4): 301–306.

187. **SÁNCHEZ R.P. (1995) -** Patrones de distribución espacio-temporal de los estadios embrionaris y larvales de la anchoita (*Engraulis anchoita* Hubbs & Marini) a micro y macroescala, su relación con la supervivencia y el reclutamiento. Tesis de Doctorado, Facultad de Buenos Aires, 630pp.

188. **SANTOS R.N., ANDRADE C.C., SANTOS L.N., SANTOS A.N. et ARAÚJO, F.G. (2006) -** Testicular maturation of *Oligosarcus hepsetus* (CUVIER) (ACTINOPTERYGII, CHARACIDAE) in a brazilian tropical reservoir Braz. J. Biol., 66: 143-150

189. **SARGENT R.C., TAYLOR P.D. et GROSS M.R. (1987) -** Parental care and the evolution of egg size in fishes. *Am. Nat.* 129:32–46.

190. **SCHAEFER K.M. (1987) -** Reproductive biology of black skipjack, *Euthynnus lineatus*, an Eastern Pacific tuna. *Bull. Inter-Amer.Trop. tuna Comm.*, 19: 169-227.

191. **SCHRECK C.B. (1974) -** Hormonal treatment and sex manipulation in fishes. In: C.B. Schreck (Editor), Control of Sex in Fishes. Sea Grant Extension Division, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia, USA, pp. 84-106.

192. **SENNAI-CHENITI S. (2003) -** Les petits pélagiques de l'extrême ouest algérien. Mise en place d'un réseau d'échantillonnage. Centre National D'études et de Documentation pour la Pêche et L'aquaculture. Ministère de la Pêche et des Ressources Halieutiques.17p.

193. **SHELTON P.A. et HUTCHINGS L. (1981) -** A note on diurnal spawning rhythm in the anchovy *Engraulis capensis* Gilchrist. *Fish. Bull. S. Agr.*, 14: 185-1981.

194. **SHERWOOD N., EIDEN L., BROWNSTEIN M., SPIESS J., RIVIER J.et VALE W. (1983) -** Characterization of a teleost gonadotropin-releasing hormone.Proc. Natli Acad. Sci. Neurobiology USA ol. 80, pp. 2794-2798.

195. **SHIMIZU A., AIDA K. et HANYU I. (1994)** - Effect of photoperiod and temperature on gonadal activity and plasma steroids levels in an autumn spawning bitterling, *Acheilognathus rhombea*, during different phases of its annual reproductive cycle. Gen. Comp. Endocr., 93: 137-150.
196. **SHORT F.T. et WYLLIEECHEVERRIA S. (1996)** - Natural and human-induced disturbance of seagrasses. Environmental Conservation 23 :17-27.
197. **SINOVČIĆ G. (1992)** - The population dynamics of the juvenile anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.), under the Estuarine conditions (Novigrad Sea - Central Eastern Adriatic) 273-282 P10
198. **SINOVČIĆ G. (1999)** - Some ecological aspects of juvenile anchovy, *Engraulis encrasicolus* (L.), under the estuarine conditions (Novigrad sea – Central Eastern Adriatic), *Acta Adriat.*, 99 – 107
199. **SINOVČIĆ G. et ZORICA B. (2006)** - Reproductive cycle and minimal length at sexual maturity of *Engraulis encrasicolus* (L.) in the Zrmanja River estuary (Adriatic Sea, Croatia) Estuarine, Coastal and Shelf Science 69:439-448.
200. **SMITH R.J.F. (1978)** - Seasonal changes in the histology of the gonads and dorsal skin of the fathead minnow, *Pimephales promelas*. Can. J. Zool. 56, 2103–2109.
201. **SMITH B.B. (2004)** - Carp (*Cyprinus carpio* L.) spawning dynamics and early growth in the lower River Murray, South Australia these de doctorat option ecologie des poissons d'eau douce ;université Adelaide austrialie PP 167
202. **STEGER K. (2005)** - Jornal fur reproduktionsmedizin und endokronlogie 2 (1) : 13-17.
203. **SULISTYO I., FONTAINE P., RINCHARD J., GARDEUR J.N., MIGAUD H., CAPDEVILLE B. et KESTEMONT P. (2000)** - Reproductive cycle and plasma levels of steroids in male Eurasian perch *Perca fluviatilis*. Aquat. Living Resour. 13 (2) : 99–106
204. **SUNDARARAJ B.I. (1981)** - Reproductive Physiology of Teleost Fishes: A Review of Present Knowledge and Needs for Future Research. Aquaculture development and coordination programme adcp/rep/81/16
205. **TABARES C.J., ARIEL M.V., TARAZONA M., ÁNGEL M.O. (2005)** - Fisiología de la activación del espermatozoide en peces de agua dulce .Rev Col Cienc Pec Vol. 18:2.
206. **TAKASUKA A., OOZEKI Y., KUBOTA H., TSURUTA Y. et FUNAMOTO T. (2005)** - Temperature impacts on reproductive parameters for Japanese anchovy: Comparison between inshore and offshore waters. Fisheries Research 76, 475–482.

207. **TAKASUKA A., OOZEKI Y., KUBOTA H., LLUCH-COTA S.E. (2008)** - Contrasting spawning temperature optima: Why are anchovy and sardine regime shifts synchronous across the North Pacific? *Progress in Oceanography* 77 225–232
208. **TEGNER M H., BASCH L.C. et DAYTON P.K. (1996)** - Near extinction of an ex-marine invertebrate. *Trends in Ecology and Evolution* 11 :278-280.
209. **TERLOU M. et EKENGREN B. (1979)** - Nucleus praeopticus and nucleus lateral is tuberis of *Salmo salar* and *Salmo gairdneri*: structure and relationship to the hypophysis. *Cell. Tissue Res.*, 197:1-21
210. **TINTORÉ J., WANG D.P. et LA VIOLETTE P.E. (1990)** - Eddies and thermohaline intrusions on the shelf/slope front off the NE Spain coast. *J. geophys. Res.* 95: 1627-1634
211. **TSAI C.F., CHEN P.Y., CHEN C.P., LEE M.A., SHIAH G.Y. et LEE K.T. (1997)** - Fluctuation in abundance of larval anchovy environmental conditions in coastal waters off south-western Taiwan as associated with the El Niño-Southern Oscillation. *Fish. Oceanogr.* 6:238–249.
212. **TUDELA S. et PALOMERA I. (1995)** - Diel feeding intensity and daily ration in the anchovy *Engraulis encrasicolus* in the Northwest Mediterranean Sea during the spawning period. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 129: 55-61 .
213. **TURAN C., ERGÜDEN K., GÜRLEK M., BAŞUSTA N. et TURAN F. (2004)** - Morphometric Structuring of the Anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the Black, Aegean and Northeastern Mediterranean Seas *Turk J Vet Anim Sci* 28: 865-871.
214. **URASAKI H. (1976)** - The role of the pineal and eyes in the photoperiodic effect on the gonad of the medaka, *Oryzias latipes*. *Chronobiologia*, 3:228-34
215. **URIARTE A. et ASTUDILLO A. (1987)** - The anchovy in the Bay of Bis-cay: New data and analysis of the fishery, 1974-1987. *ICESC.M.* 1987/H: 20
216. **URIARTE A. et MOTOS L. (1991)** – Informe Técnico de la Pesquería de la anchoa en el año 1990. Servicio central de publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria.
217. **URIARTE A. et MOTOS L. (1992)** – Informe Técnico de la Pesquería de la anchoa en el año 1991. Servicio central de publicaciones del Gobierno Vasco, Vitoria
218. **VALLISNERI M. et SCAPOLATEMPO M. (2001)** - The population patterns and reproductive biology of *Engraulis encrasicolus* L. (Engraulidae, Teleostea) in the Northern and Middle Adriatic sea .*Bollettino della società adriatica di scienze* LXXX, 81-86.

219. **VIÑAS M.D et RAMIREZ F.C. (1996)** - Gut analysis of first-feeding anchovy larvae from the Patagonian spawning areas in relation to food availability. *Arch. Fish. Mar. Res.*, 43:231-256.
220. **VISWANATHAN N. et SUNDARARAJ B.I. (1974)** - Seasonal changes in the hypothalamo-hypophyseal-ovarian system in the catfish, *Heteropneustes fossilis* (Bloch). *J. Fish Biol.*, 6:331-40
221. **VUCETIC T. (1975)** - Synchronism of the spawning season of some pelagic fishes (sardine, anchovy) and the timing of the maximal food (zooplankton) production in the Central Adriatic. *Publ. Staz. Zool. Napoli*, 39 suppl.: 347-365.
222. **WATANABE H., MOGOE T., ASADA M., HAYASHI K., FUJISE Y., ISHIKAWA H., OSUMI S., MIYAMOTO et FUKUI Y. (2004)** - relationship between serum sex hormone concentrations and histology of seminiferous tubules of captured baleen Whales in the western north pacific during the feeding season . *Journal of reproduction and developpement*, Vol. 50,No.4, 419-427
223. **WELTZIENA F.A., TARANGERB G.L., KARLSENA R., NORBERGA B. (2002)** - Spermatogenesis and related plasma androgen levels in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.) *Comparative Biochemistry and Physiology Part A* 132: 567–575.
224. **WITTHAMES P.R. et WALKER M.G. (1995)** - Determinacy of fecundity and oocyte atresia in sole (*Solea solea*) from the Channel, the North Sea and the Irish Sea. *Aquat. Living Resour.*, 8:91-109.
225. **WOYNAROVICH E. et. HORVATH L. (1981)** - La reproduction artificielle des poissons en eau chaude : manuel de vulgarisation. *FAO Doc. Tech. Pêches*, (201):191p.
226. **YAMAMOTO T. (1969)** - Sex differentiation. In: HOAR, W.S.; RANDALL D.J. (Eds.) *Fish physiology*. New York: Academic Press. v.3, p.117-175.
227. **ZARRAD R., MISSAOUI H., ALEMANY F., ROMDHANE M.S., GARCÍA A., M'RABET R., JARBOUI O. et AMOR E. (2006)** - Spawning areas and larval distributions of anchovy *Engraulis encrasicolus* in relation to environmental conditions in the Gulf of Tunis (Central Mediterranean Sea) *SCI. MAR.*, 70S2, October 2006, 137-146.
228. **ZAVODNIK D. (1970)** – Comparative data on the spawning of sardine (*Sardina pilchardus* Walb.), sprat (*Sprattus sprattus* L.) and anchovy (*Engraulis encrasicolus* L.) in the north Adriatic. *Ichthyologica*, 2: 171-178.

Résumé

Résumé : Etude de la reproduction de l'anchois dans le golf de Bejaia.

L'étude de la reproduction d'*Engraulis encrasicolus* a été réalisée sur la base des échantillons prélevés sur les débarquements commerciaux effectués au port de Béjaia durant la période allant d'Octobre 2007 à Mai 2008. La longueur totale des individus pêchés est de 11.8 et 18.3 cm. En analysant les longueurs des poissons en fonction des stades de maturité sexuelle, de l'RGS et du nombre des tubes séminifères nous pouvons voir une possibilité de dynamique de reproduction à une taille au minimum de 12 cm.

Pour une meilleure compréhension de la dynamique cellulaire à l'origine de l'augmentation du RGS on a recouru à des études histologiques des gonades. La spermatogenèse se déroulerait donc à un moment où le nombre de tubes est minimal et la surface maximale. Ceci est d'ailleurs confirmé par l'évolution de l'abondance cellulaire qui a une évolution parallèle avec le nombre des tubes séminifères. Cette abondance cellulaire serait donc indicatrice d'une présence de spermatozoïdes, cependant tant qu'il n'y a pas visibilité du flagelle il nous est difficile de conclure quant à la nature des cellules. Néanmoins, la présence de spermatozoïdes en fonction des mois de l'année pourrait conclure que probablement l'anchois dans le golf de Béjaia, est tout à fait capable de se reproduire durant toute l'année avec une intensité entre le mois d'avril à octobre.

La température n'exerce peut-être pas un rôle dominant sur la reproduction mais agirait avec d'autres facteurs comme la photopériode qui dans notre cas présente un meilleur coefficient de corrélation avec le RGS (0.79) et le nombre de tubes séminifères (0.63). L'abondance cellulaire dans les tubes séminifères (représenteraient la présence des spermatozoïdes) viennent aussi appuyer que la photopériode serait plus liée à la reproduction de l'anchois que la température, et que cette dernière interviendrait peut être d'une manière annexe dans les étapes finales du processus de reproduction.

Mots clés : Anchois européen, *Engraulis encrasicolus*, testicules, RGS, période de reproduction, histologie, température, photopériode, tubes séminifères, golf de Béjaia.

Abstract: Study of the reproduction of anchovy in the Gulf of Bejaia.

The study of the reproduction of *Engraulis encrasicolus* were conducted based on samples taken from commercial landings made at the port of Bejaia during the period from October 2007 to May 2008. The length of individuals is 11.8 to 18.3 cm. By analyzing the lengths of fish according to stages of maturity, the RGS and the number of tubules, we can see a possibility of a dynamic reproduction at minimum size of 12 cm.

For a better understanding of the cellular dynamics cause of increased RGS histological studies of the gonads has resorted. Spermatogenesis would be start at a time when the number of tubes is at the minimum and surface at the maximum. It has confirmed by changes in the cellular abundance with a parallel development with the number of tubules. This cellular abundance would be indicative of the presence of sperm; however, until there is invisibility of the flagellum it is difficult to conclude about the nature of the cells. Nevertheless, the presence of sperm based on months of the years could probably conclude that anchovy in the Gulf of Bejaia, is quite capable of replication throughout the year with an intensity between April to October.

The temperature have not a dominant role on reproduction, but would act with other factors such as photoperiod, which in our case has a better correlation coefficient with the RGS (0.79) and the number of tubules (0.63). The cellular abundance in tubules (representing the presence of sperm) are also supporting the photoperiod would be more related to the reproduction of anchovy than temperature, who can be the annex factor of final process of reproduction.

Keywords: European Anchovies, *Engraulis encrasicolus*, testicles, RGS, reproduction period, histology, temperature, photoperiod, seminiferous tubules, golf of Bejaia.

خلاصة: دراسة إنجاب الأنشوجة الأوروبية في خليج بجاية. دراسة الإنجاب *Engraulis encrasicolus* أجريت على أساس عينات اخذت من ميناء بجاية خلال الفترة من أكتوبر 2007 إلى ماي 2008. طول الأفراد كان 11.8 إلى 18.3 سم. من خلال تحليل أطوال الأسماك, مراحل النضج, RGS وعدد الأنابيب التناسلية يمكننا أن نرى إمكانية ديناميكية الإنجاب من حجم 12 سم على الأقل. من أجل فهم أفضل لديناميات الخليوي في قضية زيادة RGS لجأت إلى دراسات الأنسجة والغدد التناسلية. يكون Spermatogenesis في وقت كان فيه عدد من الأنابيب في الحد الأدنى والحد الأقصى للمنطقة. وهذا ما تؤكدته التغييرات وفرة عدد الخليوي في الأنابيب التناسلية بالتوازي مع عدد من الأنابيب. وفرة هذه الخلية دللا على وجود الحيوانات المنوية, ولكن حتى هناك وضوح من الصوط من الصعب أن تختتم عن طبيعة الخلايا ومع ذلك, فإن وجود الحيوانات المنوية على أساس أشهر يمكن أن نخلص إلى أن الأنشوجة في خليج بجاية قادرة تماما على الإنجاب على مدار السنة مع كثافة بين أبريل إلى أكتوبر. درجة الحرارة ربما لا دور مهم على الإنجاب بل يعمل مع عوامل أخرى مثل الفترة الضوئية وهو في هذه الحالة أفضل معامل ارتباط مع RGS (0.79) وعدد من الأنابيب التناسلية (0.63). وفرة في خلية الأنابيب التناسلية (التي تمثل وجود الحيوانات المنوية) هي أيضا دعم على أن photoperiod أكثر المتصلة الإنجاب الأنشوجة على حسب درجة الحرارة, الذي يمكن أن يكون المرفق في خطوة النهائية من عملية الإنجاب. الكلمات الرئيسية: الأنشوجة الأوروبية, *Engraulis encrasicolus*, lis, testis, RGS, فترة الإنجاب, دراسة الأنسجة, درجة الحرارة الفترة الضوئية, الأنابيب التناسلية, خليج بجاية.